



Programme des Nations Unies pour l'environnement

EP

UNEP(DEC)/MED WG.231/Inf.3
10 avril 2003

FRANCAIS
Original : ANGLAIS



PLAN D'ACTION POUR LA MÉDITERRANÉE

Réunion des Coordonnateurs nationaux pour le MED POL

Sangemini, Italie, 27 - 30 mai 2003

PROGRAMME D' ACTIONS STRATEGIQUES

LIGNES DIRECTRICES

ETABLISSEMENT DU BILAN DE BASE D'EMISSIONS/REJETS DE POLLUANTS POUR LA REGION MEDITERRANEENNE

En coopération avec



PNUE
Athènes, 2003

TABLE DES MATIÈRES

	Page
Résumé	1
1. Introduction	3
2. Exposé succinct du «Programme d'actions stratégiques», du «plan d'action national», du «bilan diagnostique national» et de l'approche dite du «bilan de base».	3
3. Vue d'ensemble des activités industrielles dans la région méditerranéenne	6
4. Approche fondamentale et méthodologie	7
5. Questions et réponses	8
6. Coefficients d'émission	15
7. Exemple	16
8. Références	21
ANNEXE I Objectifs et activités du PAS pour certains domaines et certaines catégories de polluants	
ANNEXE II Coefficients d'émission pour les polluants libérés par l'industrie et les centres urbains	
Additif 1: PCB, piles/accumulateurs et huiles lubrifiantes dans l'environnement. Production, utilisation et élimination	
Additif 2: Calcul du ruissellement pluvial et de la charge polluante provenant des zones terrestres	
ANNEXE III Tableaux récapitulatifs des coefficients d'émission d'activités industrielles	
ANNEXE IV Formulaires pour les émissions/rejets de polluants par région administrative (année 2003) Bilan de base national pour l'année 2003	

RÉSUMÉ

Le Programme d'actions stratégiques (PAS) visant à combattre la pollution due à des activités menées à terre, adopté en 1997 par les Parties contractantes à la Convention de Barcelone, a pour objet d'aider les pays méditerranéens à formuler, adopter et mettre en œuvre des plans d'action nationaux pour lutter contre les contaminants pénétrant en mer Méditerranée. La visée ultime est, entre autres, d'éliminer d'ici à l'année 2025, les rejets de contaminants provenant de sources ponctuelles, conformément aux dispositions du Protocole «tellurique». Les progrès réalisés dans la réduction des contaminants seront évalués en 2010, date à laquelle les objectifs intermédiaires concernant les émissions/rejets de polluants auront dû être atteints (réduction de 30 ou 50% selon le contaminant considéré). Cependant, pour mesurer les progrès accomplis dans la réduction des contaminants dans les pays méditerranéens, un niveau de départ doit être défini pour les contaminants libérés dans la mer Méditerranée. Il a été décidé de prendre comme niveau de départ les libérations effectives de contaminants pour l'année 2003, niveau qui sera appelé «bilan de base» (BB).

L'approche dite du bilan de base et l'engagement pris par les pays d'obtenir une réduction de 30 ou 50% des contaminants soulèvent une question importante. Il y a des entreprises industrielles qui utilisent déjà les meilleures techniques disponibles (MTD) de production plus propre ou qui ont mis en service des unités de traitement des déchets ayant déjà permis d'obtenir des réductions significatives de contaminants. À court et à moyen terme, ces entreprises ne peuvent guère améliorer leurs performances environnementales. En revanche, il y a des entreprises industrielles à la technologie obsolète qui sont censées améliorer leurs performances environnementales au moyen d'investissements appropriés. Compte tenu de ces différences, il est réaliste de proposer comme objectif une réduction de contaminants provenant de sources qui ne répondent pas aux normes environnementales internationales en vigueur. C'est pourquoi, les entreprises concernées seront les premières sources visées pour la première évaluation de la réduction des contaminants à l'horizon 2010. Pour la phase suivante (horizon 2025), de nouvelles réductions leur seront prescrites en fonction des possibilités technologiques dont elles disposeront.

Le calcul d'un bilan de base pour chaque pays n'est pas une tâche facile. Pour de nombreux pays méditerranéens, il n'existe pas d'informations détaillées sur les émissions/rejets de contaminants émanant de sources ponctuelles (industries et centres urbains). En outre, bon nombre des contaminants inscrits sur la liste ne font pas l'objet d'une analyse régulière dans les effluents et, de ce fait, on ne dispose pas d'ensembles substantiels de données. Pour éluder le manque de données analytiques spécifiques, les émissions/rejets de contaminants peuvent être estimés en ayant recours à des coefficients d'émission. Cette méthode repose sur l'existence d'une relation connue entre les quantités de contaminants libérées dans les effluents et la quantité de matières premières ou de produits du procédé industriel (ou de la population). Par conséquent, la connaissance de la capacité de production annuelle pourrait être traduite en taux de libération annuel d'un contaminant donné. Il convient de souligner que cette approche manque de précision, notamment lorsqu'on applique le même coefficient d'émission pour estimer les émissions provenant d'entreprises similaires qui utilisent des procédés technologiques différents. Il s'agit là d'une situation très courante dans la région méditerranéenne, où l'on relève parfois des écarts technologiques énormes entre établissements industriels. Néanmoins, tout en ayant conscience de ses limites, il est possible d'utiliser la méthode pour estimer des émissions/rejets de polluants, et ce en attendant que des données effectives soient disponibles.

L'annexe II au présent document indique les coefficients d'émission pour un certain nombre de contaminants libérés par divers procédés industriels, coefficients que des organismes nationaux ou internationaux ont établis pour différents secteurs industriels. Cependant, les pays sont encouragés à utiliser, s'ils en disposent, leurs propres coefficients d'émission, pour

autant que ces derniers reposent sur des données plus réalistes, ou à utiliser des données d'émission/rejet effectives, s'il en existe. Le contrôle du bilan de base calculé par chaque pays sera effectué par des organismes internationaux ou nationaux agréés au moyen de dispositifs de surveillance.

Les lignes directrices présentées ici sont destinées à servir de document de référence pour le calcul du bilan de base de chaque pays. De la même façon, les coefficients d'émission présentés à l'annexe II devraient être considérés comme provisoires et susceptibles d'être améliorés et affinés avant d'être appliqués par les pays méditerranéens pour l'estimation du bilan de base de contaminants.

1. **Introduction**

Les présentes lignes directrices ont été établies pour aider les pays à calculer le bilan de base (BB) pour les polluants visés par le PAS. Elles sont conçues pour s'appliquer à tous les pays méditerranéens. Elles comprennent une description détaillée des étapes qui devraient être suivies pour calculer le BB en se fondant sur les coefficients d'émission¹ indiqués aux annexes ainsi que sur les données disponibles au niveau national. Les étapes sont formulées au moyen d'une méthode de questions/réponses.

La première question/réponse porte sur l'exposé de la méthodologie d'identification de la région administrative, des différents secteurs industriels existants et sur la méthode de calcul du BB par région administrative, et par conséquent du BB national pour l'année 2003.

La deuxième question/réponse aborde les types d'entreprise industrielle qui devraient être inclus dans le calcul du BB aux niveaux administratif et national. Elle comporte une analyse logique pour chaque entreprise industrielle située dans la région administrative en ce qui concerne ses réalisations antérieures en matière de lutte antipollution.

Un exemple détaillé est fourni au chapitre 7 pour faciliter l'application de la méthodologie et l'utilisation des annexes.

Les présentes lignes directrices comprennent quatre annexes. L'annexe I récapitule les objectifs du PAS adoptés par les Parties contractantes. L'annexe II indique les coefficients d'émission disponibles pour les divers secteurs industriels. L'annexe III comprend des tableaux à remplir pour y inscrire les coefficients d'émission nationaux utilisés dans le calcul du BB et, enfin, l'annexe Annex IV contient des tableaux à remplir pour mettre en évidence les résultats finaux du BB.

2. **Exposé succinct du «Programme d'actions stratégiques», du «plan d'action national», du «bilan diagnostique national» et de l'approche dite du «bilan de base»**

Le Programme d'actions stratégiques a été adopté par la Dixième réunion ordinaire des Parties contractantes à la Convention de Barcelone qui s'est tenue à Tunis en 1997. La base programmatique de sa formulation a été le Programme d'action mondial destiné à combattre la pollution due à des activités situées à terre (GPA), adopté à Washington en 1995, ainsi que le Protocole modifié relatif à protection de la mer Méditerranée contre la pollution provenant de sources et activités situées à terre, signé par les Parties contractantes en 1996.

Le PAS a pour principal objectif de fournir un appui aux pays méditerranéens pour la formulation, l'adoption et la mise en œuvre de plans d'action nationaux (PAN) pertinents pour la réduction et l'élimination de la pollution due à des activités menées à terre. Le PAS contient un programme à long terme, scientifiquement étayé, d'objectifs à atteindre et d'actions à exécuter aux niveaux national et régional. En plus des activités directement axées sur la pollution, il est envisagé dans le Programme de mettre en œuvre des actions de renforcement des capacités, d'octroyer un appui extérieur en fonction des ressources disponibles, d'appliquer le principe de participation et des procédures de surveillance, évaluation, notification, information en retour et actualisation régulière. En raison de la

¹ Dans le contexte des présentes lignes directrices, "coefficient d'émission" doit s'entendre au sens large, autrement dit s'appliquant aussi bien aux émissions dans l'atmosphère qu'aux rejets dans les milieux terrestre et aquatique.

complexité et de l'importance des objectifs assignés et des actions prévues, ainsi que des incidences institutionnelles et organisationnelles qui en résultent, la mise en œuvre du PAS requiert une planification soignée, une harmonisation et une intégration aux niveaux national et régional.

Une stratégie opérationnelle pour le PAS a été adoptée par les Parties contractantes en 2001 et elle fournit l'assise institutionnelle et technique à la mise en œuvre du PAS sur la base des PAN (UNEP(DEC)/MED IG.13/4).

Le bilan diagnostic national (BDN) représente une des contributions majeures à l'élaboration des plans d'action nationaux. Le BDN a pour objet essentiel d'identifier et d'évaluer les conditions et questions qui prévalent au niveau national, et notamment les problèmes, contaminants, causes de dégradation, importance des impacts et zones problématiques. Il doit porter sur les polluants suivants:

Polluants organiques persistants (POP) :

- 1) Les douze substances recensées par le Protocole «tellurique» sont classées en quatre groupes:
 - i) Pesticides: DDT, aldrine, dieldrine, endrine, chlordane, heptachlore, mirex, toxaphène et hexachlorobenzène
 - ii) Produits chimiques industriels: PCB
 - iii) Polluants indésirables: hexachlorobenzène, dioxines et furannes
 - iv) Hydrocarbures aromatiques
- 2) Métaux lourds et composés organométalliques:
 - i) Mercure, cadmium, plomb
 - ii) composés organomercuriques, organoplombiques et organostanniques
 - iii) Zinc, cuivre et chrome

Composés organohalogénés:

- i) Hydrocarbures aliphatiques halogénés tels que les solvants chlorés - trichloroéthane, dichloroéthane et trichlorométhane - et les paraffines chlorées
- ii) Hydrocarbures aromatiques halogénés tels que les chlorobenzènes, naphthalènes polychlorés, éthers de polybromodiphényle et polybromobiphényles.
- iii) Composés phénoliques chlorés
- iv) Pesticides organohalogénés

Substances radioactives

Éléments nutritifs : matières organiques biodégradables, composés azotés et phosphorés et matières solides en suspension d'origine anthropique, industrielle et agricole, libérés avec:

- i) les eaux usées industrielles générées par la fabrication d'aliments et de boissons, par l'industrie textile, le tannage et le finissage des peaux, l'industrie du papier et de la pâte à papier, l'industrie des engrais phosphatés et l'industrie pharmaceutique
- ii) les activités agricoles
- iii) les émissions dans l'atmosphère – notamment NO_x et NH₃

Les déchets dangereux, pour ceux qui sont énumérés aux annexes de la Convention de Bâle, ainsi que:

- i) les produits chimiques obsolètes comprenant des stocks de composés organochlorés interdits tels que la dieldrine et le DDT, et des stocks de produits périmés
- ii) les huiles lubrifiantes usées
- iii) les piles/accumulateurs: de type traditionnel zinc-carbone, alcalin, au mercure, à l'oxyde d'argent, au zinc, au lithium, au nickel-cadmium; les batteries ou accumulateurs de type plomb-acide, nickel-fer et nickel-cadmium.

Le concept de bilan de base a été introduit dans le cadre de la stratégie opérationnelle du PAS pour permettre aux autorités nationales et locales ainsi qu'aux partenaires nationaux associés au PAS de suivre l'évolution et d'évaluer les bénéfices qui résulteraient des investissements économiques, humains et intellectuels effectués au cours de la mise en œuvre des actions curatives énoncées dans les PAN et dans les programmes sectoriels.

Les incidences synergiques du bilan de base et du BDN devraient assurer la traçabilité et la fiabilité de la mise en œuvre de la stratégie du PAS et de la réalisation de ses objectifs.

Les objectifs généraux adoptés au titre du PAS sont :

- À l'horizon 2025, les rejets émanant de sources ponctuelles et les émissions dans l'atmosphère, dans la zone du Protocole, à partir d'installations industrielles, devront être conformes aux dispositions du Protocole et à d'autres dispositions internationales et nationales convenues
- Dans un délai de 10 ans, réduire de 50% les rejets, émissions et pertes de substances toxiques, persistantes et susceptibles de bioaccumulation à partir d'installations industrielles
- Dans un délai de 10 ans, réduire de 50% les rejets, émissions et pertes de substances polluantes provenant d'installations industrielles aux «points chauds» et dans les zones problématiques.

Le PAS assigne également des objectifs supplémentaires intermédiaires et plus spécifiques (voir annexe I)

Les principaux jalons de l'élaboration des plans d'action nationaux (PAN) sont:

- 2003 est l'année de départ pour l'établissement d'un bilan de base pour chaque objectif du PAS
- 2010 est l'année d'ici laquelle une réduction de 50% des déchets devrait être obtenue.
- 2025 est l'année à laquelle tous les rejets et émissions devraient être conformes aux dispositions du Protocole «tellurique».

3. Vue d'ensemble des activités industrielles dans la région méditerranéenne

La région méditerranéenne se caractérise par son hétérogénéité, ses contrastes et des ressources naturelles limitées. Les pays du pourtour du bassin méditerranéen présentent différents niveaux de développement et également des caractéristiques environnementales variées (climat, pénurie d'eau, etc.). La structure industrielle est pareillement hétérogène en termes de secteurs et de taille des entreprises. Les secteurs vont des activités extractives, sidérurgiques, pétrochimiques et de cimenterie aux activités agricoles, au traitement des peaux, à la fabrication du papier et à l'agroalimentaire. Par suite de cette diversité, il y a de grandes entreprises, le plus souvent publiques, qui côtoient des petites entreprises ou artisans familiaux ou traditionnels qui n'utilisent pas souvent des méthodes modernes de production. Il est fréquent que les activités industrielles coexistent avec le tourisme et la surpopulation du littoral, et qu'elles soient situées à proximité des grandes agglomérations. Les usines sont même souvent situées au cœur des villes.

Les secteurs industriels les plus importants de la région méditerranéenne sont (CAR/PP, 2001) les suivants:

- raffineries de pétrole
- industries alimentaires et agroalimentaires
- engrais et produits chimiques inorganiques
- métallurgie
- peaux et cuirs
- ciment
- teinture des textiles
- papier et pâte à papier
- produits chimiques organiques
- peintures et matières plastiques
- production d'énergie
- Gaz
- produits pharmaceutiques

Si l'on retient comme région méditerranéenne les bassins hydrographiques qui se jettent dans la mer Méditerranée (figure 1), seuls quelques pays (Albanie, Chypre, Grèce, Italie et Tunisie) ont leurs activités industrielles limitées à ces bassins. Tous les autres pays méditerranéens n'ont qu'une partie de leur industrie dans ces bassins. Il s'ensuit que les données nationales sur le secteur industriel ne représentent pas la situation véritable de la région méditerranéenne.

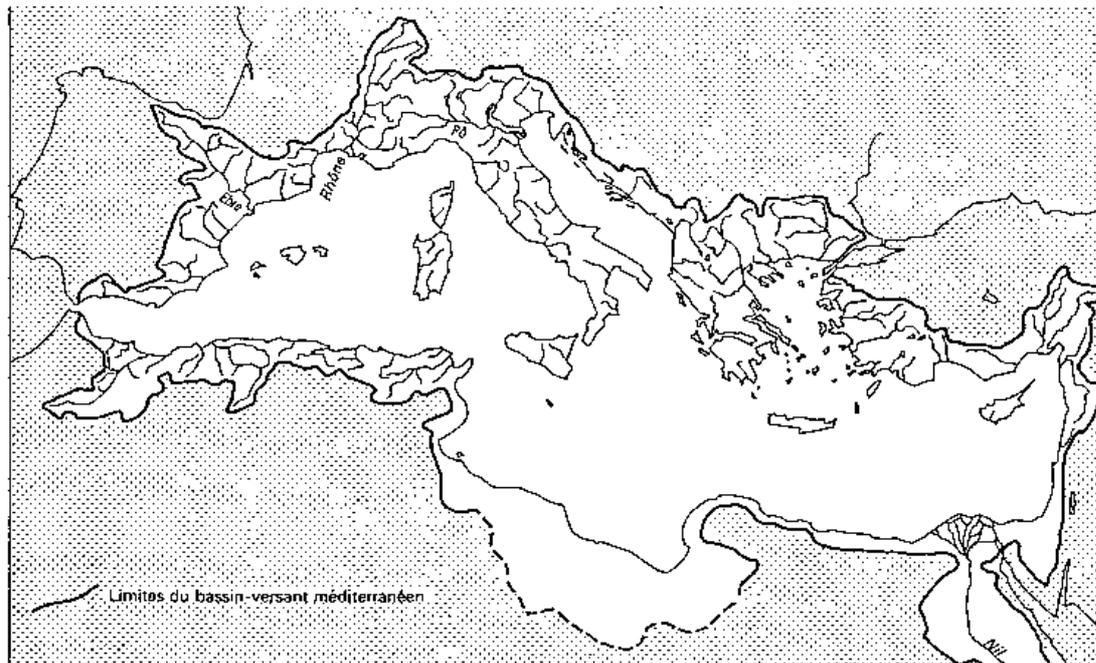


Figure 1. Bassins hydrographiques de la région méditerranéenne

4. Approche et méthodologie fondamentales

Comme on l'a dit au chapitre précédent, le secteur industriel de la région méditerranéenne est très diversifié. Il comprend quelques grandes unités, appartenant souvent au secteur public, qui sont liées à la production d'énergie (centrales) ou à l'industrie pétrolière, et une foule d'unités relativement plus petites travaillant dans d'autres branches comme la production d'engrais, l'agroalimentaire, la métallurgie, le ciment, les peaux, le textile, le papier et les produits chimiques. Il y a souvent des unités très petites - de taille «familiale» - spécialement dans des branches tels que le cuir, un certain type de produits métallurgiques et le textile. La différence de taille est souvent liée à une différence importante dans la technologie utilisée, ce qui conduit, de la part d'entreprises industrielles similaires, à des rejets tout à fait différents. Cette différence s'accuse surtout lorsque l'on compare des unités industrielles relativement de petite taille entre différentes régions méditerranéennes. Par conséquent, il est extrêmement difficile d'établir une méthode uniforme pour estimer les rejets de polluants émanant de branches industrielles similaires le long du littoral méditerranéen.

Pour établir le présent document, il a été procédé à une recherche des informations existantes auprès d'organismes tant internationaux que nationaux travaillant sur des questions similaires (comme le PNUE, le CAR/PP, l'US EPA, l'Autorité norvégienne de lutte antipollution, les autorités nationales en Méditerranée, etc.). Ces données ont servi à établir les tableaux qui sont présentés à l'annexe II

Les coefficients d'émission qui sont présentés dans le présent document ne peuvent être considérés comme définitifs. Certains pays possèdent en fait leurs propres données sur les émissions de polluants émanant de leurs industries, qui ont été obtenues sur la base d'investigations spécifiques ou d'activités de surveillance régulières. Il est prévu que ces pays modifieront les coefficients d'émission proposés en fonction de leurs propres données, ce qui contribuera à réajuster les coefficients proposés à des valeurs plus réalistes.

Lors de l'établissement des tableaux de coefficients d'émission, une difficulté importante a tenu au manque d'informations précises sur la plupart des polluants concernés par le «bilan

de base national» du PAS. S'agissant de la majeure partie des POP, des composés organohalogénés et des déchets dangereux, il n'existe pas dans la bibliographie d'informations détaillées sur leurs émissions/rejets par le secteur industriel. Par contre, il existe des informations adéquates sur les gaz à effet de serre et les métaux dans les émissions atmosphériques ainsi que sur les matières organiques et les métaux dans les effluents liquides. Ces différences dans les informations disponibles soulignent la nécessité, pour les autorités compétentes, de combler les lacunes. Il faudra à l'avenir s'attacher davantage à caractériser les émissions atmosphériques et les effluents liquides, en relation avec les POP et les composés organohalogénés.

Par conséquent, la présentation des coefficients d'émission dans le présent document devra se décliner en fonction des informations disponibles, en soulignant dans chaque cas les lacunes existantes.

5. Questions et réponses

La méthodologie utilisée pour élaborer les présentes lignes directrices se fonde sur une approche interactive entre le Secrétariat et l'Autorité nationale chargée de leur application. Le chapitre «questions/réponses» qui suit est destiné à faciliter la mise en œuvre des différentes étapes de la méthodologie; les étapes sont étroitement liées entre elles et une étape ne peut-être réalisée avant que la précédente n'ait d'abord été menée à bien.

QUESTION 1: Comment établir le bilan diagnostic national (BDN) et le bilan de base de polluants?

Le BDN est défini dans le PAS comme une contribution majeure à l'élaboration de chaque PAN. Il a pour principal objet d'identifier et d'évaluer les conditions et questions qui prévalent au plan national, et notamment les problèmes, contaminants, modifications physiques et destruction d'habitats, causes de dégradation, importance des impacts et zones problématiques.

Le bilan de base pour un polluant X visé par le PAS est, par définition, la somme des quantités de X émises/rejetées par chaque région administrative côtière relevant des frontières (ou juridiction) nationales.

Une méthodologie détaillée est fournie, dans les présentes lignes directrices, pour l'estimation et le calcul du bilan de base. Elle permet au pays et au Secrétariat de fixer une base de départ pour les émissions/rejets de polluants à partir de laquelle il serait possible de suivre de manière fiable les réductions obtenues par la suite.

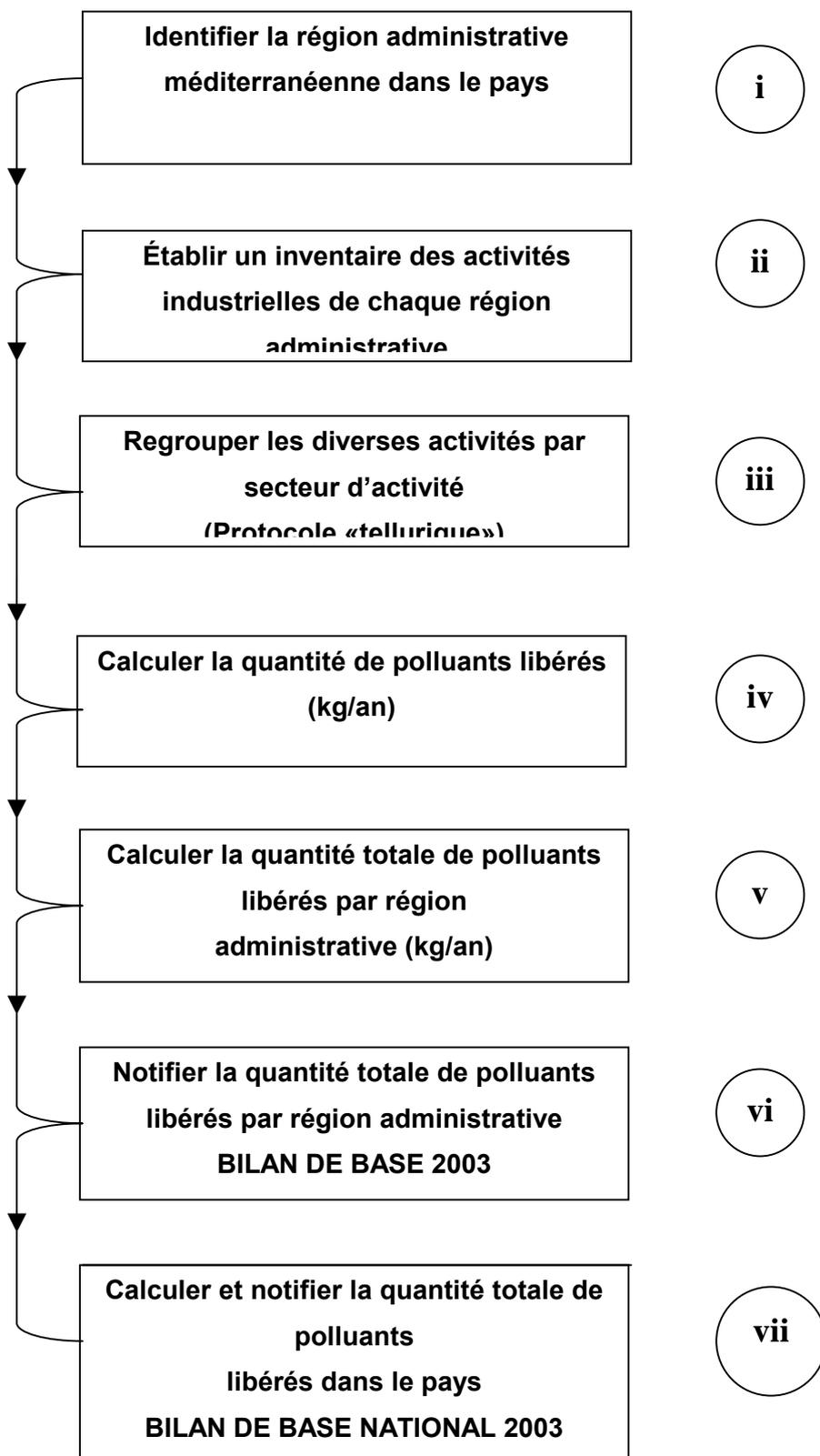


Figure 2. Élaboration par étapes des BDN et du bilan de base

Par conséquent, les étapes nécessaires à l'élaboration du BDN, présentées sur la figure 2, peuvent se détailler comme suit:

i) Identifier la région administrative au sein du pays, qui sera incluse dans le BDN

Pour choisir la région administrative du pays, il convient de prendre en considération la situation au sein du bassin hydrographique et la disponibilité d'informations. Ainsi qu'il a été mentionné ci-dessus, dans la plupart des pays méditerranéens, seule une partie de leur territoire se trouve dans un bassin hydrographique se jetant dans la Méditerranée. Il importe donc de choisir les régions administratives qui sont pertinentes pour le présent exercice. La figure 3 présente, à titre indicatif, une carte des régions administratives établie par le Plan Bleu, qui peut également être utilisée pour le BDN.

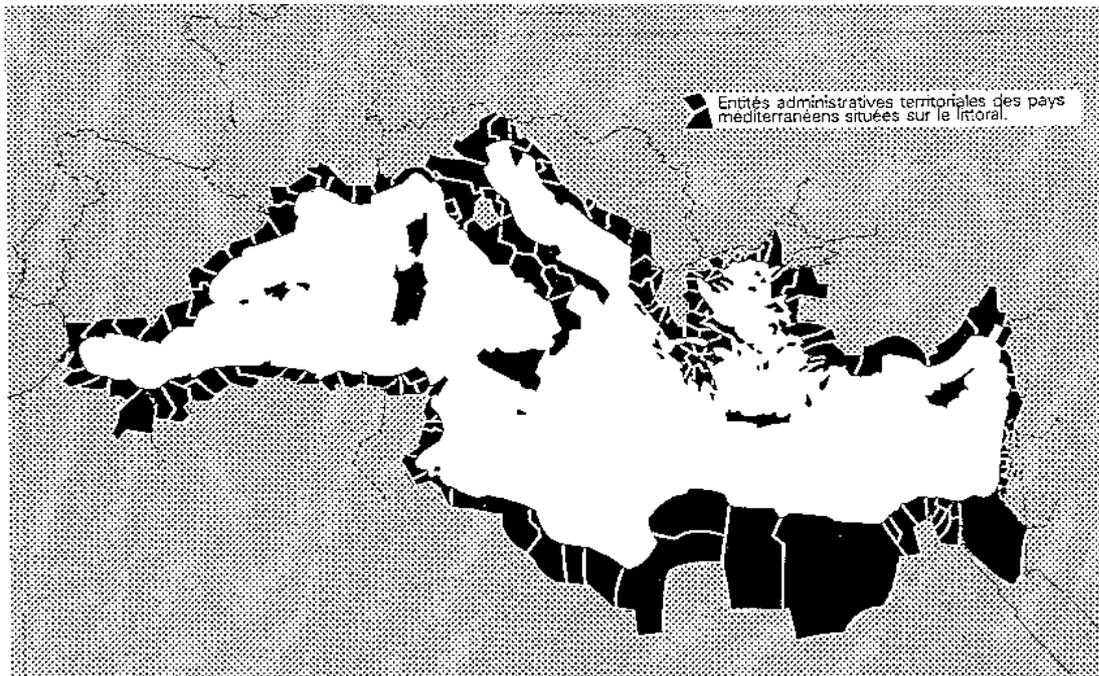


Figure 3. Régions administratives méditerranéennes (Plan Bleu).

ii) Établir un inventaire des entreprises industrielles dans chaque région administrative

La région administrative dispose souvent d'informations à jour sur ses activités industrielles ainsi que sur les émissions/rejets de polluants qui en émanent. Par conséquent, elle constitue l'entité idoine pour l'établissement d'un inventaire des activités industrielles.

iii) Regrouper les diverses activités industrielles par secteurs d'activités (tels que spécifiés dans le Protocole «tellurique»)

Les diverses activités industrielles seront regroupées par secteurs d'activité tels que ceux-ci sont spécifiés dans le Protocole «tellurique». Les principaux secteurs d'activité sont les suivants: raffinage du pétrole, industries alimentaires, traitement des produits alimentaires, production d'engrais, métallurgie, cuirs et peaux, ciment, teinture, papier et pâte à papier, produits chimiques, production d'énergie, produits pétrochimiques, gaz, produits pharmaceutiques, peintures et matières plastiques.

iv) Calculer la quantité de polluants libérés en kg/an, sur la base des tableaux de l'annexe II

Remarque: si la quantité libérée ne figure pas sur les tableaux de l'annexe II ou si les pays disposent de données plus détaillées et spécifiques pour leurs propres industries, ils peuvent les utiliser. Les tableaux vides 2a et 2b fournis à l'annexe III doivent être complétés par les autorités nationales en indiquant les coefficients d'émission utilisés pour les bilans de base.

v) Calculer la quantité totale de polluants libérés par région administrative telle que définie à l'étape (i).

vi) Notifier sur un tableau séparé (tableau 3a de l'annexe IV) la quantité totale de polluants libérés par région administrative pour l'année 2003. Ce montant constituera le bilan de base (BB) pour la région administrative.

vii) Calculer le bilan de base national (BB) pour l'année 2003 en faisant la somme des bilans de base des régions administratives (d'après le tableau 3a) et présenter le BB national sur le tableau 3b de l'annexe IV.

QUESTION 2: Quels types d'industrie devraient être inclus dans le calcul du bilan de base?

Le premier objectif du PAS (après l'établissement du bilan de base pour 2003) consiste à réduire de 50% les rejets/émissions des polluants visés. Pour certains polluants, cette réduction doit être obtenue en 2005, et pour la plupart d'entre eux elle doit l'être en 2010. Aux fins des présentes lignes directrices, les industries de la région méditerranéenne peuvent être classées dans les catégories suivantes: celles qui ont déjà appliqué des mesures de réduction de leurs rejets/émissions de polluants (avec différents degrés de réussite) et celles qui ont peu fait (ou rien fait) pour prévenir la libération de polluants dans l'environnement. Il s'ensuit qu'il ne serait pas logique d'escompter une réduction de 50% de la part d'une entreprise qui possède déjà un système satisfaisant de réduction des polluants en recourant aux meilleures technologies disponibles (MTD) et qui fait en sorte que la qualité de ses effluents reste conforme à la législation environnementale en vigueur. Une telle démarche pourrait conduire à un échec total de la mise en œuvre du PAS puisque ces entreprises technologiquement avancées ne pourraient atteindre la réduction de polluants requise.

Pour traiter ce problème avec réalisme, on pourrait mettre l'accent sur la réduction des rejets/émissions de polluants par les industries qui n'utilisent pas les MTD pour traiter leurs effluents ou pour leur processus de production. Plus concrètement, on pourrait prendre en considération deux groupes d'entreprises industrielles: a) celles qui respectent les normes nationales et/ou internationales pour leurs rejets/émissions de polluants, et b) celles qui ne respectent pas les normes précitées. Lors de la première phase de mise en œuvre du PAS (horizon 2010), l'objectif consistera à obtenir une réduction de 50% des rejets/émissions de polluants par les entreprises qui ne respectent pas les normes nationales/internationales. Toutefois, **toutes les entreprises industrielles (qu'elles respectent ou non les normes) devraient être incluses dans la liste et leurs rejets/émissions de polluants devraient être notifiés: le bilan de base de la région (et du pays) sera alors calculé sur la totalité d'entre elles.**

L'idée sous-jacente à cette approche est d'encourager tous les pays à faire rapport sur l'ensemble de leurs activités industrielles générant des polluants, même si, pour certaines d'entre elles, il n'est pas technologiquement possible d'obtenir une réduction de 50%. Cela

nous permettra d'avoir d'ici à 2010 un large inventaire des charges polluantes émanant des activités industrielles et, dans le même temps, un bénéfice net de la réduction de la pollution par les entreprises qui n'appliquent pas de MTD pour maîtriser leurs polluants.

La surveillance continue et l'établissement de rapports font partie intégrante du PAS. Les pays méditerranéens doivent mettre en place de systèmes de surveillance continue, d'inspection et d'information. La surveillance continue pourra être effectuée par des équipes d'experts nationaux ou internationaux agréés. Tous les deux ans, des rapports doivent être soumis aux réunions des Parties contractantes en présentant les mesures prises, les résultats obtenus ainsi que les difficultés rencontrées dans l'application de la méthodologie et la mise en œuvre du PAS.

L'organigramme de la figure 4 présente les étapes à suivre pour établir le bilan de base de polluants industriels au niveau régional.

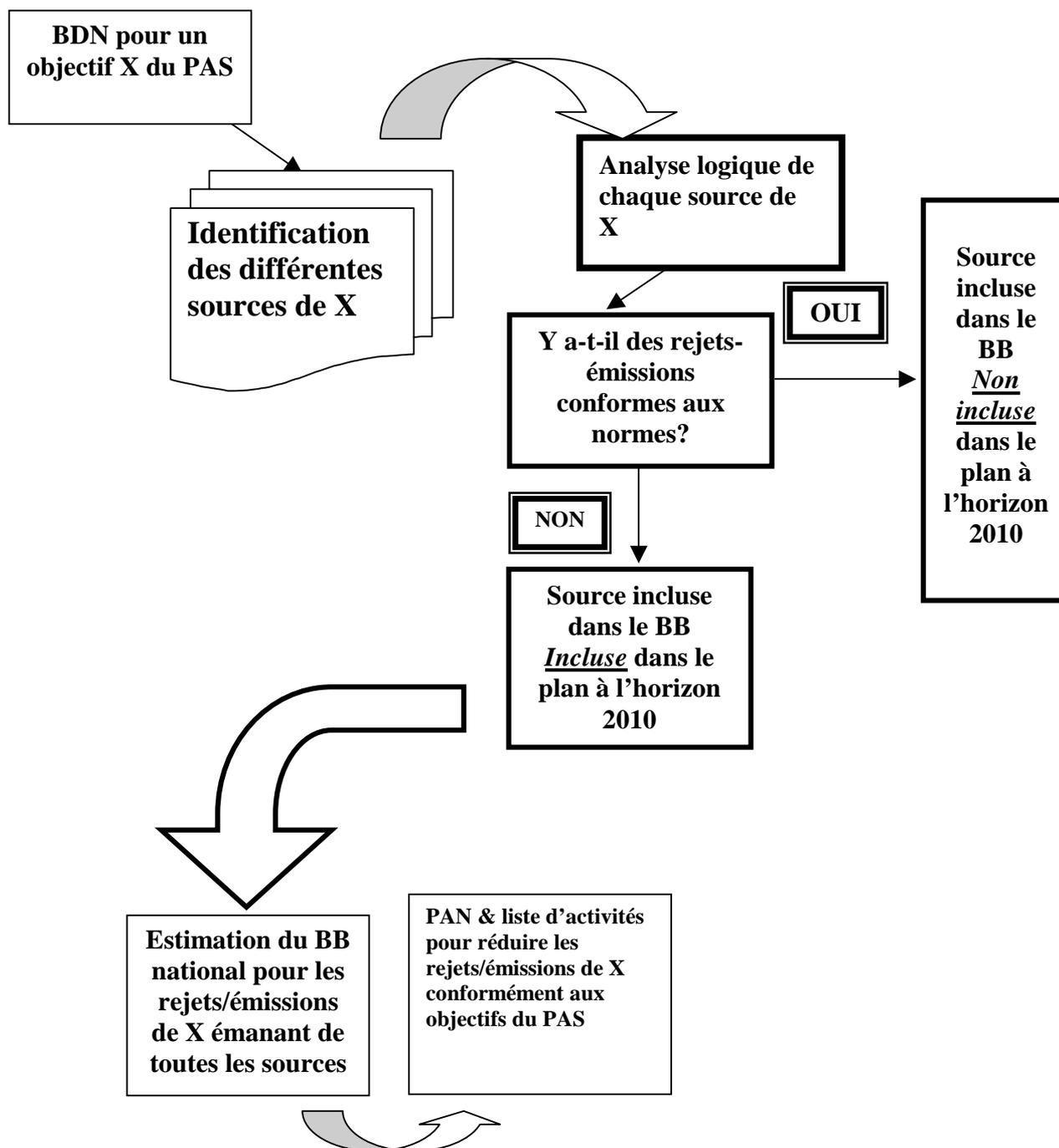


Figure 4. Organigramme indiquant les étapes à suivre au niveau national pour élaborer un PAN à la suite du bilan de base pour 2003

- BDN:** bilan diagnostique national
- PAS:** Programme d'actions stratégiques
- PAN:** plan d'action national
- DEOM:** Diagnostic environnemental des opportunités de minimisation
- BB:** bilan de base
- X:** polluant spécifique

La figure 5 représente la réduction escomptée dans les rejets/émissions de polluants en région méditerranéenne.

D'après cette figure, il est prévu que la somme des réductions des sources incluses dans le BB et incluses dans le plan à l'horizon 2010 sera plus faible qu'en 2003 ($A'B' < AB$) et la somme des réductions du PAS. Par contre, la somme des réductions de sources incluses dans le BB et non incluses dans le plan à l'horizon 2010 devrait théoriquement rester constante ($BC = B'C'$).

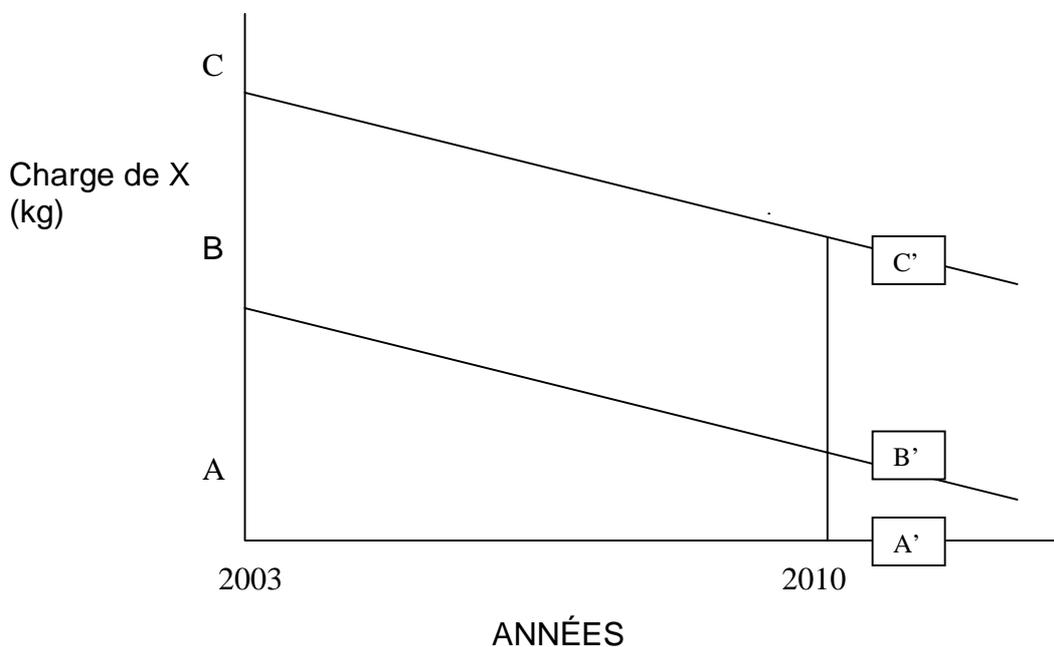


Figure 5: Réduction de la charge du polluant X avec le temps.

AB: Somme de la charge polluante X émanant d'entreprises industrielles qui ne sont pas en conformité avec la législation nationale en 2003

BC: Somme de la charge polluante X émanant d'entreprises industrielles qui sont en conformité avec la législation nationale (en utilisant les MTD) en 2003

AC: Somme totale des charges polluantes X émanant de toutes les entreprises industrielles en 2003

A'B': Somme totale des charges polluantes X émanant d'entreprises industrielles qui ne sont pas en conformité avec la législation nationale en 2010, $A'B' = 0,5AB$

B'C': Somme des charges polluantes X émanant des entreprises industrielles qui sont en conformité avec la législation nationale (en utilisant les MTD) en 2010, $B'C' = BC$

A'C': Somme totale des charges polluantes X émanant de toutes les entreprises industrielles en 2010.

6. Coefficients d'émission

Les lignes directrices pour le bilan de base sont conçues pour permettre l'évaluation et l'établissement de rapports sur les inventaires de contaminants, qui sont émis et/ou rejetés à partir de sources industrielles et urbaines.s'inscrivant dans les activités du BDN. La quantification des substances dangereuses devrait reposer sur deux grandes approches : l'une axée sur les sources et l'autre sur les charges (Harmonized Quantification and Reporting Procedures for Hazardous Substances, Norwegian Pollution Control Authority, 2001).

Dans ces deux approches, la quantification des substances dangereuses émises peut être faite au moyen de deux méthodes:

- i) Mesure des niveaux de concentration des émissions/rejets à la source et quantification en recourant à des données complémentaires sur l'activité source, autrement dit volumes rejetés ou émis par période de temps)
- ii) Estimation des émissions/rejets à partir de sources, sur la base de divers coefficients d'émission, et quantification en recourant à des données complémentaires, telles que les taux d'activité industrielle, les statistiques de ventes de produits sur le marché, le flux de matières, les valeurs signalées dans la bibliographie pour les valeurs types des émissions/rejets.

L'exercice a pour visée ultime d'établir un chiffre quantifiant le rejet du polluant X par an pour une entreprise industrielle donnée. Dans les pays et/ou les secteurs industriels pour lesquels il existe des données spécifiques, il est relativement simple de transformer les données en émission/rejet annuel total. Si ces données font défaut, il est sinon possible d'estimer le rejet annuel du polluant par l'approche axée sur les charges au moyen des coefficients d'émission proposés à l'annexe II du présent document. Il convient de souligner que les coefficients d'émission communiqués doivent être considérés comme un point de départ à partir duquel les pays peuvent développer leurs propres hypothèses et données nationales. À vrai dire, les hypothèses et données nationales sont toujours préférées car les hypothèses et données par défaut peuvent n'être pas toujours appropriées à des contextes nationaux spécifiques.

Méthodologie générale

La méthodologie générale utilisée pour estimer les émissions/rejets associés à chaque procédé industriel implique la connaissance des données de production au niveau de l'activité, autrement dit la quantité de matière produite ou consommée et, un facteur d'émission /rejet associé par unité de consommation/production selon la formule suivante:

$$\text{TOTAL}_{ij} = A_j \times \text{CE}_{ij}$$

où:

TOTAL_{ij} = émission/rejet du processus (kg/an) pour le polluant i pour le secteur d'activité industriel j

A_j = quantité d'activité ou unité de production de la matière transformée dans le secteur d'activité industrielle j (tonnes/an)

CE_{ij} = coefficient d'émission associé à un polluant i par unité de production dans le secteur d'activité industriel j (kg/tonne)

La méthode constitue la relation fondamentale pour l'évaluation des émissions du processus industriel. Les coefficients d'émission peuvent être calculés en analysant le

processus de production d'une usine donnée et en utilisant des formules mathématiques complexes. Cependant, les coefficients d'émission calculés pour une usine peuvent servir de base à l'estimation des émissions/rejets de polluant d'autres usines ayant des procédés de production similaires. C'est l'approche suivie dans le présent document.

7. Exemple

Pour illustrer l'application de la méthodologie proposée pour l'estimation du bilan de base des polluants émis/rejetés et l'établissement du bilan diagnostique national, un exemple théorique est présenté ci-dessous. Nous suivrons l'approche par étapes présentée au chapitre 5 (figure 2).

Nous identifions la région administrative AAA (**étape i** de la figure 2) dans le pays BBB, où sont situées les activités suivantes (**étape ii** de la figure 2 – inventaire des activités industrielles et **étape iii** de la figure 2 – regroupement des diverses activités par secteur):

- **deux (2) usines textiles:**

L'usine **TEX1** est une usine uniquement de transformation (coton) avec une production de 10 000 kg de coton/jour. L'usine **TEX2** est une usine de finissage/teinture (acrylique/laine) avec une production de 7 000 kg de laine et de 18 000 kg d'acrylique par jour. Les deux usines fonctionnent 280 jours par an.

- **Deux (2) tanneries.**

L'usine **TAN1** traite 1 500 kg de peaux brutes par jour. L'usine **TAN2** traite 1 200 kg de peaux prétraitées (finissage). Les tanneries fonctionnent 220 jours par an.

Ces données sont fournies par l'autorité régionale qui enquête sur le développement industriel de la zone. Pour calculer la quantité de polluants libérée par chaque usine de la région (**étape iv** de la figure 2), nous utilisons:

- Textiles

Émissions dans l'atmosphère

COV (composés organiques volatiles) (nous utilisons les données sur les coefficients d'émission (CE) pour l'impression de tissus, annexe II, page 25)

TEX1: Pas d'émissions atmosphériques (pas de processus de teinture)

TEX2: 25 000 kg tissu /jour X 23 kg de COV/10³ kg de tissu = 575 kg de COV/jour
575 kg de COV/jour X 280 jours = 161 000 kg/an

Rejets liquides

DBO₅ (CE à l'annexe II, page 25)

TEX1 (coton, pas de teinture):

Lavage et trempage de 10 000 kg/jour de tissu x 23 kg de DBO₅/10³ kg de tissu = 230 kg de DBO₅

Blanchiment : 10 000 kg /jour de tissu X 10 kg de DBO₅/10³ kg de tissu = 100 kg de DBO₅

TOTAL DBO₅ pour TEX1 = 230 + 100 = 330 kg de DBO₅

330 Kg de DBO₅ X 280 jours/an = 92 400 kg / an

TEX2 (laine/acrylique, finissage, teinture):

Laine

Teinture 7 000 kg de tissu/jour X 21 kg de DBO₅/10³ kg de tissu = 147 kg de DBO₅

Acrylique

Finissage 18 000 kg/jour de tissu X 60 kg de DBO₅/10³ kg de tissu = 1 800 kg de DBO₅

Teinture 18 000 kg/jour de tissu X 26 kg de DBO₅/10³ kg de tissu = 468 kg de DBO₅

TOTAL DBO₅ pour TEX2 = 147 + 1 800 + 468 = 2 415 kg de DBO₅

2 415 kg de DBO₅ X 280 jours/année = 676 200 kg /an

- Tanneries:

Émissions dans l'atmosphère

Il n'y a pas de données sur les CE atmosphériques des procédés de tannage (annexe II, page 23)

TAN 1 et TAN 2: pas d'émissions

Rejets liquides

DBO₅ (CE à l'annexe II, page 24)

TAN1 (pelanage des peaux brutes de vache, tannage au chrome, retannage, finissage en humide):

Total usine: 1 500 kg de peaux X 95 kg de DBO₅/10³ kg de peaux = 142,5 kg de DBO₅
142,5 kg de DBO₅ X 220 jours/an = 31 350 kg / an

TAN2 (seulement finissage des peaux prétraitées):

Total usine: 1 200 kg de peaux X 67 kg de DBO₅/10³ kg de peaux = 80,4 kg de DBO₅
80,4 kg de DBO₅ X 220 jours/an = 17 688 kg / an

Total N (CE de l'annexe II, page 23)

TAN1 (pelanage des peaux brutes de bovins, tannage au chrome, retannage, finissage en humide):

Total usine: 1 500 kg de peaux X 14 kg de N/10³ kg de peaux = 21 kg de N
21 kg de N X 220 jours/an = 4 620 kg de N/ an

TAN2 (seulement finissage de peaux prétraitées):

Total usine: 1 200 kg de peaux X 6 kg de N/10³ kg de peaux = 7,2 kg de N
7,2 kg de N X 220 jours/an = 1 584 kg de N/an

Chrome (CE de l'annexe II, page 23)

TAN1 (pélanage de peaux brutes de bovins, tannage au chrome, retannage, finissage en humide):

Total usine: 1 500 kg de peaux X 4,3 Kg de Cr/10³ kg de peaux = 6,45 kg de Cr
6,45 kg de Cr X 220 jours/an = 1 419 kg de Cr/an

TAN2 (seulement finissage de peaux prétraitées):

Total usine: 1 200 kg de peaux X 1,2 kg de Cr/10³ kg de peaux = 1,44 kg de Cr
1,44 kg de Cr X 220 jours/an = 316,8 kg de Cr /an

TOTAL ÉMISSIONS/REJETS PAR RÉGION ADMINISTRATIVE

Le total des émissions/rejets de polluants à partir des sources de pollution de la région administrative est calculé en faisant la somme de toutes les émissions/rejets ci-dessus (**étape v** de la figure 2):

Émissions dans l'atmosphère

Total des COV pour la région (à partir des usines textiles seulement)

TEX1 + TEX2

161 000 kg/an + 96 600 kg/an = 257 600 kg de COV/an

Soit: **total régional des COV: 257 600 kg/an**

Rejets dans l'eau

Total régional de la DBO₅

TEX1 + TEX2 + TAN1 + TAN2

92 400 kg/an + 676 200 kg/an + 31,350 kg/an + 17 688 kg/an = 817 638 kg de DBO₅/an

Soit: **total régional de la DBO₅: 817 638 kg de DBO₅/an**

Total régional de N (total):

TAN1 + TAN2

4 620 Kg de N/an + 1 584 kg de N/an = 6 204 kg de N/an

Soit: **total régional de N: 6 204 kg de N/an**

Total régional Cr:

TAN1 + TAN2

1 419 kg de Cr/an + 316,8 kg de Cr/an = 1 735,8 kg de Cr/an

Soit: **total régional Cr: 1 735, 8 kg de Cr/an**

Le total de polluants libérés dans l'eau et dans l'atmosphère pour la région, qui a été calculé au moyen des coefficients d'émission fournis à l'annexe II, sera communiqué comme bilan

de base régional de polluants pour l'année 2003 pour la région administrative AAA et sera inscrit sur le tableau 3a de l'annexe IV (**étape vi** de la figure 2). Sur le tableau de la page suivante sont inscrits les estimations d'émission/rejet pour la région administrative AAA (pays BBB) de l'exemple.

Le bilan de base national du pays BBB sera calculé en faisant la somme des quantités de polluants libérés de la région administrative AAA et des quantités de polluants des autres régions administratives du pays (**étape vii** de la figure 2). Les résultats seront présentés sur le tableau 3b (annexe IV).

8. Références

- 1- CAR/PP (Centre d'activités régionales pour la production plus propre), 2001. State of cleaner production in the Mediterranean Action Plan countries, 235 p.
- 2- Danish Environmental Protection Agency, 1997. Environmental Assessment of Textiles, Ministry of Environment and Energy.
- 3- Document opérationnel pour la mise en œuvre du Programme d'actions stratégiques visant à combattre la pollution due à des activités menées à terre(PAS)
- 4- Environment Canada, 1989. Environmental Assessment of the Canadian Textile Industry, Canada.
- 5- European IPPC Bureau, 1998. Institute of Prospective Technological Studies, IPPC Draft Reference Document on best available technique in the pulp and paper industry
- 6- Frendrup, H., Faergemann & S. R. Rydin, 1995. Environmental management of Tanneries – A practical handbook, DTI.
- 7- Markantonatos, G., 1990. Traitement et élimination des effluents liquides (en grec), Athènes, 738 p.
- 8- Nemerow, N. and Dasgupta, 1981. Industrial water pollution, London.
- 9- Norwegian Pollution Control Authority, 2001. Harmonized Quantification and Reporting Procedures for Hazardous Substances (HARP-HAZ) (in cooperation with DG XI European Commission and European Environmental Agency), www.sft.no/english/harphaz/
- 10- OMS, 1982. Rapid assessment of sources of air, water and land pollution, WHO offset publication No 62, Geneva, 113 p.
- 11- PAM/PNUE, 1991. Industrie et environnement en Méditerranée, Évolution et perspectives. Les Fascicules du Plan Bleu, 4, 115 p.
- 12- PAM/PNUE, 1999. Programme d'actions stratégiques visant à combattre la pollution due à des activités menées à terre, Athènes, 178 p.
- 13- PNUE, Chemicals, 1999. Regionally based assessment of persistent toxic substances (Workshop Reports), IOMC, 236 p.
- 14- US EPA, 1979. Development Document for effluent limitations guidelines and standards for textile mills, Environmental pollution and control in the textile processing industry.
- 15- US EPA, 2001. www.epa.gov/ttn/chief/AP-42.
- 16- US EPA, 2001. Documentation for the 1996 base year National toxics inventory for area sources.
- 17- YPEHODE, 2001 (Ministère grec de l'environnement, de l'aménagement du territoire et des travaux publics). Directive 96/61/UE pour la prévention et la lutte antipollution intégrées (IPPC). Propositions de la Grèce pour les MTD (7 Volumes, en grec).

ANNEXE I

Le PAS:

**Objectifs et activités pour certains domaines et
certaines catégories de polluants**

Les objectifs et activités requis aux niveaux régional et national sont spécifiés dans le PAS et agencés en trois domaines et plusieurs catégories pour chaque domaine:

a) Environnement urbain:

- i) Eaux usées municipales
- ii) Déchets solides urbains
- iii) Pollution atmosphérique

Question	Objectifs		Activités régionales	Activités nationales
	2005	2025		
Eaux usées municipales	Éliminer les eaux usées des villes > 100000 hts conformément au Pr. tellurique	Éliminer toutes les eaux usées conformément au Pr. tellurique	<ul style="list-style-type: none"> - Actualiser les lignes directrices - Élaborer des programmes écologiquement rationnels de traitement des eaux usées - Promouvoir des programmes de recherche 	<ul style="list-style-type: none"> - Actualiser les réglementations nationales - Élaborer des plans d'action et programmes nationaux de gestion écologiquement rationnelle des eaux usées - Raccordement au réseau d'égouts - Mise en place d'émissaires - Traitement tertiaire - Bonne économie domestique - Réutilisation des eaux usées traitées - Collecte séparée des eaux - Réutilisation des boues - Interdiction des rejets de boues dans la mer
Déchets solides urbains	Système de gestions des déchets solides dans les villes > 100000 hts	Gestion des déchets urbains dans toutes les agglomérations urbaines	<ul style="list-style-type: none"> - Lignes directrices pour les déchets solides urbains - Développer la réduction à la source et le recyclage 	<ul style="list-style-type: none"> - Plans d'action nationaux de réduction à la source et de recyclage - Systèmes nationaux de gestion des déchets solides pour les villes > 100000 hts
Pollution atmosphérique	Villes > 100000 hts: qualité de l'air ambiant conforme aux normes	Qualité de l'air ambiant des villes conforme aux normes	<ul style="list-style-type: none"> - Formuler et adopter des objectifs de qualité de l'air 	<ul style="list-style-type: none"> - Promouvoir la gestion du trafic - Essence sans plomb - Inspection des véhicules - Utilisation du gaz - Transports en commun

b) Développement industriel:

- i) Substances toxiques, persistantes et susceptibles de bioaccumulation (TPB): polluants organiques persistants (POP); métaux lourds Hg, Cd, Pb et composés organométalliques;
- ii) autres métaux lourds: Zn, Cu, Cr
- iii) composés organohalogénés
- iv) substances radioactives

- v) éléments nutritifs et solides en suspension, y compris: eaux usées municipales, eaux usées industrielles, incidences des activités agricoles et émissions atmosphériques; et
- vi) déchets dangereux

Question	Objectifs			Activités régionales	Activités nationales
	2005	2010	2025		
1) Pollution industrielle		Réduction de 50% des TPB	Rejets et émissions de sources ponctuelles conformes au Prot. tell. et aux normes	<ul style="list-style-type: none"> - Lignes directrices pour le traitement des eaux usées - Objectifs de qualité du milieu pour les sources ponctuelles - Programme d'information - Programme de recherche - Lignes directrices pour les MTD et la MPE - Gestion environnementale 	<ul style="list-style-type: none"> - Inventaire des sources ponctuelles - Réglementations nationales - Priorité aux PME - Gestion environnementale
2) TPB - POP	Réduire de 50% les POP Réduire les apports Collecte et éliminat. de tous les PCB	Élimin. progressive des apports de POP		<ul style="list-style-type: none"> - Fournir une information technique - Lignes directrices pour la MPE et les MTD - Valeurs limites pour les rejets de sources ponctuelles de HAP 	<ul style="list-style-type: none"> - Inventaire des POP et des HAP - Élimination progressive de l'emploi des pesticides - Élimination en toute sécurité des PCB et pesticides - Réduire les émissions de HCB, dioxines, furannes
		Réduire de 25% les apports de HAM	Élimination progrès. des apports de HAP		<ul style="list-style-type: none"> - Appliquer la MPE et les MTD
- Métaux lourds (Hg, Cd, Pb)	Réduire de 50%		Arrêt progressif des rejets, émissions & pertes		<ul style="list-style-type: none"> - Appliquer les MTD et la MPE - Programmes nationaux - Adopter des émissions de 0,5 g Hg/t de chlore ou 5 g Hg/t en fonction du procédé Rejets/ émissions 2 g Hg total
- Composés organo-mercuriques, plombiques, stanniques	Élimin. progr. des organo-Hg	Réduction de 50% des rejets	Elimin. progr. des organo-Pb et organo-Sn	<ul style="list-style-type: none"> - Lignes directrices pour les MTD et la MPE - Objectifs et normes de qualité du milieu 	<ul style="list-style-type: none"> - Inventaire des composés organométalliques - Arrêt progressif de l'emploi des organostanniques comme agents antisalissures et dans les circuits de refroidissement - Appliquer la MPE et les MTD - Gestion environnementale
- Zinc, cuivre,		Réduire les	Cesser les rejets	- Lignes directrices	- adopter 1 mg/l de zinc

Question	Objectifs			Activités régionales	Activités nationales
	2005	2010	2025		
chrome		rejets		pour les MTD et la MPE - Objectifs et normes de qualité du milieu	0,5 mg/l de cuivre pour les rejets en mer - Appliquer les MTD, la MPE et la gestion environnementale
3) - Composés organo-halogénés - Hydrocarbures aromatiques halogénés - Hydrocarbures Aliphatiques halogénés - Composés phénoliques halogénés - Pesticides organo-halogénés		Réduire les rejets	Cesser les rejets	- Lignes directrices pour les MTD et la MPE - Normes et objectifs de qualité du milieu	- Appliquer les MTD, la MPE et la gestion environnementale - Adopter 1 kg/t de rejets de pâte à papier mesurés en AOX - Inventaire des pesticides - Adopter des programmes nationaux de réduction - Réduire l'emploi des solvants chlorés - Réduire et contrôler l'emploi des acides chlorophénoxy 2,4D et 2,5T et des chlorophénols - Participer aux programmes régionaux et internationaux pertinents
4)Substances radioactives			Arrêt des apports	- Système d'information	- Gestion environnementale des déchets radioactifs - Appliquer les MTD et la MPE pour réduire les apports - Système de rapports
5) Éléments nutritifs et solides en suspension - Eaux usées urbaines et industrielles		Réduction de 50% des apports émanant de l'industrie	Tous les déchets éliminés conform. au Prot tellur.	- Lignes directrices pour les MTD et la MPE - Normes et objectifs de qualité du milieu	- Réduire les rejets - Gestion environnementale des eaux usées - Appliquer le traitement tertiaire - Bonne économie domestique - Réutilisation des eaux usées traitées - Gestion environnementale des boues
- Agriculture			Réduire les apports	- Lignes directrices pour une utilisation	- Évaluer les engrais

Question	Objectifs			Activités régionales	Activités nationales
	2005	2010	2025		
				rationnelle des engrais et la réduction des pertes d'éléments nutritifs - Participer aux programmes menés sous l'égide de la FAO	- Évaluer le lisier - Utilisation rationnelle des engrais - Bonnes pratiques agricoles - Participation aux programmes FAO - Application de la Convention sur la désertification
-Émissions atmosphériques					
6) Déchets dangereux		Réduire de 20% la génération de déchets dangereux Éliminer 50% selon des modalités offrant toute sécurité	Éliminer de manière écologiquement rationnelle	- Élaborer une stratégie méditerranéenne de gestion des déchets dangereux - Adopter des mesures antipollution communes	- Stratégie méditerranéenne de gestion des déchets dangereux - Plans nationaux de gestion des déchets dangereux - Élimination écolog. rationnelle des déchets dangereux - Ratification du Protocole «déchets dangereux»
- Produits chimiques obsolètes	collecte et élimin. en toute sécurité pour l'environ.			- Programmes d'échange d'informations	- Programmes de formation sur la collecte, le traitement, l'élimination et le recyclage - Inventaires
- Huiles lubrifiantes usées	Collecte et élimin. de 50% en toute sécurité pour l'environ.			- Adopter des normes pour la teneur en PCB (50 mg/kg)	- Inventaires - Programmes pilotes de collecte, traitement, élimination, recyclage
Piles/ Accumulat.		Réduire de 20% les piles/acc. usés Éliminer 50% de manière écolog. rationnelle.	Éliminer toutes les piles/acc. de manière écologiquement rationnelle		- Inventaires nationaux - Programmes pilotes de collecte, traitement, élimination, recyclage - Programmes spéciaux pour les secteurs des services publics et des établissements militaires

ANNEXE II

**Coefficients d'émission pour les polluants libérés
par l'industrie et les centres urbains**

TABLE DES MATIÈRES

	Page
PRÉFACE	1
1. Pétrole	3
1.1. Raffinage du pétrole	3
1.2. Transport et commercialisation des produits pétroliers	4
2. Industries alimentaires et transformation des aliments	5
2.1. Production de bétail	5
2.2. Transformation du poisson	6
2.3. Fruits et légumes en conserve	6
2.4. Transformation de la betterave à sucre	9
2.5. Production d'huile d'olive	8
2.6. Traitement des huiles végétales (autres qu'huile d'olive par pression à froid)	8
2.7. Vins et spiritueux	9
2.8. Production de bière	10
2.9. Boissons non alcoolisées – jus de fruit	10
3. Engrais et produits chimiques inorganiques	11
3.1. Ammoniac de synthèse	11
3.2. Urée	11
3.3. Sulfate d'ammonium	12
3.4. Acide phosphorique et engrais phosphatés	12
4. Métallurgie	13
4.1. Fonderies à fonte grise	13
4.2. Production sidérurgique	14
4.3. Production d'aluminium de première fusion	15
4.4. Production de plomb de première fusion	17
4.5. Production de cuivre de première fusion	18
4.6. Production d'aluminium de deuxième fusion	19
4.7. Production de plomb de deuxième fusion	19
4.8. Production de cuivre de deuxième fusion	20
4.9. Production d'accumulateurs	21
4.10. Production d'oxydes de plomb et de colorants à base de plomb	22
4.11. Galvanoplastie	22
5. Tannage des peaux	23
6. Manufacture et teinture des textiles	25
7. Papier et pâte à papier	26
8. Produits chimiques organiques	28
8.1. Chlorure de polyvinyle	28
8.2. Tétraphthalate de polyéthylène (PET)	29
8.3. Alkylplomb	29
8.4. Peintures et vernis	30
9. Ciment et produits non métalliques	31
9.1. Ciment	31
9.2. Fabrication de la chaux	32
9.3. Fabrication du verre	32

10. Production d'énergie	33
10.1. Combustion du lignite	33
10.2. Combustion du fioul	34
11. Production de gaz	35
12. Produits pharmaceutiques	35
13. Centres urbains	36
Additif 1 :	39-59
Additif 2 :	60-62

PRÉFACE

Les principaux secteurs industriels en Méditerranée sont (CAR/PP, 2001), en fonction de leur importance dans la région, les suivants:

- Raffineries de pétrole
- Industries alimentaires et transformation des aliments
- Engrais et produits chimiques inorganiques
- Métallurgie
- Traitement des peaux
- Ciment
- Teinture des textiles
- Papier et pâte à papier
- Produits chimiques organiques
- Production d'énergie
- Production de gaz
- Produits pharmaceutiques

Les sources de pollution situées à terre comprennent en outre dans la région méditerranéenne:

- les effluents urbains (villes et stations touristiques)

Les estimations des coefficients d'émission² seront établies pour ces secteurs.

La plupart des coefficients d'émission sont exprimés en kg de polluant par 10³ kg de produit ou de matière première. Pour les dioxines et les furannes (PCDD et PCDF), les coefficients d'émission sont calculés en µg EQT-I / 10³ de produit.

EQT-I: équivalent toxique international. Sur les 75 dioxines et 135 furannes, les 17 congénères ayant des atomes de chlore aux positions 2,3,7 et 8 sont particulièrement préoccupants pour l'environnement. Le congénère le plus toxique est la 2,3,7,8-tétrachlorodibenzodioxine (TCDD). Par convention, il lui est attribué un coefficient de toxicité (appelé coefficient d'équivalence toxique, ou CET) de 1. Aux autres congénères de positions 2,3,7,8, il est alors attribué des CET plus faibles par rapport au 2,3,7,8-TCDD. La toxicité d'un mélange PCDD/PCDF, par rapport au 2,3,7,8-TCDD, peut être exprimée en multipliant les concentrations des congénères 2,3,7,8 présents dans le mélange par leurs CET respectifs. Les produits résultants sont appelés équivalents toxiques (EQT), avec des unités identiques à celle dans laquelle sont exprimées les concentrations des divers congénères. L'EQT du mélange est obtenu en faisant la somme des divers EQT. Le classement des coefficients d'équivalence toxique (CET), qui a été adopté au plan international, est donné ci-dessous. Les CET sont appelés CET internationaux ou CET-I. Pour tous les autres congénères qui peuvent être présents dans l'échantillon, une valeur de CET zéro est attribuée. La somme des divers EQT pour un mélange de PCDD/PCDF est appelée "équivalent toxique international" ou "EQT-I du mélange".

² Dans le présent contexte, «coefficient d'émission» s'entend au sens large, autrement dit s'appliquant aussi bien aux émissions dans l'atmosphère qu'aux rejets dans les milieux terrestre et aquatique.

Coefficients d'équivalence toxique (CET) utilisés dans le système NATO/CCMS (1988) :

Congénères (selon la position des atomes de chlore)	CET-I	Congénères (selon la position des atome sde chlore)	CET-I
Dioxines		Furannes	
2,3,7,8	1	2,3, 7,8	0,1
1,2,3,7,8	0,5	1,2,3,7,8	0,05
1,2,3,4,7,8	0,1	2,3,4,7,8	0,5
1,2,3,6,7,8	0,1	1,2,3,4,7,8	0,1
1,2,3,7,8,9	0,1	1,2,3,6,7,8	0,1
1,2,3,4,6,7,8	0,01	1,2,3,7,8,9	0,1
1,2,3,4,6,7,8,9	0,001	2,3,4,6,7,8	0,1
		1,2,3,4,6,7,8	0,01
		1,2,3,4,7,8,9	0,001
		1,2,3,4,6,7,8,9	0,001

1. Pétrole

1.1. Raffinage du pétrole

L'industrie de raffinage du pétrole convertit le pétrole brut en plus de 2500 produits raffinés, et notamment en gaz de pétrole liquéfié, essence, kérosène, carburant aviation, gazole, fioul, huiles lubrifiantes et produits de base de l'industrie pétrochimique. Les activités de raffinage du pétrole commencent par la réception du pétrole brut en vue de son stockage sur le site de la raffinerie et comprennent toutes les opérations de manutention et de raffinage qui se terminent par le stockage des produits raffinés en vue de leur expédition. L'industrie de raffinage du pétrole utilise toute une série de procédés tels que la séparation (distillation atmosphérique ou sous vide et récupération des fractions légères), la conversion (craquage – thermique ou catalytique-, reformage, alkylation, polymérisation, isomérisation, viscoréduction), le traitement (stockage, mélange, chargement, déchargement) et installations auxiliaires (chaudières, épuration des eaux usées, production d'hydrogène, usine de récupération du soufre, tours de refroidissement, système de purge rapide, moteurs de compresseur).

Émissions dans l'atmosphère

Procédé	COV*	HAP			Source
Unités de craquage à catalyseur fluide (sans dispositif antipollution) kg/10 ³ L de charge fraîche	0,630	ND**			13,14
Unités de craquage catalytique à lit mobile kg/10 ³ L de charge fraîche	0,250	ND			
Moteurs de compresseur Moteurs alternatifs kg/10 ³ m ³ de gaz brûlé	21,8	ND			
Moteurs de compresseur Turbines à gaz kg/10 ³ m ³ de gaz brûlé	0,28	ND			
Systèmes de purge rapide (sans dispos, antipollution) kgg/10 ³ L de charge fraîche	1,662	ND			
Systèmes de purge rapide (système de récupération de la phase gazeuse et brûlage à la torche) Kg/10 ³ L de charge fraîche	0,002	ND			

Procédé	COV*	HAP			Source
Condensateurs à colonnes de distillation sous vide (sans épuration) Kg/10 ³ L charge fraîche	0,14	ND			
Émissions fugaces (total) kg/m ³ de capacité journalière	0,39	ND			

* COV = composés organiques volatiles:

** ND = non disponible

Émissions liquides (kg/10³m³ de pétrole brut)

Procédé	Hydrocarbures de pétrole	Phénol	Cr	HAP	DBO ₅	Source
Raffinerie à distillation atmosphérique	8,3	0,034	0,007	ND	3,4	15
Raffinerie à craquage	31,2	4	0,25	ND		
Raffinerie pétrochimique (pas d'huiles lubr.)	52,9	7,7	0,234	ND	172	
Raffinerie d'huiles lubr.	120	8,3	0,046	ND	217	
Raffinerie intégrée (craquage, huiles lubr., produits pétrochimiques)	74,9	3,8	0,49	ND	197	

1.2. Transport et commercialisation des produits pétroliers

Le transport et la commercialisation des produits pétroliers liquides comprennent de nombreuses opérations distinctes dont chacune représente une source potentielle de perte par évaporation. Le pétrole brut est transporté des installations de production à la raffinerie par navires-citernes, barges, wagons citernes et oléoducs. Les produits pétroliers raffinés sont transportés aux terminaux et aux industries pétrochimiques par ces mêmes moyens. À partir des terminaux, les camions citernes desservent les stations-service, les centres commerciaux, et les unités locales de stockage en vrac livrent les carburants. Des pertes par évaporation se produisent pendant le transport et la commercialisation des produits pétroliers liquides et représentent les principales émissions dans l'atmosphère du processus. Les émissions liquides sont liées aux déversements accidentels et ne peuvent être estimées dans le présent document.

Les navires et les barges ou péniches sont des moyens importants de transport du pétrole dans la zone côtière méditerranéenne, et les émissions dans l'atmosphère dues à ce processus sont présentées ci-dessous.

Émissions dans l'atmosphère (navires/barges mg/ L de produit transporté)

Processus	État des citernes du navire	Cargaison précédente	COV	HAP	source
Opération de chargement d'essence aux terminaux maritimes	Sale	Volatile	315	ND	13,14
	Ballasté	Volatile	205	ND	
	Propre	Volatile	180	ND	
	Sans gaz	Volatile	85	ND	
	Toutes conditions	Non volatile	85	ND	
	Sans gaz	Toutes cargaisons	ND	ND	
Situation globale type	Toutes cargaisons	215		ND	

Émissions liquides

				HAP	Source
				ND	

2. Industries alimentaires et transformation des aliments

Dans le secteur Industriel de la production et de la transformation d'aliments, la principale préoccupation a trait à la charge organique et aux éléments nutritifs qui se trouvent dans les effluents liquides des usines. Habituellement, il n'y a pas de substances toxiques ou dangereuses qui soient utilisées dans les procédés.

2.1. Production de bétailÉmissions dans l'atmosphère

Procédé	NH ₃	COV	H ₂ S		Source
	ND	ND	ND		

Émissions liquides

Procédé	DBO ₅	N	P total		Source
Production de bétail (kg de polluant/10 ³ kg de poids animal/an)					15,16
Bovins	460	ND	ND		
Troupeaux laitiers	380	ND	ND		
Parc d'engraissement de porcs	730	170	60		

Procédé	DBO ₅	N	P total		Source
Ovins	670	ND	ND		
Volaille	1 600	290	160		
Abattoirs (kg de polluant/10 ³ kg de poids animal)					
Bovins/porcins	6	ND	ND		
Volaille	15	ND	ND		

2.2. Transformation du poisson

La mise en conserve du poisson et la fabrication de dérivés du poisson comprennent le nettoyage et la décongélation (pour les produits de la pêche en haute mer), l'étripage, le lavage et la cuisson. Le poisson est alors mis à refroidir, la tête, les nageoires et les arêtes sont ôtées, et le reste est découpé et mis en boîte. De l'huile, des préparations salées et/ou de l'eau sont ajoutées et les boîtes sont scellées et cuites sous pression. Les émissions dans l'atmosphère comportent des odeurs (H₂S et triméthylamine [(CH₃)₃N]) et des COV (provenant du cuiseur).

Émissions dans l'atmosphère (kg de polluant/10³ kg de poisson cru transformé)

Procédé	H ₂ S	triméthylamine	COV	Source
Cuiseurs, mise en conserve	ND	ND	ND	12,14
Cuiseurs, restes - poisson frais - poisson non frais	0,005 0,10	0,15 1,75	ND ND	
Sécheur à nébulisation	PE	PE	PE	
Sécheur à feu continu	NE	NE	NE	

Émissions liquides (kg de polluant/10³ kg de poisson produit)

Procédé	DBO ₅	N	Huiles et matières grasses		Source
Thon	16,2	1,2	6,48		15
Crevettes	51,7	10	12,2		
Crabes	5,25	1,0	0,26		
Sardines	9,2	ND	1,7		

* PE : Pas d'Émissions

2.3. Conserves de fruits et légumes

La mise en conserve de fruits, légumes, jus de fruit et jus de légume visent à préserver des denrées périssables sous une forme stable qui peut être emmagasinée et expédiée vers des marchés éloignés au cours de toute l'année. Le procédé de la mise en conserve a pour objet de détruire tous les microorganismes présents dans les aliments et de prévenir une recontamination. La chaleur est l'agent le plus couramment utilisé pour détruire les microorganismes. L'élimination de l'oxygène peut être utilisée en association avec d'autres

méthodes pour prévenir la multiplication des microorganismes aérobies. Une opération type de mise en conserve peut comporter les procédés généraux suivants: lavage, tri/classement, préparation, remplissage du récipient, extraction d'air, scellement du récipient, stérilisation à la chaleur, refroidissement, étiquetage et entreposage. Les émissions dans l'atmosphère peuvent émaner de toute une série de sources et comprendre des matières particulaires et des COV (associés aux phases de traitement thermique et de cuisson). On ne dispose pas de données qui permettraient d'établir des coefficients d'émission. Les effluents liquides sont surtout riches en DBO, DCO et matières solides en suspension (MSS).

Émissions dans l'atmosphère

Procédé	COV				Source
	ND				

Émissions liquides

Procédé	DBO ₅	DCO			Source
	ND	ND			

2.4. Transformation de la betterave à sucre

La transformation de la betterave à sucre est destinée à en extraire le sucre. Les betteraves récoltées sont triées pour les nettoyer de leurs impuretés, ôter les feuilles et la tête des racines. Les betteraves sont lavées, puis transportées à l'usine de transformation où elles sont soumises à des opérations comportant diffusion, purification du jus, évaporation, cristallisation, obtention de pulpe séchée et récupération du sucre des mélasses. Matières particulaires, COV et produits de combustion (NO_x, SO₂, CO et CO₂) sont les polluants primaires émis par l'industrie de transformation de la betterave à sucre.

Émissions dans l'atmosphère (kg de polluant/10³ kg de pulpe humide pressée dans le sécheur)

Procédé	COV				Source
Sécheur de pulpe au charbon	0,6				13, 14
Sécheur de pulpe au gaz	ND				
Sécheur de pulpe au mazout	0,06				
Cuve de première évaporation	PE				
Four à soufre	PE				
Cuve de première carbonatation	PE				
Cuve de deuxième carbonatation	PE				

Émissions liquides (kg de polluant /10³ kg de charge de betterave)

Procédé	DBO ₅			Source
Effluents fortement pollués par le procédé de fabrication	4			15

2.5 Production d'huile d'olive

L'huile d'olive est produite par pression à froid sur des presses traditionnelles ou un décanteur centrifuge. L'huile obtenue est dite "huile d'olive vierge" et mise en bouteilles et stockée. Si l'huile d'olive produite est de qualité inférieure (avec un taux d'acidité plus élevé), elle est raffinée au moyen de procédés tels que la neutralisation, désodorisation, décoloration et démargination. Les huileries ou fabriques d'huile d'olive sont souvent des usines de petite taille desservant la région environnante. Leur procédé de fabrication est simple et n'émet pas de polluants dans l'atmosphère. Mais les effluents liquides des huileries sont très fortement pollués, avec une DBO₅ atteignant 50 000 mg/L, contenant des composés toxiques tels que des phénols. La production d'huile d'olive est une activité type de la Méditerranée et la gestion de ses effluents liquides est un problème environnemental notoire dans la région.

Émissions dans l'atmosphère

Procédé	Hexane			Source
	ND			

Émissions liquides (kg de polluant /10³ kg huile produite)

Procédé	DBO ₅	DCO	Huiles et matières grasses		Source
Huilerie (Total usine)	95	ND	ND		16

2.6. Fabrication d'huiles végétales (autres que l'huile d'olive vierge)

Le procédé est similaire pour toutes les graines végétales et comprend craquage, déshuilage/décorticage, conditionnement, extraction en utilisant l'hexane comme solvant, élimination du solvant et raffinage. Un procédé similaire est utilisé pour la production d'huile de grignons, c'est à dire à partir des tourteaux restant après la pression à froid des olives pour la production de l'huile vierge. Les émissions dans l'atmosphère comprennent des matières particulaires, des COV (provenant surtout du solvant d'extraction de l'huile) et des odeurs. Les émissions liquides comprennent des huiles végétales provenant de l'usine et des condensats.

Émissions dans l'atmosphère (L de polluant /10³ kg de graines à huile non traitées)

Procédé	Hexane			Source
Total usine (soja)	3,3			13,14

Émissions liquides (kg de polluant /10³ kg d'huile produite)

Procédé	DBO ₅	DCO	Huiles et matières grasses		Source
Fabrication de l'huile (total usine)	12,9	21	6,5		15
Raffinerie			ND		16
- lavage de l'huile neutre	1,0*	1,5*			
- effluents de la neutralisation	9,0*	15,1*			
- condensateurs	0,34*	1,1*			
- lavage du sol	0,15*	0,2*			

* (kg de polluant/10³ kg d'huile non traitée)

2.7. Vins et spiritueux

Le vin est une boisson alcoolisée produite par fermentation d'un jus - essentiellement de jus de raisin. Les alcools distillés sont produits par fermentation de grains, de marcs de raisin ou d'autres fruits et la solution eau/alcool obtenue est distillée pour concentrer l'alcool. L'alcool obtenu peut être mis en bouteilles et expédié sur le marché ou mis à vieillir dans des fûts avant d'être commercialisé. Les procédés de distillation et de vieillissement émettent de petites quantités de COV tels que des alcools (éthanol, méthanol, isobutanol, alcool isoamylique), de l'aldéhyde acétique et de l'acide sulfhydrique.

Émissions dans l'atmosphère

Procédé					Source

Émissions liquides (kg de polluant /10³ L de produit)

Procédé	DBO ₅		Source
Transfert du vin (rétention de boues) Vin blanc ou vin rouge	0,18 – 0,42		16
Transport du vin (sans rétention de boues) Vin blanc	0,90 – 1,70		
Transfert du vin (sans rétention de boues) Vin rouge	0,98 – 1,22		

Lavage des cuves	0,87		
Lavage des machines *	0,18		

* (kg de polluant/10³ kg de raisins traités)

2.8. Production de bière

Les émissions dans l'atmosphère dues à la production de bière comprennent en majeure partie des COV des cuves de brassage, et des odeurs. Les effluents liquides sont dus principalement au lavage des bouteilles à remplir et des cuves de brassage.

Émissions dans l'atmosphère (kg of polluant/ 10³ d'orge)

Procédé	COV			Source
Brassage	0,25			16

Émissions liquides (kg de polluant/ 10³ L de bière produite)

Procédé	DBO ₅		Source
Total brasserie	6,25		15

2.9. Boissons non alcoolisées

Pour la production de boissons non alcoolisées, on utilise des jus déjà préconcentrés. L'eau qui sert à la préparation de boissons non alcoolisées est traitée en vue de l'alcaliniser (addition de sulfate de fer, d'hypochlorite de sodium et de CaO), et d'en éliminer le chlore et les matières organiques en traces (filtration sur sable) avant la fabrication. Le jus concentré est ajouté à l'eau avec du sucre et des arômes. Les usines de fabrication de boissons alcoolisées ne génèrent pas d'émissions importantes dans l'atmosphère (en dehors de la combustion). Les effluents liquides proviennent du lavage des bouteilles (NaOH, sels de phosphate des détergents, charge organique), de l'élimination des bouteilles pleines retournées (après expiration de la date limite) et du nettoyage général des machines et des sols.

Émissions dans l'atmosphère

Procédé					Source

Émissions liquides (kg de polluant/ 10³ L de produit)

Procédé	DBO ₅		Source
Avec production de sirop	4,33		15
Sans production de sirop	2,15		

3. Engrais et produits chimiques inorganiques

3.1. Ammoniac de synthèse

On entend par ammoniac de synthèse (NH₃) celui qui a été synthétisé à partir de gaz naturel. L'azote est obtenu à partir de l'air, et l'hydrogène à partir de gaz naturel, ou de naphte, ou de l'électrolyse de saumure dans les usines de chlore. Les polluants atmosphériques provenant de la fabrication de l'ammoniac anhydre de synthèse sont émis à 4 stades du procédé: régénération du lit de désulfuration, chauffage du circuit catalytique, régénération de la solution de purification du gaz carbonique et revaporisation des condensats du procédé.

Émissions dans l'atmosphère (avec dispositif antipollution) (kg/10³ Kg de produit)

Procédé	Total composés organiques	NH ₃		Source
Régénération de l'unité de désulfuration	3,6	PE		13,14
Régénérateur de gaz carbonique	0,52 (0,05 kg/t pour la monoéthanolamine)	1,0		
Revaporisateur de condensat	0,6 (en majeure partie méthanol)	1,1		

Émissions liquides (kg/10³ kg de produit)

Procédé	Hydrocarbures	DBO ₅		source
Total usine	11	0,4		15

3.2. Urée

L'urée [CO(NH₂)₂], également appelée carbamide ou diamide carbonique, est principalement utilisée dans les mélanges d'engrais mais aussi dans la fabrication des plastiques et l'alimentation des animaux. Les émissions (atmosphériques ou liquides) provenant de la fabrication de l'urée sont généralement de l'ammoniac(en phase particulaire, gazeuse ou dissoute). Les émissions dans l'atmosphère peuvent également comprendre du formaldéhyde et du méthanol.

Émissions dans l'atmosphère (kg/10³ Kg de produit)

Procédé	NH ₃ (avec dispositif antipollution)	NH ₃ (avec dispositif antipollution)		Source
Solution, formation et concentration	9,23	PE		13,14
Pastillage sur lit non fluidisé				
- qualité agriculture	0,43	PE		
- qualité alimentation	PE	PE		
Pastillage sur lit fluidisé				
- qualité agriculture	1,46	PE		
- qualité alimentation	2,07	1,07		
Granulation sur tambour	1,07	PE		

Procédé	NH ₃ (avec dispositif antipollution)	NH ₃ (avec dispositif antipollution)		Source
Refroidisseur à tambour rotatif	0,0256	PE		

Émissions liquides (non traitées) (kg/10³ kg de produit)

Procédé	DBO ₅	N		source
Total usine	0,24	10		15

3.3. Sulfate d'ammonium

Le sulfate d'ammonium est couramment utilisé comme engrais et il est le principal composé émis par les usines de fabrication. Dans les usines qui produisent du sulfate d'ammonium à partir du caprolactame, de petites quantités de COV sont également émises.

Émissions dans l'atmosphère (kg/10³ kg de produit)

Procédé	COV (dans les usines utilisant le caprolactame)			Source
Tambours rotatifs				13,14
- sans dispositif antipollution	0,74			
- avec dispositif antipollution	0,11			
Sécheurs à lit fluide				
- sans dispositif antipollution	0,74			
- avec dispositif antipollution	0,11			

Émissions liquides (non traitées) (kg/10³ kg de produit)

Procédé				Source

3.4. Acide phosphorique et engrais phosphatés

Les engrais superphosphatés normaux (à 15 – 21% de phosphore sous forme de P₂O₅) et l'acide phosphorique sont préparés par réaction des phosphates naturels extraits du minerai avec de l'acide sulfurique concentré. Les émissions dans l'atmosphère proviennent du déchargement de la roche et de sa charge dans l'usine, des opérations de mélange dans le réacteur, des opérations de stockage et de manutention des engrais, et elles comprennent des fluorures et des matières particulaires. Les émissions liquides comprennent des fluorures, du phosphore et de l'azote.

Émissions atmosphériques (kg/10³ kg de P₂O₅ produit)

Procédé	F	Hg		Source
Engrais phosphatés				13,14
Laveur	0,001	ND		
Cheminée d'évacuation	0,0025	ND		
Acide phosphorique				
Réacteur sans dispositif antipol. avec dispositif antipol.	0,19 1,9 X 10 ⁻³	ND ND		
Évaporateur avec dispositif antipol. avec dispositif antipol.	0,0022 0,022 X 10 ⁻³	ND ND		
Filtre rotatif avec dispositif antipol. sans dispositif antipol.	0,032 0,32 X 10 ⁻³	ND ND		
Pompe à vide de filtre rotatif sans dispositif antipol. avec dispositif antipol.	0,0073 0,073 X 10 ⁻³	ND ND		
Bassins de décantation et de refroidissement du gypse sans dispositif antipol. avec dispositif antipol.	ND ND	ND ND		

Émissions liquides (kg/10³ kg de P₂O₅ produit)

<u>Procédé</u>	F-	Pb, As, Cr, Hg	P ₂ O ₅	NH ₃	Source
Production d'acide phosphorique	11,2	1,1	25,2	0,14	16

4. Métallurgie**4.1. Fonderies à fonte grise**

Les fonderies à fonte grise produisent des pièces coulées de grande résistance utilisées dans les machines industrielles et dans la fabrication du matériel de transport lourd. Les pièces coulées comprennent des mâchoires de concasseur, des roues de wagons de chemin de fer, des assemblages d'automobile et de camion. La fonte est un alliage de fer-carbone-silicium contenant 2 à 4 pour cent de carbone et 0,25 à 3 pour cent de silicium, avec divers pourcentages de manganèse, soufre et phosphore. Des éléments d'alliage tels que le nickel, le chrome, le molybdène, le cuivre, le vanadium et le titane sont parfois ajoutés. Les principales opérations des fonderies à fonte sont la manutention et la préparation de la matière première, la fusion des métaux, la fabrication des moules et des noyaux, la coulée et le finissage.

La poussière est le principal polluant émis par les fonderies. Elle est retenue par divers dispositifs de recueil de matières particulaires (filtres à poches, filtres électrostatiques d'épurateurs). Les dispositifs d'épuration produisent des effluents liquides qui contiennent

des métaux lourds (zinc, plomb, cadmium), des cyanures, de l'ammonium et des matières organiques

Émissions dans l'atmosphère (kg/ 10³ kg de produit)
(*µg EQT-I de produit)

Procédé	PCDD/ PCDF	COV	Hg	Cd	Pb	Pb	Source
Cubilot Sans disp. antipol.	10	ND	ND	ND	0,05- 0,6	ND	13,14,17
Arc électrique	ND	0,03- 0,15	ND	ND	PE	ND	
Induction électrique	ND	ND	ND	ND	0,005- 0,05	ND	
Four à réverbère	ND	ND	ND	ND	0,007- 0,06	ND	
Installations de frittage	10*	ND	ND	ND	ND	ND	6

Émissions liquides (kg/ 10³ kg de produit)
(*µg EQT-I/t de produit)

Procédé	N Total	Phéno I	F	CN	hydroc.	PCDD/ PCDF	Source
Haut fourneau (laveur) sans dispos. antipol.	0,27	0,01	0,023	0,039		ND	5
Laminager à chaud (sans dispos. antipol.)	ND	ND	ND	ND	1,87	ND	
Laminage à froid (sans dispos. antipol.)	ND	ND	ND	ND	2,05	ND	
Installations de frittage	ND	ND	ND	ND	ND	0,3*	6

4.2. Production sidérurgique

La production d'acier à une usine sidérurgique intégrée comporte plusieurs procédés liés entre eux, tels que: production de coke, production de tuf, production de fer, préparation du fer, production d'acier, préparation de produits semi-finis, préparation de produits finis, approvisionnement en chaleur et électricité, manutention et transport des matières premières, intermédiaires et des déchets.

Les émissions dans l'atmosphère comprennent des matières particulaires, des HAP, du cadmium et des dioxines.

Émissions dans l'atmosphère

<u>Procédé</u>	HAP (kg/ 10³ kg de charbon brûlé)	PCDD/PCDF (µg EQT-l/t de produit)	Hg	Cd	Pb	Source
Production de fer et acier	0,028	1	ND	ND	ND	6
Déchets sales, dispos. antipol. limité		10				17

Émissions liquides (kg/10³ kg de produit)

<u>Procédé</u>	Phénol	Cr	Zn	CN	Hydrocarbures	Source
Haut fourneau (déchets de laveur) sans dispos. antipollution	0,01	ND	ND	0,045	ND	15
Four à oxygène	ND	ND	ND	ND	ND	
Four à sole	ND	ND	1,01	ND	ND	
Four à arc électrique	ND	ND	1,58	ND	ND	
Laminage à chaud (sans traitement)	ND	ND	ND	ND	1,87	5
Laminage à froid (sans trait.)	ND	ND	ND	ND	2,05	
Galvanisation (sans dispos. antipol.)	ND	0,015	0,405	ND	ND	

4.3 Production d'aluminium de première fusion

La production d'aluminium de première fusion commence par l'extraction de la bauxite - un oxyde hydraté d'aluminium consistant pour 30 à 56% en alumine (Al₂O₃) et à des quantités moindres en fer, silicium et titane. Le minerai est raffiné en alumine qui est alors transportée à une usine de production de première fusion pour réduction électrolytique en aluminium. Les processus d'affinage et réduction peuvent s'opérer dans la même usine ou dans des usines différentes. Les émissions dans l'atmosphère comprennent: fluorure d'hydrogène gazeux et fluorures particulaires, alumine, CO, CO₂, composés organiques volatiles, HAP, dioxines, acide sulfureux, et hydrocarbures perfluorés (PFC). La source des émissions de fluorures par les cellules de réduction est l'électrolyte fluorure, qui contient de la cryolite (ND₃AlF₆), du fluorure d'aluminium (AlF₃) et de la fluorine (CaF₂). La dissociation de la cryolithe fondue donne naissance aux PFC – tétrafluorométhane (CF₄) et hexafluoroéthane (C₂F₆) – qui sont formés au cours des effets d'anode. Les effluents liquides comprennent les «boues rouges» produites lors du traitement de la bauxite (qui sont essentiellement des déchets solides). La production d'aluminium est un processus relativement "sec" et les

effluents liquides proviennent avant tout de l'eau de refroidissement et du ruissellement. Ces derniers contiennent de l'aluminium et des composés de fluorures dissous.

Émissions dans l'atmosphère (kg of pollutant/ 10³ Kg d'aluminium produit)

Procédé	Fluorure gazeux	Fluorures particulaires	COV	HAP	PCDD/F	Source
Four à cuisson anodique -sans dispos. antipol. -tours de ruissellement -dépoussiéreurs électrolytiques	0,45 0,02 0,02	0,05 0,015 0,015	ND	ND	ND	13,14
Précuisson anodique - sans disp. antipol. - émissions fugaces - émissions vers le collecteur - tours de ruissellement - criblage de l'alumine à sec	12 0,6 11,4 0,7 0,1	10 0,5 9,5 1,9 0,2	ND	ND	ND	
Cuve Söderberg à goujons verticaux (anode continue) - sans disp. antipol. - émissions fugaces - émissions vers le collecteur - tour de lavage par pulvér. - Dépoussiéreur par voie humide à Venturi - Épurateur à sec	16,5 2,5 14,0 0,15 0,15 0,15	5,5 0,85 4,7 1,15 0,2 0,1	ND	ND	ND	

Procédé	Fluorure gazeux	Fluorures particulaires	COV	HAP	PCDD/F	Source
Cuve Söderberg à anodes précuites						13,14
- sans disp. antipol.	11,0	6,0	ND	ND	ND	
- émissions fugaces	1,1	0,6				
- émissions vers le collecteur	9,9	5,4				
- Tour de lavage par pulvér.	3,75	1,35				
- Épurateur par voie humide	0,1	0,1				
- Épurateur à sec	0,2	0,1				
Production d'aluminium (moyenne)	ND	ND	ND	0.06	ND	13,14

Émissions liquides (kg de polluant/ 10³ Kg d'aluminium produit)

Procédés	Fluor	hydrocarbures				Source
Alumine provenant de la bauxite	4,2	ND				15
Production d'aluminium						
Précuisson d'anodes	0,12	0,03				
Éléments de réduction	1,5	ND				

4.4. Production de plomb de première fusion

Le plomb se trouve dans la nature sous forme de minerai de sulfure contenant de petites quantités de cuivre, fer, zinc, métaux précieux et autres éléments traces. Le plomb du minerai, après avoir été concentré en plomb métallurgique, fait l'objet d'un traitement en trois grandes phases: frittage, réduction et affinage. L'émission de plomb et de matières particulaires se produit en quantités variables à partir de pratiquement chacun des procédés utilisés au sein des fonderies de plomb de première fusion (sources d'émissions ponctuelles et sources fugaces).

Émissions dans l'atmosphère

Procédé	PCDD/PCDF	COV	Hg	Pb	Source
Émissions fugaces (kg/ 10 ³ kg de produit)	ND	ND	ND	2,5	13,14,15
Concassage du minerai/10 ³ kg de minerai					

Procédé	PCDD/ PCDF	COV	Hg	Pb	Source
concassé) sans dispos. antipol. avec dispos. antipol.	PE	PE	ND	0,15 0,001	13,14,15
Criblage du minerai (kg/10 ³ kg de minerai concassé) avec dispos. antipol.	PE	PE	ND	0,001	13,14
Frittage (kg/10 ³ kg de métal fritté produit)	ND	ND	ND	0,009	
Émissions fugaces du frittage (kg/10 ³ kg de métal fritté produit)	ND	ND	ND	0,016	
Haut fourneau (kg/10 ³ kg de lingot produit) ou sans dispos. antipol. ou collecteur centrifuge ou filtre tissu	ND	ND	ND	0,034 29 4,35 2,61	13,14
Four à réverbère kg/10 ³ kg de plomb produit) sans dispos. antipol., ou collecteur centrifuge ou filtre tissu	ND	ND	ND	2,4 0,36 0,07	15

Émissions liquides

Procédé				Hg		Source
				ND		

4.5. Production de cuivre de première fusion

Le cuivre est séparé des concentrés de minerai de sulfure de cuivre au moyen de méthodes de fusion pyrométallurgiques. Les étapes du procédé comprennent: extraction, concentration, grillage, fusion, conversion, puis affinage au four et affinage électrolytique. Les émissions dans l'atmosphère à partir des fours à cuivre de première fusion sont avant tout des matières particulaires et des oxydes de soufre et elles proviennent des fours de grillage, des fours de fusion et des convertisseurs. Des émissions fugaces sont générées au cours des opérations de manutention des matières. Des effluents liquides sont générés par les laveurs, les fours à calciner, etc.

Émissions dans l'atmosphère (kg polluant/10³ kg de minerai traité)

Procédé	PCDD/ PCDF	COV	Hg	Pb	source
Grillage	ND	ND	ND	0,075	13,14
Fusion	ND	ND	ND	0,036	
Conversion	ND	ND	ND	0,13	

Émissions liquides

Procédé						Source

4.6. Production d'aluminium de deuxième fusion

Les usines produisant de l'aluminium de deuxième fusion recyclent des déchets contenant de l'aluminium. Le procédé comporte deux grandes sortes d'opérations : prétraitement des déchets et fusion/affinage. Les opérations de prétraitement comprennent le tri, la transformation et le nettoyage des déchets. Les opérations de fusion/affinage comprennent le nettoyage, la fusion, l'affinage, l'alliage et le coulage de l'aluminium récupéré à partir des déchets. Les émissions dans l'atmosphère comprennent des matières particulaires et des métaux ainsi que des COV et des dioxines par suite de la destruction thermique des matières plastiques et hydrocarbures présents dans les déchets. Il n'y a pas assez de données pour calculer les coefficients d'émission pour ces établissements industriels.

Émissions dans l'atmosphère (kg de polluant/10³ kg de produit)
(*µg EQT-l/t de produit)

Procédé	COV	PCDD/PDCDF	Source
Total usine	ND	22*	6
Total élimination de la poussière de l'usine	ND	150	17
Bien régulé		35	17
Procédé optimisé		1	17

Émissions liquides (kg de polluant/10³ kg de produit)

Procédé	Hydrocarbures					Source
Production d'aluminium de deuxième fusion	0,65					15

4.7 Production de plomb de deuxième fusion

Les fonderies à plomb de deuxième fusion produisent du plomb et des alliages de plomb à partir de déchets contenant du plomb. Une partie importante de tout ce plomb de deuxième fusion provient de batteries auto au rebut. Chaque batterie contient approximativement 8,2 kg de plomb consistant pour 40% en alliages de plomb et pour 60% en oxyde de plomb. Parmi les autres produits utilisés pour obtenir du plomb de deuxième fusion, il y a les poids d'équilibrage des roues, les canalisations, la soudure, le laitier et les gainages de plomb. La production du plomb de deuxième fusion comprend trois grandes opérations: prétraitement des déchets, fusion et affinage. Les fours à réverbère et les hauts fourneaux représentent la grande majorité des émissions totales de plomb.

Émissions dans l'atmosphère (kg de polluant/10³ kg de produit)
(*µg EQT-l/t de produit)

Procédé	PCDD/ PCDF	COV	HAP	Pb	Source
Ressuage (kg de polluant/10 ³ kg de charge) sans dispos. antipollution. avec dispos. antipollution.	ND	ND	ND	4-8 ND	13,14
Four de fusion à réverbère sans dispos. antipollution avec dispos. antipollution	ND	ND	ND	32 PE	
Cubilot sans dispos. antipollution avec dispos. antipollution	ND	ND	ND	52 0,15	
Affinage en four sans dispos. antipollution avec dispos. antipollution	ND	ND	ND	0,006 PE	
Moulage sans dispos. antipollution avec dispos. antipollution	ND	ND	ND	0,007 NE	
Total usine	1	ND	ND		
provenant de séparateurs d'accumulateurs CPV	80	ND	ND	ND	17
provenant de haut fourneaux à déchets sans CPV/Cl ₂	8	ND	ND	ND	17

Émissions liquides

Procédé						Source

4.8 Production de cuivre de deuxième fusion

La récupération du cuivre par deuxième fusion comprend quatre opérations distinctes: prétraitement des déchets, fusion, alliage et moulage. Le prétraitement comprend le nettoyage et la consolidation des déchets lors de la préparation de la fusion. La fusion consiste à chauffer et traiter les déchets en vue de la séparation et de la purification de métaux spécifiques. L'alliage comporte l'addition d'un ou plusieurs métaux au cuivre pour obtenir les caractéristiques de qualités recherchées dans la combinaison des métaux

Les matières particulaires sont le principal polluant émis lors des opérations de production de cuivre de deuxième fusion. Comme c'est très souvent le cas dans les industries métallurgiques de récupération, les procédés pyrométallurgiques utilisés pour séparer ou affiner le métal recherché, tel que l'incinération de la gaine des câbles de cuivre, se traduisent par l'émission et/ou le rejet d'oxydes métalliques et de gaines isolantes non brûlées. De même, le séchage des circuits intégrés pour éliminer l'excédent d'huiles et de fluides de coupe peut provoquer des rejets de COV, HAP et produits de combustion incomplète (dioxines, furannes).

Émissions dans l'atmosphère (kg de polluant/10³ kg de produit)
(*µg EQT-l/t de produit)

Procédé	PCDD/ PCDF	COV	HAP	Pb	Source
Four à réverbère Alliage à haute teneur en plomb - 58% Laiton rouge/jaune Autre alliage - 7%	ND	ND	ND	25 6,6 2,5	13,14
Total usine	50	ND	ND	ND	6
Total technologie de base de l'usine	800	ND	ND	ND	17
Total usine dotée bon dispositif antipollution	50				17
Total usine dotée dispos. épuration des PCDD/F	5				17

Émissions liquides

Procédé						Source

4.9. Production d'accumulateurs

Les accumulateurs au plomb sont fabriqués avec des lingots d'alliage de plomb et de l'oxyde de plomb. L'oxyde de plomb peut être préparé par le fabricant d'accumulateurs ou acheté à un fournisseur. Les grilles d'accumulateur sont fabriquées par des opérations de moulage ou d'estampage et sont remplies avec des pâtes. Un mélange de poudre d'oxyde de plomb, d'eau et d'acide sulfurique produit la pâte positive et les mêmes ingrédients en proportions légèrement moindres avec l'addition d'un agent d'expansion (généralement un mélange de sulfate de baryum, de noir de carbone et de matières organiques) constituent la pâte négative. Les machines à empâtage remplissent les interstices des grilles, qui sont alors façonnées en plaques. Puis les plaques sont traitées avant d'être montées dans la caisse de l'accumulateur. Les émissions dans l'atmosphère comprennent le plomb, du brouillard d'acide sulfurique et des matières particulaires. Les effluents liquides sont riches en plomb et peuvent avoir un pH très faible (pH < 1).

Émissions dans l'atmosphère (sans dispositif antipollution) (kg de polluant/10³ accumulateurs)

Procédé	Pb			Source
Moulage des grilles	0,35-0,40			13,14
Mélange des pâtes	0,50-1,13			
Préparation de la poudre d'oxyde de plomb	0,05			
Opération en 3 phases	4,79-6,60			
Four à récupération de plomb	0,35-0,63			
Moulage de petits éléments	0,05			
Production totale	6,94-8,0			

Émissions liquides (kg de polluant/10³ accumulateurs)

Procédé	Pb					Source
	ND					

4.10. Production d'oxydes de plomb et colorants à base de plomb

Le terme d'oxyde de plomb est général et peut désigner: le monoxyde de plomb ou «litharge» (PbO); le tétraoxyde ou «plomb rouge» ou «minium» (Pb₃O₄); l'oxyde noir ou «gris», qui est un mélange à 70% de monoxyde et à 30% plomb métallique. Le plomb noir est fabriqué pour être spécialement utilisé dans la fabrication des accumulateurs. La litharge sert à la fabrication de divers produits pour céramique, dans les condensateurs, comme catalyseur dans l'industrie chimique organique, dans le raffinage du pétrole, dans la production de produits chimiques à base de plomb, de couleurs sèches, etc. Le plomb rouge est le principal colorant à base de plomb, principalement utilisé dans les peintures de protection des métaux ferreux ainsi que dans la fabrication d'autres colorants à base de plomb.

Émissions dans l'atmosphère (avec dispositif antipollution) (kg/10³ de produit)

Procédé	Pb			Source
Production d'oxyde de plomb				13,14
Creuset Barton	0,22			
Calcination				
Entrée dépoussiéreur à manches	7,0			
Sortie dépoussiéreur à manches	0,024			
Production de colorants				
Plomb rouge	0,50			
Plomb blanc	0,28			
Colorants à base de chrome	0,065			

Émissions liquides

Procédé						Source

4.11. Galvanoplastie

La galvanoplastie est un procédé consistant à appliquer un revêtement métallique sur un article en faisant passer un courant électrique à travers un électrolyte en contact avec cet article, ce qui lui confère une surface ayant des propriétés ou des dimensions différentes. Toute une série de substrats de métaux ou d'alliages sont galvanisés à une échelle commerciale à des fins spécifiques ou pour la décoration. Les procédés de galvanoplastie comprennent une phase de prétraitement (polissage, meulage et dégraissage), un nettoyage alcalin, une immersion en acide, et la galvanoplastie. Les émissions dans l'atmosphère se composent de matières particulaires (enrichies en métaux lourds) et de COV, et les effluents liquides contiennent des métaux lourds et ont un pH très faible (effluents acides).

Émissions dans l'atmosphère (kg de polluant/10³ de produit)

Procédé	COV	Métaux		Source
	ND	ND		

Émissions liquides (kg de polluant/10³ substrat –anode pour galvanoplastie)

Procédé	Cd	Crs	Cu	CN	Ni	Zn	Source
Cadmiage	ND	ND	ND	12,7	ND	ND	15
Chromage	ND	734 (total) 297 (Cr ⁶⁺)	ND	ND	ND	ND	
Cuivrage	ND	ND	9,77	20	ND	ND	
Nickelage	ND	ND	ND	ND	3,98	ND	
Zingage	ND	ND	ND	32,5	ND	224	

5. Tannage des peaux

Le tannage des peaux est un procédé consistant à convertir les peaux brutes en cuirs. Les peaux ont la capacité d'absorber l'acide tannique et d'autres substances chimiques qui les protègent contre la décomposition, les rendent résistantes à l'humidification et les maintiennent souples et durables. Le tannage est essentiellement la réaction des fibres collagènes des peaux avec les tanins, le chrome, l'alun et d'autres agents chimiques. Les agents tannants les plus courants sont le chrome trivalent et les tanins végétaux, l'alun, les tanins de synthèse (produits chimiques artificiels), le formaldéhyde, le glutaraldéhyde, les huiles lourdes et d'autres agents tannants.

Le tannage des peaux est un terme général couvrant de nombreuses opérations de traitement pour convertir les peaux d'animaux en cuirs finis. Les premières phases du processus (encore appelées le «travail de rivière») comprennent la trempe ou reverdissage, l'ébourrage et l'épilage alcalin et l'enchaucenage. Le travail en tannerie comprend le confitage, le picklage, le tannage, et le processus de finissage ou corroyage comprend le conditionnement, le pallissonnage, le chamoisage, le finissage au pulvérisateur et le placage.

Émissions dans l'atmosphère

Il y a plusieurs sources d'émissions dans l'atmosphère dans les entreprises de tannage et de finissage des cuirs, et notamment des COV quand on utilise des solvants organiques lors du finissage. Des émissions d'ammoniac peuvent également se produire au cours des phases de traitement en humide, comme le déchaulage et le pelanage, ou lors du séchage. Des émissions de sulfures peuvent se produire lors du pelanage à la chaux ou par suite de la conversion des sulfures alcalins en acide sulhydrique dans les effluents des tanneries si le pH est inférieur à 8. Des émissions de chrome peuvent avoir lieu par suite de la réduction de chromates (US EPA, AP-42, 2001).

Émissions dans l'atmosphère

Procédé		Métaux	Source
		ND	

Émissions liquides

Dans une étude récente du Ministère grec de l'environnement, de l'aménagement du territoire et des travaux publics (YPEHODE, 2001), des coefficients d'émission moyens sont présentés sur la base de mesures effectuées dans des tanneries grecques. Les coefficients ont été calculés à partir de données réelles obtenues auprès de tanneries traitant différentes sortes de peau.

Procédé	DBO ₅ kg/t de peaux	N total kg/t de peaux	Cr ₂ O ₃ kg/t de peaux	Phénol kg/t de peaux	Hydrocarb. kg/t de peaux	Source
Peaux de bovins pour les dessus de chaussure	90	14	6,5	ND	ND	4,16
Peaux d'ovins pour vêtement et articles de maroquinerie	90	24	16	ND	ND	
Peaux de caprins pour chaussures	85	24	23,2	ND	ND	
Peaux de porc pour vêtements	50	24	6,6	ND	ND	
Croupon (cuir de croupe de bovin) pour semelles de chaussure	40	13,5	ND	ND	ND	

La bibliographie comporte également des coefficients d'émission pour les tanneries en fonction des procédés utilisés, qui sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Procédé	DBO ₅ kg/t de peaux	N total kg/t de peaux	Cr kg/t de peaux	Phénol kg/t de peaux	hydrocarbures kg/t de peaux	Source
rasage, tannage au chrome, retannage finissage en humide	95	17	4,3	0,11	19	15
pelanage, tannage au chrome, retannage, finissage en humide	69	13	4,9	0,24	43	
rasage, tannage végétal, retannage, finissage en humide	67	9,2	0,2	ND	33	
Pelanage ou rasage, tannage au chrome, pas de finissage	110	16	4,4	ND	6,6	

Procédé	DBO ₅ kg/t de peaux	N total kg/t de peaux	Cr kg/t de peaux	Phénol kg/t de peaux	hydrocarbures kg/t de peaux	Source
Tanneries sans travail de rivière (tannage, retannage, finissage en humide)	37	3,7	2,6	ND	7	
Finissage seulement	67	6	1,2	ND	24	

6. Fabrication et teinture des textiles

Le secteur comprend la fabrication de textiles (coton, laine, fibres synthétiques) ainsi que les processus de teinture et de finissage. Lors de la fabrication, il ne se produit pas d'émissions importantes de liquides (atmosphériques ou liquides). Par contre, les processus de finissage et de teinture comportent l'emploi de produits chimiques et s'accompagnent d'émissions de polluants. Les principales phases des processus de finissage-teinture comprennent le blanchiment, la teinture (ou impression) et le finissage. Les substances de teinture sont le plus souvent des composés organiques de synthèse et des hydrocarbures; des additifs sont utilisés pour de meilleurs résultats. Les teintures se trouvent en solutions qui sont appliquées pour faire pénétrer la couleur en l'incorporant physiquement ou chimiquement dans chacune des fibres du tissu. C'est pourquoi des solvants (organiques ou inorganiques) sont aussi utilisés dans les usines de teinture de textiles. Plus de 100 composés chimiques différents sont retrouvés dans les effluents des usines de teinture-finissage (US EPA, 1979 et Environment Canada, 1989), notamment des phthalates (tels que le 2-éthylhexyl phthalate et le di-n-butyl phthalate), le naphthalène, des phénols, le toluène, le trichloro- et le tétrachloro-éthylène, le chloroforme, l'éthylbenzène, le dichlorobenzène et des métaux lourds comme le chrome, le cuivre, le zinc, l'arsenic, le cadmium, le plomb, le nickel et le mercure).

Émissions dans l'atmosphère

Les émissions dans l'atmosphère provenant des usines de teinture-finissage comprennent:: COV (utilisation de plastifiants, solvants), gaz acides ou basiques (carbonisage de la laine, mercerisage du coton, blanchiment), Clo₂ (blanchiment), poussière de peinture et matières premières. Cependant, on ne dispose pas de données sur les coefficients d'émission atmosphérique pour toute l'industrie textile. L'US EPA a communiqué quelques coefficients d'émission atmosphériques pour les usines d'impression de tissus qui sont présentés sur le tableau ci-dessous.

Coefficients d'émission de substances organiques_(kg de polluant/ 10³ kg de tissu, moyenne)

Procédé	COV			Source
Rouleaux	142			13,14
Crible rotatifs	23			
Crible plat	79			

Émissions liquides

Les effluents liquides proviennent principalement du traitement en humide des matières et leur qualité dépend du procédé appliqué dans chaque usine.

i) Lavage et humidification (kg de polluant/ 10³ kg de tissu)

Procédé	DBO ₅	DCO			Source
Coton	23	94			1,2,16
Laine	47	113			
Rayonne	14	86			
Acétate	NT	ND			
Nylon	ND	ND			
Acrylique	14	86			
Polyester	14	86			

ii) Blanchiment (kg de polluant/ 10³ kg de tissu)

Procédé	DBO ₅	DCO			Source
Coton	5-15	3 500 – 13 500			2,16
Laine	1,5	ND			
Acétate	2	ND			

iii) Teinture (kg de polluant/10³ kg de tissu)

Procédé	DBO ₅				Source
Coton	2 - 80 (30)				2,3,16
Laine	9 - 34				
Rayonne	2 - 50				
Acétate	5 - 100				
Nylon	ND				
Acrylique	2 - 50				
Polyester	30 - 600				

iv) Finissage (kg de polluant/10³ kg de tissu)

Procédé	DBO ₅				Source
Rayonne	20				3,16
Acétate	40				
Nylon	10				
Acrylique	60				
Polyester	2 - 80				

7. Papier et pâte à papier

Il y a deux grandes phases dans la fabrication du papier: la production de pâte à papier à partir du bois (ou d'autres matières premières contenant de la cellulose comme la paille, le coton, le chanvre, etc.) et la production de papier à partir de la pâte à papier. La production de la pâte à papier comporte l'extraction de la cellulose du bois par dissolution de la lignine qui unit les fibres de cellulose. Les procédés les plus couramment appliqués sont la mise en pâte chimique kraft au sulfate, la mise en pâte mi-chimique au sulfite neutre et à la soude. Pour la production de papier, la pâte à papier est nettoyée, puis des agents épaississants

sont ajoutés (comme le kaolin, le gypse, le sulfate d'alumine, etc.), et la masse obtenue est pressée, séchée et coupée.

Les émissions dans l'atmosphère (dans le procédé kraft) sont le plus souvent produites par le four à récupération, le four à chaux et le cuvier-mélangeur. Ces émissions contiennent avant tout des sels de sodium et de calcium véhiculés par des particules. L'acide sulfhydrique, le méthyl mercaptan, le diméthyl sulfure et le diméthyl disulfure sont aussi émis et sont responsables de l'odeur caractéristique de l'usine kraft. Le dioxyde de soufre est émis principalement par suite de l'oxydation de composés réduits dans le four à récupération.

Émissions dans l'atmosphère (kg de polluant /10³ kg de pâte séchée à l'air non blanchie, émissions non épurées) pour le mise en pâte kraft (RSH: méthyl mercaptan, RSR: diméthyl sulfure, RSSR: diméthyl disulfure). (*µg EQT-I/ 10³ de produit)

Procédé	SO ₂	PCDD/ PCDF*	H ₂ S (expr. en S)	Pb	Hg	RSH, RSR, RSSR (expr. en S)	Source
Lessiveur- cuisseur et blow-tank	NE	ND	0,02	ND	ND	0,6	13,14
Lessiveur de «liqueur noire»	NE	ND	0,01	ND	ND	0,2	
Évaporateur à multiples effets	NE	ND	0,55	ND	ND	0,05	
Chaudière à récupération et évaporateur à cascade	3,5	ND	6	ND	ND	1,5	
Chaudière de récupération sans évaporateur à cascade	NE	ND	0,05	ND	ND	NE	
Dissolveur	0,1	ND	0,1	ND	ND	0,15	
Four à chaux	0,15	ND	0,25	ND	ND	0,1	
Condenseur à térébenthine	NE	ND	0,005	ND	ND	0,25	
Divers	NE	ND	NE	ND	ND	0,25	
Total usine	ND	0,17*		ND	ND	ND	6
Chaudières	ND	0,07- 0,04		ND	ND		17

Il convient de préciser que d'autres procédés de production de pâte à papier génèrent des émissions différentes dans l'atmosphère, mais on ne dispose pas de données détaillées pour ces différents procédés que l'on puisse incorporer dans la présente étude.

Émissions liquides

Des usines de production de pâte à papier et de production de papier génèrent des effluents différents.

Production de pâte à papier (kg de polluant/ 10³ de pâte séchée à l'air)

Procédé	DBO ₅	Hg	Tributylétain		Source
Mise en pâte mécanique	8 – 13	ND	ND		15
Procédé au sulfate (kraft)	31	ND	ND		
Procédé au sulfite	130	ND	ND		
Procédé mi-chimique	27	ND	ND		

Production de papier à partir de pâte à papier (kg de polluant/ 10³ de papier produit)
(*µg EQT-l/ 10³ de produit)

Procédé	DBO ₅	DCO	PCDD/ PCDF*	Hg	Source
Papier d'emballage	ND	27 – 36	ND	ND	3,16
Papier hygiénique	ND	26 – 35	ND	ND	
Papier d'écriture et d'impression sans épuration intégrée	18	35	ND	ND	
Papier d'écriture et d'impression avec épuration intégrée	10	20	ND	ND	
Total usine	ND	ND	10	ND	6

8. Produits chimiques organiques

8.1. Chlorure de polyvinyle

La fabrication de la plupart des résines et plastiques commence par la polymérisation ou union du composé de base (monomère) - habituellement un gaz ou un liquide - dans des solides amorphes de poids moléculaire élevé. La fabrication de la plupart des plastiques comprend une phase de réaction fermée ou polymérisation, une phase de séchage et une phase de traitement final et de formage. La principale source de contamination de l'atmosphère dans la fabrication des plastiques consiste dans les matières premières ou monomères, les solvants ou autres liquides volatiles émis au cours de la réaction. Lors de la production de chlorure de polyvinyle, le principal polluant atmosphérique est le chlorure de vinyle monomère, ainsi que les COV émanant des solvants utilisés.

Émissions dans l'atmosphère (g/10³ kg de produit)

Procédé	COV	Chlorure de vinyle	PCDD/F	Source
Production totale	ND	235		*
Production totale			P.E.	*

Émissions liquides

Procédé		PCDD/F	Chlorure de vinyle			Source
Production totale		0,03	5 (suspension)			17, *
			10 (émulsion)			

* Eurochlor - OSPAR

8.2 Tétraphthalate de polyéthylène (PET)

Le tétraphthalate de polyéthylène (PET) est une résine polyester thermoplastique. Le PET à faible viscosité est utilisé dans des applications textiles aussi bien que dans la production de fibres d'appareils, de bouteilles et de pellicules photo. Le PET à viscosité élevée est utilisé dans la composition des pneus, les ceintures de siège, etc. Le PET fait l'objet d'un usage étendu dans la fabrication des fibres synthétiques (fibres polyester), dans le conditionnement des aliments et produits ménagers, les pellicules photo, les bandes magnétiques, l'isolement électrique, etc. Le PET est produit à partir d'éthylène glycol et de diméthyl tétraphthalate (DMT) ou d'acide tétraphthalique (TPA). Les émissions dans l'atmosphère comprennent des COV et des matières particulaires.

Émissions dans l'atmosphère (kg de polluant/10³ kg de produit)

Procédé	COV (non méthaniques)			Source
Total usine (condenseurs atomiseurs)	0,36			13,14
Total usine (sans condenseurs atomiseurs)	3,6			

Émissions liquides

Procédé						Source

8.3 Alkylplomb

Le tétraéthylplomb (TEL) et le tétraméthylplomb (TML) sont les deux composés d'alkylplomb qui sont utilisés dans l'essence comme additifs antidétonants. L'alkylplomb est produit en autoclaves par la réaction de l'alliage sodium-plomb avec un excès de chlorure d'éthyle (pour le TEL) ou de chlorure de méthyle (pour le TML) en présence d'acétone comme catalyseur. La masse de la réaction est distillée pour séparer le produit, qui est alors purifié, filtré et mélangé à des chlorures/bromures. Les émissions dans l'atmosphère du plomb provenant du procédé utilisant l'alliage sodium-plomb se composent d'oxyde de plomb particulaire provenant du four à récupération (et, dans une moindre mesure, du four de fusion et du réacteur d'alliage), de vapeurs d'alkylplomb provenant des orifices d'aération du processus et des émissions fugaces du bac à boues. Le plomb peut aussi être présent dans les eaux usées de l'usine.

Émissions dans l'atmosphère (kg de polluant/10³ kg de produit)

Procédé	Plomb			Source
- Électrolytique	0,5			13,14
- Alliage sodium-plomb				
Four à récupération	28			
Cuves du processus de fabrication du TEL	2			
Cuves du processus de fabrication du TML	75			
Bacs à boues	0,6			

Émissions liquides

Procédé						Source

8.4. Peintures et vernis

La fabrication des peintures comporte la dispersion d'huiles colorées ou pigments dans un véhicule - habituellement une huile ou une résine - suivie de l'addition d'un solvant organique pour la correction de la viscosité. Ces procédés ont lieu dans de grandes cuves de mélange. Les COV sont le principal groupe de polluants émis dans l'air par les installations de production, puisqu'il y a déperdition d'au moins 1% à 2% du solvant, même dans des conditions sous contrôle. Des particules (colorants des peintures) sont également émises (0,5 – 1% du colorant utilisé).

La production de vernis comporte le mélange et le brassage de divers ingrédients, et la chaleur est utilisée pour déclencher les réactions chimiques. Les COV sont, là aussi, le principal groupe de polluants émis dans l'atmosphère. Les émissions dues à la production de vernis varient de 1% à 6% des matières premières utilisées.

Émissions dans l'atmosphère (sans dispositif antipollution) (kg de polluant/10³ de produit)

Procédé	COV (non méthaniques)			Source
Peintures	15			13,14
Vernis				
Huile épaississante	20			
Oléorésineux	75			
Alkydes	80			
Acrylique	10			

Émissions liquides

Procédé						Source

9. Ciment et produits non métalliques**9.1 Ciment**

Le ciment Portland est une poudre fine qui se compose d'un mélange de matières de ciment hydraulique, à savoir essentiellement des silicates de calcium, des aluminates et des aluminoferrites. Plus de 30 matières premières sont utilisées dans la fabrication du ciment Portland et l'on peut les diviser en quatre catégories: calcaires, siliceuses, argilleuses et ferreuses. Ces matières sont combinées chimiquement par pyrotraitement, puis par traitement mécanique, pour former le ciment. Il y a quatre procédés différents de production du ciment (sec, semi-sec, humide et semi-humide) en fonction des matières premières utilisées. Le procédé de base comprend la transformation thermique du carbonate de calcium (CaCO₃) en oxyde de calcium (CaO), la réaction de ce dernier avec les constituants à base de silice, d'aluminium et de fer (formation du clinker), puis mélange et broyage du clinker avec du gypse pour obtenir le ciment. Les émissions dans l'atmosphère dues à la fabrication du ciment comprennent : matières particulaires, SO₂, CO, COV, ammoniac, métaux et et polychloro-dibenzo-dioxines/furannes (PCDD/F). Les effluents liquides peuvent provenir des dispositifs visant à retenir les émissions dans l'atmosphère..

Émissions dans l'atmosphère (kg de polluant/10³ de produit)
(* µg EQT-I/ 10³ de produit)

Polluant	Coefficient d'émission	Polluant	Coefficient d'émission	Source
Arsenic (FT)	6,5 X 10 ⁻⁶	Benzo(a)anthracène (FT)	2,1 X 10 ⁻⁸	13,14
Cadmium (DPE) (FT)	4,2 X 10 ⁻⁶ 1,1 X 10 ⁻⁶	Benzo(b)fluoranthène (FT)	2,8 X 10 ⁻⁸	
Chrome (DPE) (FT)	3,9 X 10 ⁻⁶ 7,0 X 10 ⁻⁵	Benzo(g,h,i)perylène (FT)	3,9 X 10 ⁻⁸	
Cuivre (FT)	0,0026	Biphényle (DPE)	3,1 X 10 ⁻⁶	
Fluorure (DPE)	0,00045	Chlorobenzène (DPE)	8,0 X 10 ⁻⁶	
HCl (DPE) (FT)	0,025 0,073	Formaldéhyde (FT)	0,00023	
Mercure (DPE) (FT)	0,00011 1,2 X 10 ⁻⁵	Indéno(1,2,3,-cd)pyrène (FT)	2,5 X 10 ⁻⁵	
Ammoniac (FT)	0,0051	Phénol (DPE)	5,5 X 10 ⁻⁵	
Plomb (DPE) (FT)	0,00036 3,8 X 10 ⁻⁵	Toluène (DPE)	0,00010	
Benzène (DPE) (FT)	0,0016 0,0080	PCDD totales (FT)	1,4 X 10 ⁻⁹	

Polluant	Coefficient d'émission	Polluant	Coefficient d'émission	Source
Benzo(a)pyrène (FT)	$6,5 \times 10^{-8}$	PCDF totales (FT)	$1,4 \times 10^{-10}$	
		PCDD/PCDF	0,15*	6,17

DPE = dépoussiéreur électrostatique; FT = filtre tissu

Émissions liquides

Procédé						Source

9.2. Fabrication de la chaux

La chaux est produite par la calcination à haute température de la pierre à chaux ou roche calcaire. La chaux vive ainsi obtenue est mise à réagir avec l'eau pour former la chaux éteinte ou hydratée. Le procédé de base de la production de chaux comporte: extraction de la pierre à chaux, préparation de la pierre pour les fours par broyage et calibrage, calcination de la pierre, traitement de la chaux par hydratation, opérations diverses de manutention, transport et stockage. Les principales émissions dans l'atmosphère comprennent: matières particulaires et polluants gazeux émanant des fours (CO, NOx, SO₂). Les matières et combustibles contenant du chlore produisent des PCDD/PCDF.

Émissions dans l'atmosphère

Procédé	PCDD/F			Source
Total usine (dépoussiéreur cyclone)	10			17
Total usine (réduction des poussières)	0,07			17

Émissions liquides

Procédé						Source

9.3. Fabrication du verre

Les verres qu'on trouve dans le commerce comportent des mélanges en proportions variables de silice, chaux sodée, alumine, oxyde de plomb (cristal), oxyde de fer, acide borique. Les produits de l'industrie sont les verres plats, les verres creux (récipients divers), les verres pressés et les verres soufflés. Les procédés de fabrication du verre sont les mêmes pour tous les produits, excepté le façonnage et l'affinage. Les matières premières sont broyées, mélangées et homogénéisées, puis chargées dans le four de fusion. Le verre fondu est soumis à l'affinage, puis mis en forme par pressage, soufflage, étirage, laminage ou surfacage pour obtenir le produit voulu. Le produit final est ensuite soumis au finissage (décoration ou revêtement) et à la recuisson (élimination des zones de tension ou de fragilité

du verre), puis à vérification, et il est conditionné pour expédition. Le four de fusion contribue pour plus de 99% aux émissions totales dans l'atmosphère (volatilisation des matières et particules). Les émissions dues au façonnage et au finissage dépendent du type de verre fabriqué. La vaporisation de graisses et d'huiles se produit à partir des machines de façonnage ou soufflage du verre.

Émissions dans l'atmosphère (kg de polluant/10³ de produit)
(* µg EQT-I/ 10³ de produit)

Procédé	CV	Pb	Hg	PCDD/PCDF	Source
Four de fusion					13,14
Verre creux					
- Sans dispos. antipol.	0,1	ND	ND	ND	
- Dépoussiéreur	0,1				
Verre plat					
- dans dispos. antipol.	< 0,1	ND	ND	ND	
- dépoussiéreur	< 0,1				
Verre pressé et soufflé		ND	ND	ND	
- Sans disp. antipol.	0,2				
- dépoussiéreur	0,2				
- Filtre à poches	0,2				
- DPE	0,2				
Façonnage et finissage		ND	ND	ND	
- verre creux	4,4				
- verre plat	aucun				
- verre pressé et soufflé	4,5				
Fabrication du cristal (contenant du plomb)	PE	2,5	ND	ND	
Tous procédés					
Total usine	ND	ND	ND	0,21*	6,17
Total usine (réduction des poussières)				0,015	17

Émissions liquides

Procédé	DBO ₅	Hydroc.		Source
Tous procédés	ND	0,001		15

10. Production d'énergie

10.1 Combustion du lignite

Le lignite est un charbon au premier stade de houillification, avec des propriétés intermédiaires entre celles du charbon bitumineux et celles de la tourbe. Le lignite est pulvérisé, séché, puis chargé dans une chaudière. Les émissions générées par la combustion de lignite comprennent des matières particulaires, des oxydes de soufre, des

oxydes d'azote, du monoxyde de carbone, des composés organiques (notamment des HAP, des PCDD/PCDF), des éléments traces et des gaz acides.

Émissions dans l'atmosphère (kg de polluant/10³ de charbon chargé pour être brûlé)
(* µg EQT-I/10³ de produit)

Polluant	Coefficient d'émission	Polluant	Coefficient d'émission	Source
HAP (avec dispositif antipollution)				13,14
Benzo(a)anthracène	4,0 X 10 ⁻⁸	Benzo(a)pyrène	1,9 X 10 ⁻⁸	
Benzo(b,j,k)fluoranthène	0,55 X 10 ⁻⁷	Benzo(g,h,i)pérylène	1,4 X 10 ⁻⁸	
Fluoranthène	3,6 X 10 ⁻⁷	Indéno(1,2,3,-cd)pyrène	3,1 X 10 ⁻⁸	
Naphtalène	0,65 X 10 ⁻⁵	Phénanthrène	1,4 X 10 ⁻⁶	
Métaux (avec dispositif antipollution)				
As	2,0 X 10 ⁻⁴	Cd	2,6 X 10 ⁻⁵	15
Cr	1,3 X 10 ⁻⁴	Cr (VI)	4,0 X 10 ⁻⁵	
Pb	2,1 X 10 ⁻⁴	Hg	4,2 X 10 ⁻⁵	
Ni	1,4 X 10 ⁻⁴			
PCDD/PCDF		HAP (10 HAP) (Houille)	2,8 X 10 ⁻⁵	
Houille Lignite	2,0* 0,6*			

Émissions liquides

Procédé			Hg			Source
			ND			

10.2. Combustion du fioul

Les deux principales catégories de fioul peuvent être brûlées pour la production d'énergie: les fiouls distillés et les fiouls résiduels. Les fiouls distillés sont plus volatiles et moins visqueux que les fiouls résiduels, lesquels contiennent des quantités importantes de cendres, d'azote et de soufre. Les émissions comprennent: matières particulaires, oxydes de soufre, NOx. CO, COV, composés organiques semi-volatiles et condensables (mentionnés comme COT – composés organiques totaux), éléments en traces, HAP et PCDD/PCDF.

Émissions dans l'atmosphère (kg de polluant/10³ Litre de fioul)
(* ng EQT-I/ 10³ de gazole)

Polluant	Coefficient d'émission	Polluant	Coefficient d'émission	Source
Benzène	0,25 X 10 ⁻⁴	Toluène	0,74 X 10 ⁻³	13,14
Benzo(a)anthracène	0,48 X 10 ⁻⁶	Benzo(b,k)fluoranthène	0,18 X 10 ⁻⁶	
Fluoranthène	0,54 X 10 ⁻⁶	Benzo(g,h,i)pérylène	0,26 X 10 ⁻⁶	
Phénanthrène	0,13 X 10 ⁻⁵	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,26 X 10 ⁻⁶	
As	0,14 X 10 ⁻³	Cd	0,47 X 10 ⁻⁴	

Polluant	Coefficient d'émission	Polluant	Coefficient d'émission	Source
Cr	1,0 X 10 ⁻⁴	Cr (VI)	0,30 X 10 ⁻⁴	
Cu	0,21 X 10 ⁻³	F	0,45 X 10 ⁻²	
Hg	0,14 X 10 ⁻⁴	Ni	1,0 X 10 ⁻²	
PCDD/PCDF	14*	HAP (10 HAP) (huile lourde)	0,44 X 10 ⁻³	6

Émissions liquides

Procédé	Fioul	HAP	PCB/PCT			Source
	ND	ND	ND			

11. Production de gaz

Le gaz naturel provenant de puits à haute pression est habituellement épuré sur le site même pour en ôter les condensats d'hydrocarbures et l'eau. Le gaz naturel est considéré comme «acide» (ou corrosif) si l'acide sulfhydrique est présent en quantité supérieure à 5,7 mg/ Nm³. Le H₂S doit être éliminé avant que le gaz puisse être utilisé. Les principales sources d'émission lors du traitement du gaz naturel sont les compresseurs, les déchets de gaz acide, les émissions fugaces dues à des fuites de l'équipement et, éventuellement, les circuits de ventilation des déshydrateurs à glycol. La régénération des solutions de glycol utilisées pour la déshydratation du gaz naturel peut libérer des quantités importantes de benzène, toluène, éthylbenzène et xylène, ainsi que toute une série de composés organiques moins toxiques (US EPA, 2001).

On n'a pas relevé, dans la bibliographie, de données sur des coefficients d'émission pour les installations de production de gaz.

Émissions dans l'atmosphère

Procédé				Source

Émissions liquides

Procédé						Source

12. Produits pharmaceutiques

Un millier de produits sont classés comme produits pharmaceutiques. Ces produits sont, pour la plupart, produits en quantités modestes dans des laboratoires de taille relativement petite et utilisant des procédés de fabrication par lots, en discontinu. Un laboratoire pharmaceutique type fabrique différents produits à des moments différents. Les laboratoires pharmaceutiques utilisent des produits chimiques organiques comme matières premières ou

solvants, ces derniers étant généralement récupérés pour une nouvelle utilisation. Les émissions se composent presque entièrement de solvants organiques qui s'échappent des sècheurs, réacteurs, systèmes de distillation, cuves de stockage et autres éléments du processus de fabrication. Ces émissions sont exclusivement des composés organiques non méthaniques. Il n'est pas réaliste de chercher à évaluer les émissions à partir des diverses phases du processus de fabrication du fait de la grande diversité des opérations en discontinu qui peuvent être accomplies à une même usine. Il est plus judicieux d'obtenir des données sur les achats totaux de solvants d'une usine et de postuler que ceux-ci représentent les remplacements des quantités de solvants perdues par évaporation. Les estimations peuvent être affinées en soustrayant les matières qui ne pénètrent pas dans l'atmosphère ou dans les effluents liquides du fait qu'elles sont incinérées ou incorporées dans le produit pharmaceutique par réaction chimique.

Pourcentage de dépôt de solvant (%)

Solvant	Émission dans l'atmosphère	Déchets liquides	Incinération	Déchets solides	Produit	Source
Benzène	29	37	16	8	10	13,14
Tétrachlorure de carbone	11	7	82	-	-	
Chloroforme	57	5	-	38	-	
Fréons	0,1	-	-	-	99,9	
Toluène	31	14	26	29	-	
Trichloroéthane	100	-	-	-	-	

13. Centres urbains

Les centres urbains génèrent une grande diversité d'émissions atmosphériques et d'effluents en raison de la multitude d'activités humaines. La combustion de fuel domestique pour les habitations (principalement du fioul-gazole distillé) est une source importante de polluants atmosphériques. Les émissions dans l'atmosphère sont similaires à celles relevées pour les utilisations industrielles du même combustible.

Émissions dans l'atmosphère (kg de polluant/10³ litre de fioul)

(* ng EQT-l/ 10³ kg de gazole ou essence)

(**g / 10³ kg de gazole)

Polluant	Coefficient d'émission	Polluant	Coefficient d'émission	Source
Benzène	0,25 X 10 ⁻⁴	Toluène	0,74 X 10 ⁻³	13,14
Benz(a)anthracène	0,48 X 10 ⁻⁶	Benzo(b,k)fluoranthène	0,18 X 10 ⁻⁶	
Fluoranthène	0,54 X 10 ⁻⁶	Benzo(g,h,i)pérylène	0,26 X 10 ⁻⁶	
Phénanthrène	0,13 X 10 ⁻⁵	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,26 X 10 ⁻⁶	
As	0,14 X 10 ⁻³	Cd	0,47 X 10 ⁻⁴	
Cr	1,0 X 10 ⁻⁴	Cr (VI)	0,30 X 10 ⁻⁴	
Cu	0,21 X 10 ⁻³	F	0,45 X 10 ⁻²	
Hg	0,14 X 10 ⁻⁴	Ni	1,0 X 10 ⁻²	

Polluant	Coefficient d'émission	Polluant	Coefficient d'émission	Source
PCDD/PCDF Gazole pour chauffage central	14*	HAP (15 PAH)	1**	6

Cependant, une quantité plus importante de polluants est émise par la circulation automobile (pots d'échappement des voitures) et les poussières (contenant des métaux et des polluants organiques).

Émissions dans l'atmosphère [(g de polluant /10³ kg de carburant (gazole ou essence)]
(* ng EQT-l/10³ kg de gazole ou essence)

Procédés	PCDD/PCDF	HAP [B9a0P, B(b)F, B(k)F, I(1,2,3-cd)P]	Source
Gazole (automobiles)	14*	0,43 (passagers) 0,40 (véhicules lourds)	6
Essence au plomb (automobiles)	2200*	0,15 (passagers) 0,20 (véhicules lourds)	
Essence sans plomb (automobiles)	104*		
Fioul au plomb	2,2		17
Catalyseur sans plomb	0,0		
Gazole	0,1		
Huile lourde	4,0		

Les effluents liquides proviennent des réseaux d'assainissement et du ruissellement de l'eau de pluie. Ces deux courants d'eaux usées sont pollués par des matières organiques dégradables, des éléments nutritifs, des hydrocarbures de pétrole (y compris des HAP), des métaux lourds et des matières organiques persistantes. Les sources de polluants comprennent des activités semi-industrielles spécifiques dans la ville, les foyers domestiques, des installations (comme les stations service) ainsi que des sources diffuses des chaussées et des zones de constructions. Il est très difficile d'établir des coefficients d'émission urbains pour les polluants émanant de tous ces processus en raison de la grande diversité des activités d'une agglomération à l'autre. Par conséquent, seules des données générales peuvent être fournies dans le présent document et des données détaillées doivent l'être pour chaque agglomération.

Émissions liquides (kg de polluant/personne/an)
(** 10⁻³ kg HAP/km par an) {6 HAP: [fluoranthène, benzo(a)pyrène, benzo(ghi)pérylène, Indéno(123cd)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène]}

Procédé	DBO ₅	N	P	Métaux	HAP	Source
Foyers domestiques	22	3,6	0,4	Pb: 0,19-0,90 X 10 ⁻³ Cd: 0,5 X 10 ⁻⁴	55 X 10 ⁻⁶ (9 PAH) 4,1 X 10 ⁻⁶ [B(a)P]	6

Procédé	DB0	N	P	Métaux	HAP	Source
	5					
Ruissellement du réseau de voirie	ND	ND	ND	ND	ND	
Dans le périmètre des zones bâties	ND	ND	ND	ND	9,7**	
Au dehors des zones bâties	ND	ND	ND	ND	48**	

ADDITIF 1

PCB, PILES/ACCUMULATEURS ET HUILES LUBRIFIANTES DANS L'ENVIRONNEMENT Production, utilisation et élimination

INTRODUCTION

Lors de l'élaboration du précédent rapport technique (mars 2002), un certain nombre de polluants n'ont pas été inclus en raison du manque d'informations. Ces polluants comprennent les polychlorobiphényles (PCB), les piles/accumulateurs à Ni-Cd et les huiles lubrifiantes usées.

Ces polluants ne sont pas émis par des procédés industriels spécifiques. .

- Les PCB ne sont plus légalement utilisés dans la plupart des pays méditerranéens et ne devraient pas être fabriqués. Cependant, les stocks encore existants (en usage ou entreposage) sont une source possible de contamination pour l'environnement, de même que l'est leur libération à partir des sédiments aquatiques contaminés et de décharges illicites.
- Les piles/accumulateurs (à usages industriels ou domestiques) sont en partie éliminés dans des décharges municipales ou dans l'environnement.
- Les huiles lubrifiantes sont, pour la plupart, collectées dans les stations-service pour véhicules, mais elles peuvent accidentellement ou illégalement être rejetées dans les effluents d'eaux usées urbains.

Avec les informations communiquées dans les pages qui suivent, on s'efforce d'apprécier l'ampleur du problème soulevé par les composés précités au niveau de l'environnement.

A. POLYCHOROBIPHÉNYLES (PCB)

Le rapport qui suit se fonde pour l'essentiel sur la série des substances prioritaires OSPAR (OSPAR Commission, 2001) et sur les Lignes directrices pour l'identification des PCB et appareils contenant des PCB (UNEP Chemicals, 1999).

1. Sources de PCB

1.1. Introduction

Les PCB ont fait l'objet d'une production commerciale à partir de 1929, tant pour des utilisations en circuit fermé, comme fluides isolants et de refroidissement dans les transformateurs, comme fluides diélectriques dans les condensateurs et comme fluides hydrauliques, que pour des utilisations en circuit ouvert, comme mortiers et agents d'étanchéité, comme plastifiants dans les peintures. Ils ont cessé d'être fabriqués en Europe vers le milieu des années 1980. Depuis lors, leurs principales sources ont été les fuites se produisant dans des d'installations contenant des PCB, l'élimination de déchets, la remise en mouvement de sédiments contenant des PCB et, dans une mesure que l'on ne peut apprécier, leur formation comme sous-produits au cours de divers procédés thermiques et chimiques. Dans les estuaires contaminés, les concentrations dans les sédiments peuvent atteindre plusieurs centaines de g/kg (poids sec). Dans des zones écartées, on a décelé des variations comprises entre 0,1 et 20 µg/kg (poids sec). Les concentrations dans les biotes peuvent atteindre jusqu'à 1 900 µg/kg (poids humide). Les émissions et les concentrations

ont chuté depuis les années 1970, mais les concentrations pourraient désormais se stabiliser, puisque la remise en mouvement des sédiments devient la principale source.

Les directives de la CE interdisent leur utilisation dans les applications en circuit ouvert sous forme de matières premières et produits intermédiaires, et elles exigent l'inventaire et la destruction des PCB. Le Protocole relatif aux polluants organiques persistants (POP) de la Commission économique pour l'Europe de l'ONU énonce des obligations similaires de destruction, et la Convention «POP» du PNUE, récemment signée, prévoit l'interdiction de la production des PCB et exige la destruction de leurs stocks et un traitement soigneux des déchets.

En principe, les émissions doivent provenir de la production, de l'utilisation et de l'élimination de déchets. En Europe, la production de PCB a cessé en 1985 au plus tard. Cependant, il est des indices probants que certains pays (comme la République populaire de Chine) pourraient encore produire des PCB, ce qui explique pourquoi des condensateurs contenant des PCB peut encore parfois être trouvés dans des installations récentes.

1. 2. Utilisations des PCB

Les principales utilisations des PCB sont présentées sur le tableau 1.1.

Tableau 1.1: Applications des PCB

Catégorie	Application	Contenu en chlore (% poids)
Circuit fermé	Transformateurs	40-60
	Condensateurs	20-55
Systèmes de circulation	Huiles hydrauliques	30-60
	Huiles thermiques	environ 40
	Huiles lubrifiantes	20-55
Circuit ouvert	Plastifiants pour caoutchouc	20-70
	Plastifiants pour résines synthétiques	50-70
	Papiers autocopiants sans carbone	environ 40
	Adhésifs	20-55
	Peintures, encres d'impression, agents d'étanchéité	environ 55

Les principales utilisations en circuit fermé concernaient les industries électriques et extractives et comprenaient:

- les transformateurs (fluides isolants et de refroidissement);
- condensateurs (fluides diélectriques); et
- fluides hydrauliques (notamment pour l'ignifugation).

Les PCB sont utilisés purs ou en mélangés avec d'autres substances. Parmi ces mélanges, il y a par exemple l'askarel, qui est utilisé dans les transformateurs électriques. Il se compose d'environ 65 % de PCB et de 35 % de tri- ou tétrachlorobenzènes.

Les applications en circuit fermé impliquent en principe que les PCB ne peuvent être libérés dans l'environnement au cours de l'utilisation (par ex., les PCB servant de diélectriques dans les condensateurs). Cependant, selon une estimation (Callahan, 1983 cité in lfeu, 1998), aux États-Unis 2 % des transformateurs et 3 % des grands condensateurs présentent des fuites, si bien que l'on peut admettre que ces applications en circuit fermé donnent lieu à des libérations importantes de PCB dans l'environnement.

1.3. Élimination

Pour examiner les émissions de PCB susceptibles de se produire en fin de vie utile de ces produits, il est nécessaire de prendre en considération les dispositions juridiques réglementant leur élimination. La directive 96/59/CE du Conseil de l'UE contient des stipulations concernant l'élimination des PCB. La directive s'applique aux déchets ayant des concentrations de PCB ≥ 50 ppm et des volumes ≥ 5 litres de PCB.

Les principales dispositions de la directive sont les suivantes:

- dans les trois ans suivant son adoption en 1996, les États membres de l'UE sont tenus de soumettre un inventaire des PCB et des plans détaillés d'élimination de leurs déchets ainsi que de décontamination/élimination des appareils concernés, à savoir tous ceux contenant plus de 5 litres de PCB;
- l'année 2001 est fixée comme délai limite à l'élimination complète ou à la décontamination des appareils contenant des PCB. La seule exception est celle des transformateurs contenant entre 500 et 50 ppm de PCB, dont le maintien en service est autorisé jusqu'à leur fin de vie utile.

Il y a tout lieu de penser que l'élimination non contrôlée par les déchets ménagers est strictement limitée à de petits appareils électriques. Les études disponibles jusqu'à ce jour indiquent que ces petits appareils représentent en poids 1 % de la quantité totale des déchets ménagers.

Quand de petits condensateurs contenant des PCB sont éliminés dans des décharges, les PCB sont éliminés par décomposition de leurs enceintes. Les condensateurs contenant des PCB peuvent également être endommagés par suite du compactage. Au début des années 1980, la teneur en PCB des résidus d'un incinérateur de déchets se situait entre 0,26 et - 0,35 g/t de matériel sec ou entre 0,175 et 0,25 g/t de déchets humides. Ces valeurs sont probablement valables aussi pour les décharges de déchets solides.

Une autre source importante est le dépôt atmosphérique de PCB consécutif à la volatilisation à partir de l'eau et de sols contaminés. Selon des estimations, la remise en circulation diffuse des PCB à partir de sols, des boues d'épuration, etc., deviendra la source relativement la plus importante de PCB dans une perspective à long terme (Annema, 1995).

La contamination des boues d'égout par les PCB peut se produire par la contamination via le papier hygiénique recyclé. Un résumé des données communiquées par divers auteurs a montré qu'à la fin des années 1980, 100 % des boues d'égout de la République fédérale d'Allemagne étaient contaminées par des PCB. Cette contamination variait entre 0,05 et 15 mg/kg de matière sèche.

2. Quantification des sources – évaluation

Pour fournir une idée de l'importance des différentes sources de PCB, des données cumulatives de l'ex-Allemagne de l'Ouest pour les applications en circuit ouvert et fermé jusqu'en 1984 sont présentées sur le tableau suivant (tableau 2.1) pour une utilisation totale de > 72 500 tonnes:

Tableau 2.1: Données cumulatives sur la quantité de PCB utilisée dans l'ex-Allemagne de l'Ouest jusqu'en 1984

Applications des PCB (ex-Allemagne de l'Ouest)	Production (t)	Quantité appliquée (t)
En circuit fermé (71%): Industrie électrique		
- transformateurs à l'askarel	27 900	22 826
- condensateurs	18 600	13 127
Activités extractives	12 500	12 500
Radiateurs à huile	< 0,05	
Bobines d'induction	< 0,46	
En circuit ouvert (29%): - Agents d'étanchéité, peintures, plastiques, etc	24 000	> 24 000
Total	83 000	approximativement 72 500

Étant donné que l'élimination de déchets contenant des PCB est assujettie à une déclaration obligatoire, on dispose de données sur les quantités de PCB déjà éliminées et il est possible d'évaluer les quantités actuellement en usage. Par exemple, on peut admettre que les transformateurs à l'askarel ont une durée de vie utile de 25 ans. Comme les transformateurs les plus anciens ont été fabriqués en 1960, leur remplacement doit avoir commencé en 1985. À la fin de 1988, en Allemagne de l'Ouest, 10 361 transformateurs à l'askarel vidangés et nettoyés ont été stockés dans des installations souterraines d'élimination de déchets. Si l'on postule une quantité moyenne de 870 kg de PCB par transformateur, on peut estimer qu'une quantité de 9 014 tonnes de PCB a été éliminée, ce qui implique que, sur la base d'une quantité appliquée cumulative de 22 826 tonnes en 1984, ce sont environ 13 812 tonnes de PCB qui pouvaient encore être en usage dans les transformateurs à l'askarel de l'ex-Allemagne de l'Ouest.

2.1. Applications sans dispositif antipollution

En raison des définitions retenues, il n'est pas obligatoire, aux termes de la directive du 96/59/CE du Conseil de réaliser un inventaire pour un certain nombre de produits et de déchets contenant des PCB. Il s'agit entre autres de volumes importants de déchets à faible concentration en PCB (par ex., des huiles minérales contaminées par des PCB) et de produits ayant un volume restreint de PCB purs comme les condensateurs des appareils d'éclairage à tube luminescent. Ces utilisations sont dites «sans dispositif antipollution».

2.2. Applications en circuit ouvert

Les quantités de PCB utilisées dans les applications en circuit ouvert sont particulièrement difficiles à inventorier et évaluer. Toutes les applications en circuit ouvert peuvent être considérées comme étant dénuées de dispositif antipollution. Jusqu'à ce que l'utilisation en applications ouvertes ait été interdite au début des années 1970, environ 25 000 tonnes de PCB étaient destinées à des applications ouvertes en Allemagne et 4 000 tonnes en Belgique (voir tableau 2.3). Avec une durée de vie utile des produits en question de 15-25 ans, la plupart de ces applications ouvertes devraient avoir déjà été soumises au traitement de leurs déchets avant l'année 1994.

En revanche, on peut admettre que certaines applications, par exemple dans les matériaux de construction, ont été conçues pour des périodes d'utilisation plus longues (40 ans pour certains peintures et agents d'étanchéité). Par conséquent, les agents d'étanchéité ont représenté probablement la source encore la plus importante d'émissions à partir des applications ouvertes au cours des années 1990. Des constatations faites récemment en Suisse confirment que les agents d'étanchéité pourraient représenter encore une source importante. Jusqu'à présent, seuls quelques échantillons ont été analysés et les concentrations en PCB relevées variaient considérablement. Une campagne de surveillance continue sera entreprise en vue de se faire une idée de l'ampleur du problème.

Selon l'Office fédéral allemand de la santé, la quantité totale d'agents d'étanchéité contenant des PCB utilisés dans le secteur du bâtiment était approximativement de 20 000 tonnes. Dans ces conditions, les agents d'étanchéité produits sur la base du polysulphate polymère (dont la désignation commerciale est thiokol) sont particulièrement en cause. Lors des mesures effectuées par l'Agence fédérale allemande de l'environnement au début des années 1990, des concentrations en PCB de 5 à 210 g/kg ont été décelées dans 12 des 34 agents d'étanchéité examinés. Les 12 échantillons présentaient une teneur moyenne en PCB de 110 g/kg. Une estimation générale fondée sur cette valeur pour les agents d'étanchéité contenant des PCB donne 2 200 tonnes de PCB pour ce secteur.

Une autre source d'émissions dans l'hydrosphère a été l'utilisation de PCB pour la production de papiers autocopiants sans carbone. C'est en raison de cette utilisation que des valeurs élevées de PCB ont encore été mesurées dans le papier recyclé longtemps après l'arrêt de la production en 1972. Dans la première moitié des années 1980, des valeurs > 10 ppm et, au début des années 1990, des valeurs atteignant 4 ppm, ont été relevées en Allemagne. L'utilisation de ce papier recyclé dans la fabrication de papier hygiénique s'est vraisemblablement accompagnée d'un apport considérable à l'hydrosphère. Cependant, l'on ne dispose pas de données quantitatives précises.

La remise en état des constructions métalliques comme les pylônes et les ponts revêtus de peintures anticorrosion peut également être une source importante d'émissions de PCB et autres substances dangereuses comme les PAP ou le plomb, si le travail n'est pas correctement effectué. En Suisse, des lignes directrices sont en cours d'élaboration pour définir des règles strictes à suivre lorsqu'on effectue de tels travaux.

Par exemple, en Belgique, un inventaire plus détaillé des quantités de PCB en applications ouvertes a été établi et les informations pertinentes sont présentées sur les tableaux 2.3 à 2.7.

Les tableaux ci-après donnent une estimation des émissions de PCB provenant de petites applications sans dispositif antipollution. Dans les différentes colonnes, les quantités estimatives de PCB sont présentées sous les intitulés "Estimation de la quantité de PCB mise sur le marché", "Extrapolation de la quantité de PCB encore présente en 2000" et "Au rebut dans l'environnement en 2000 depuis 1980". Il convient d'exposer la méthode utilisée pour établir ces estimations:

- a. la répartition des quantités entre les deux dernières colonnes précitées des tableaux est calculée en fonction de la période d'utilisation;
- b. dans l'approche générale, les émissions au cours de l'«utilisation» (et donc avant la fin de vie utile) ont été délibérément omises. Si elles avaient été prises en compte, les chiffres de la colonne "Quantité encore présente en 2000" seraient légèrement inférieurs tandis que les quantités «Au rebut dans l'environnement en 2000 depuis 1980» auraient été légèrement supérieures. Il a été posé en principe que les appareils/matériaux au rebut finissent par être éliminés en décharge.

“Peintures” (applications sans dispositif antipollution et ouvertes)

Ces peintures contenant des PCB peuvent se trouver dans certains secteurs (comme les transports et les infrastructures, les ménages, les bureaux, les PME, lors de l'élimination des déchets, etc.) et constituent une source importante d'émissions de PCB au cours de la durée de vie utile et en fin de vie utile.

Table 2.2 Inventaire des peintures contenant des PCB en Belgique

Divers types de peintures concernés:	Période d'application	Estimation de la quantité de PCB mise sur le marché	Durée de vie utile (en années)	Extrapolation de la quantité de PCB encore présente en 2000	Émissions (t/an) en 2000	Au rebut dans l'environnement en 2000 depuis 1980
au caoutchouc chloré	jusqu'en 1973	2 625 t	25	13 t	0 – 0,86	2 612 t
au chlorure de vinyle	jusqu'en 1973	800 t	25	41	0 – 0,28	796 t
au latex	jusqu'en 1963	45 t	40	6,4 t	0 – 0,65	38,6 t
autres peintures	1960-1962					
non précisé						
Total		3 3470 t		23,4 t/an ->	1,79 t/an	3 446 t
Les émissions/rejets annuels se situent entre 0 et 7% (RIVM, 1995)						

L'extrapolation des PCB encore présents en Belgique en 1999 a été effectuée sans prendre en compte les émissions au cours de la durée de vie utile.

Il importe de noter que le confinement des PCB dans les peintures (matrices) aboutit à des émissions qui sont plus importantes que pour les condensateurs (où les PCB sont confinés dans une enceinte métallique). Cela est dû à l'altération physique et photochimique de ces peintures (émissions atteignant 7%). A la fin de leur vie utile, les peintures sont éliminées (traitement chimique, thermique ou physique des surfaces peintes); dans certains cas, le matériel peint et traité est lui-même détruit. Dans tous les cas, la destruction des vieilles peintures est la règle générale. La destruction de la matrice donne même lieu à des émissions plus élevées de PCB. Mais ces faits n'ont pas jusqu'à présent été documentés.

Béton (applications sans dispositif antipollution et ouvertes)

Le béton est une source d'émissions dans l'atmosphère au cours de son utilisation et de l'élimination de ses gravats. Il convient de distinguer parmi les catégories concernées:

- les additifs du béton
- les injections de ciment ou mortier
- le ciment composite polymère (CCP)
- divers
- non précisé.

Tableau 2.3: Inventaire des émissions/rejets de béton contenant des PCB en Belgique:

Pays	Béton	Période d'application	Estimation de la quantité de PCB mise sur le marché	Durée de vie utile (en années)	Extrapolation de la quantité de PCB encore présente en 1999	Émissions (t/an)	Au rebut dans l'environnement en 1999 depuis 1969
Belgique	CCP	1960-1969	40 t	40	2,9 t	0,198 t/an	37,16 t
Les émissions annuelles se situent entre 0 et 7% (RIVM, 1995)							

Il est à noter que les considérations «au rebut» concernant les peintures sont également valables dans ce cas.

Inventaire des émissions concernant les mastics contenant des PCB

Les mastics sont une source d'émissions dans l'atmosphère et lors de l'élimination des déchets.

Tableau 2.4 : Belgique

Pays	Mastic	Période d'application	Estimation de la quantité de PCB mise sur le marché en Belgique	Durée de vie utile (en années)	Extrapolation de la quantité de PCB encore présente en Belgique en 1999	Émissions/rejets (t/an) en 1999	Au rebut dans l'environnement en 1999 depuis 1973
Belgique	Thiokol	jusqu'en 1973	63 t	40	5,46 t	0,38 t/an	57,54 t
Les émissions annuelles se situent entre 0 et 7% (RIVM, 1995)							

L'extrapolation des PCB encore présents en Belgique en 1999 a été établie sans prendre en compte la dispersion et les émissions au cours de la durée de vie utile. Il est à noter que les considérations «au rebut» concernant les peintures et le béton sont également valables dans ce cas.

Colles (applications sans dispositif antipollution et ouvertes)

Les colles sont une source d'émissions dans l'atmosphère au cours de l'utilisation et de l'élimination des déchets. On distingue deux rubriques:

- les colles;
- non précisé.

Tableau 2.5: Émissions de colles contenant des PCB en Norvège

Pays	Colles	Période d'application	Estimation de la quantité de PCB mise sur le marché	Durée de vie utile (en années)	Extrapolation de la quantité de PCB encore présente en 1999	Émissions/rejets (t/an) en 1999	Au rebut dans l'environnement en 1999 depuis 1975
Norvège	1	1965-1975	250 t	40	35 t	2,45 t/an*	215 t

* Le même coefficient que pour le thiokol (0-7%) a été utilisé

Il est à noter que les considérations «au rebut» concernant les peintures, le béton et le mastic sont également valables dans ce cas.

Produits divers

En 1983, l'EPA des États-Unis a dressé une liste des produits susceptibles de contenir des PCB sur la base d'une étude théorique de 200 procédés chimiques pouvant générer des sous-produits sous forme de PCB. Les procédés ont été classés par ordre selon leur potentiel de formation de PCB; les substances produites de cette façon et présentant un potentiel élevé ont été inscrites sur la liste de l'EPA. Ces substances sont censées contenir de 25 à 50 ppm de PCB.

On ne dispose pas de données d'analyse sur la teneur en PCB de l'un quelconque de ces produits car l'industrie européenne n'est pas tenue d'analyser les PCB dans ces produits.

En Belgique, la poussière de CPV a été analysée et les concentrations de PCB y étaient d'environ 40 ppb. Cette poussière est utilisée par les entreprises qui fabriquent leurs produits à base de CPV en modifiant la formulation par des adjuvants et des colorants. A mesure que la poussière est recyclée, la contamination par les PCB pourrait augmenter. On ne dispose pas d'autres données sur ces produits.

2.3 Applications en circuit fermé

En ce qui concerne les applications en circuit fermé, les PCB sont libérés par suite de fuites et en partie aussi du fait d'incendies quand les usines et dispositifs électriques contenant des PCB sont livrés aux flammes. Comme la plupart des transformateurs à l'askarel et des grands condensateurs devaient avoir été éliminés à la fin de 1999, ce sont surtout les petits condensateurs contenant des PCB qui sont encore en usage.

Jusqu'à ce jour, environ un tiers des petits condensateurs contenant des PCB sont encore en usage (voir tableau 2.6). Ils comprennent surtout les condensateurs des appareils d'éclairage à tube luminescent. Cependant, le nombre des condensateurs qui ont été installés dans les lampadaires le long des autoroutes et routes municipales ne peut être négligé. Il comporte un danger possible pour la santé publique en raison de fuites occasionnelles ou même d'explosions de condensateurs. D'autres secteurs susceptibles d'avoir des condensateurs contenant des PCB sont ceux des machines à laver, des brûleurs à mazout domestiques et des pompes de circulation de chauffage central. Quand les déchets sont broyés, les petits condensateurs contribuent dans une large mesure à la contamination par les PCB.

La situation concernant les applications fermées en Belgique est indiquée sur le tableau 2.6.

Petits condensateurs

On les trouve dans quelques secteurs/emplacements importants (activités agricoles, transports et infrastructures, ménages, bureau, élimination de déchets, etc.) et ils constituent une source importante d'émissions (en fin de vie utile) et de rejets (au cours de la durée de vie utile).

Tableau 2.6: Belgique

Divers types de condensateurs concernés:	Période d'application	Estimation de la quantité de PCB mise sur le marché en Belgique	Durée de vie utile (en années)	Extrapolation de la quantité de PCB encore présente en Belgique en 2000	Émissions (t/an) en 2000	Au rebut dans l'environnement en 2000 depuis 1980
1. Condensateurs des appareils d'éclairage à tube luminescent (dans les bâtiments)	1960-1982	690 t	20	127 t	2,03	563 t
2. Lampadaires des autoroutes, routes nationales et municipales	1960-1982	103 t	25	33 t	0,538	70 t
3. Condensateurs de brûleurs d'installations de chauffage central	1960-1982	28 t	20	5 t	0,08	23 t
4. Condensateurs de pompes d'installations de chauffage	1960-1982	73 t	15	7 t	0,1	66 t

Divers types de condensateurs concernés:	Période d'application	Estimation de la quantité de PCB mise sur le marché en Belgique	Durée de vie utile (en années)	Extrapolation de la quantité de PCB encore présente en Belgique en 2000	Émissions (t/an) en 2000	Au rebut dans l'environnement en 2000 depuis 1980
central						
5. Condensateurs de machines à laver	1960-1982	29-100 t	15	14 t	0,224	86 t
6. Condensateurs des installations d'alimentation en courant continu	jusqu'en 1982	23 t	25	12 t	0,192	11 t
7. Bagues électriques						
8. Autres petits condensateurs (radiateurs à huile)	1960-1986	23 t	25	12 t	0,192	11
9. Non précisé						
Total		1 017		198 t	3,16 t/an	819 t

Il convient de noter que l'extrapolation des PCB encore présents en Belgique en 2000 a été effectuée sans tenir compte de la dispersion et des émissions au cours de la période d'utilisation.

La dernière colonne donne une estimation de la quantité de PCB dans l'environnement après la fin de la durée de vie utile («au rebut»). Cette période particulière est complexe car elle se compose d'une période de «retrait» suivie, en l'absence de critères d'identification de la dangerosité de ces produits, du transfert à des décharges, à des installations d'incinération des «déchets domestiques» ou à des installations de récupération des métaux. Dans tous ces cas, la période au cours de laquelle «l'intégrité physique» du condensateur est restée intacte est difficile à estimer. Par conséquent, les hypothèses de calcul sont ainsi, jusqu'à présent, des exercices difficiles.

En outre, la liste du tableau 2.7 fournit une indication des types d'appareil concernés et illustre les risques qui leur sont associés.

Tableau 2.7: Présence de condensateurs à PCB dans les appareils électriques (Schiemann, 1996, cité in lfeu, 1998)

Type d'appareil	Nombre d'unités examinées	Appareils avec condensateurs à PCB	Proportion
Machines de bureau	20	5	25,0
Hotte d'aspiration	12	4	33,3
Moteur électrique	11	2	18,2
Télévision	670	10	1,5
Machine à laver la vaisselle	143	6	4,2
Autres appareils ménagers	16	2	12,5
Matériel réfrigérant	211	1	0,1
Photocopieuse	19	2	10,5

Type d'appareil	Nombre d'unités examinées	Appareils avec condensateurs à PCB	Proportion
Appareils d'éclairage à tube luminescent	517	354	68,5
Brûleurs à mazout	19	10	52,6
Divers/appareils radio/électrophones.	89	3	3,4
Tondeuse à gazon	13	0	0
Aspirateur	55	1	1,8
Casque sèche-cheveux	16	9	56,3
Machine à laver	500	49	9,8
Sèche-linge	16	0	0
Matériel commercial	32	4	12,5
Autres appareils	6	0	0
Total/moyenne	2 365	462	19,5

Comme en Belgique, il apparaît qu'en Allemagne aussi de petits condensateurs contenant des PCB sont principalement encore en usage dans les appareils d'éclairage à tube luminescent.

Pour l'Allemagne, le tableau 2.8 donne un inventaire des émissions de PCB estimées pour la période 1994/95 par Ifeu (1998).

Les émissions de PCB dans l'atmosphère aboutissent finalement, via le dépôt, dans le sol ou dans les eaux de surface. Les PCB dans l'eau se fixent sur les sédiments en raison de la forte adsorption de ces substances, et c'est aussi en raison de cette adsorption qu'on les trouve fixés aux particules du sol. On peut ainsi en conclure que les émissions de PCB aboutissent à une contamination diffuse à large échelle du sol et des sédiments.

Tableau 2.8: Inventaire des émissions de PCB en Allemagne (période 1994/1995)

Source	PCB (kg)
Applications en circuit ouvert*	max. 16 000
Applications en circuit fermé	max. 10 989
Libération de gaz diffuse en décharge	max. 5,9
Incinération en décharge	0,02
Incinération de déchets domestiques	0,32
Véhicules de transport à moteur diesel	0,26
Ateliers de frittage	92
Production d'acier de deuxième fusion	206
Foyers/cheminées	789
Total:	30 894 kg
Source: estimations établies par Ifeu (Ifeu, 1998) * seulement pour les agents d'étanchéité contenant des PCB	

Un résumé de l'évaluation des flux et inventaires de PCB relatifs à la zone de la Convention OSPAR est en outre présenté dans Eurochlor, 1999, combinant les informations communiquées par Axelman (1997) et par Ritter *et al.* (1996). Il a été estimé que la quantité

totale de PCB libérée dans l'environnement de l'hémisphère Nord est d'environ 100 000 tonnes, dont 75% l'ont été entre 1955 et 1970. Les émissions actuelles se situeraient entre 10 et 100 tonnes par an dans la zone OSPAR et en Amérique du Nord, la majeure partie provenant des appareils électriques. Une étude réalisée en Suède a indiqué que, dans la zone OSPAR, environ 5 000 tonnes de PCB pourraient encore être présentes dans les anciens bâtiments sous forme de divers revêtements et agents d'étanchéité.

Il a également été établi dans le rapport Eurochlor (1999), qu'en raison du caractère persistant et semi-volatile des PCB, des «anciennes émissions» sont encore présentes dans l'environnement et continuent à s'étendre par un mécanisme de répartition des dépôts et de volatilisation. Les «nouvelles émissions» devraient alors être prises en compte dans une approche globale.

Le tableau 2.9 ci-après donne les résultats d'Axelman (1997).

Ces résultats indiquent que les PCB existants sont adsorbés sur le sol et les sédiments. Ils sont progressivement volatilisés dans l'atmosphère où intervient leur principale mais lente dégradation. Le processus de dégradation global est cependant très lent, en particulier pour les congénères fortement chlorés. Dans ces conditions, les émissions actuelles peuvent agir comme un apport continu pour maintenir des concentrations atmosphériques constantes.

Tableau 2.9: Inventaires et flux de PCB selon Axelman (1997; cité in Eurochlor, 1999)

	PCB#28	PCB#153
Émissions		
Total émissions «anciennes » (t)	14 000	4 850
Émissions «nouvelles» (t/an)	6	0,6
Inventaires		
dans l'atmosphère (t)	62	17
dans les eaux de surface (t)	6	7
dans les eaux profondes (t)	45	54
dans les sédiments du plateau continental (t)	10	53
dans le sol (t)	917	760
dans la biomasse et les détritrus (t)	122	74
Total	1 117	950
Pertes/dégradation		
dans l'atmosphère (t/an)	92	3,5
dans l'eau de mer (t/an)	1	1,3
dans les sédiments (t/an)	1	5
dans le sol et la biomasse (t/an)	0,3	0,2
Total (t/an)	94,3	10
Total (% de l'inventaire /an)	8	1

Dans le cadre d'un projet de l'UE sur les émissions de POP dans la région de la Baltique (Pacyna *et al.*, 1999), les estimations ci-après sont communiquées pour les émissions de PCB.

L'évolution au cours des dernières décennies des émissions de PCB a été estimée en fonction des mesures de réduction prises et des hypothèses retenues au plan national. Comme il n'y avait que peu de données sur les mesures d'émission de PCB, les chiffres du tableau 2.10 ont donc été calculés à partir de données statistiques sur les activités et la population en recourant à des coefficients d'émission par défaut. Pour l'Allemagne, par exemple, les estimations sont supérieures à celles communiquées par l'Ifeu. Cependant, il n'est pas possible d'expliquer les différences entre les deux séries d'estimations communiquées.

Tableau 2.10: Estimation des émissions de PCB [t/an] (Pacyna *et al.*, 1999)

Année	BELG	DANM	FINL	FR	ALL	LUX	PAYS-BAS	NORV	PORTU	ESP	SUE	SUISSE	ANGL	Émissions pour l'Europe (y compris l'Europe de l'Est)
1970	49,5	24,9	23,5	258,1	402,1	2,1	65,8	19,6	18,2	170,5	41,1	31,7	282,4	1 729
1975	40,3	20,5	19,3	214,8	323,8	1,8	55,1	16,2	17,9	143,6	33,7	25,9	228,0	1 428
1980	20,4	10,5	9,9	110,2	164,2	0,9	28,6	8,3	19,7	75,9	17,1	12,9	114,8	757
1985	20,2	10,4	9,9	111,7	160,1	0,9	29,2	8,4	20,1	77,7	16,9	13,2	114,7	758
1990	1,8	1,01	2,7	19,96	43,2	0,13	0,25	0,4	0,6	8,7	1,9	1,7	3,8	116
1995	1,8	1,02	2,7	20,4	42,4	0,13	0,25	0,4	0,6	8,7	2,0	1,7	3,7	113

2.4 Conclusions

Sur la base des données de surveillance et des diverses sources de données ci-dessus sur les estimations de quantités restantes et d'émissions de PCB, compte tenu aussi de l'incertitude de ces estimations, il peut être conclu que l'apport à l'environnement de ces substances a diminué significativement. Une nette tendance à la baisse peut être observée.

Cependant, on estime que des émissions de ce type se produisent encore du fait des applications en circuit ouvert ou fermé qui sont dénuées de dispositif antipollution. Pour la Belgique, les estimations indiquent que les valeurs sont du même ordre que pour les applications dénuées de dispositif antipollution (voir tableau 2.11).

Table 2.11: Somme de toutes les estimations d'émissions en Belgique

Applications		Émissions en 2000 (t/an)	
Applications et produits en petites quantités	Applications importantes	Applications et produits en petites quantités	Applications importantes (données EMEP)
Thiokol	-	0,38	-
CCP		0,2	-
Peinture au caoutchouc chloré		0,86	-
Peinture au chlorure de vinyle		0,28	-
Peinture au latex		0,65	-
Condensateurs des appareils d'éclairage à tube luminescent (intérieur des bâtiments)		2,03	-
Lampadaires des autoroutes, routes nationales et municipales		0,53	-
Condensateurs des brûleurs de chauffage central		0,08	-
Condensateurs des		0,1	-

Applications		Émissions en 2000 (t/an)	
pompes de chauffage central			
Condensateurs des machines à laver		0,224	-
Radiateurs à huile		0,192	-
	Transformateurs et condensateurs		5,2
Total		5,52	5,2

À ce stade, il y a lieu d'observer que les émissions de PCB provenant des petites applications sans dispositif antipollution sont encore très importantes pour 2000. Elles représentent environ la moitié du total des émissions/rejets des produits en usage.

Il convient de noter que, même pour les petites applications sans dispositif antipollution, la plupart des émissions proviennent des applications "en fin de vie utile" (rebut).

Avec le temps, les «émissions provenant de rebuts» vont devenir prédominantes.

Bien que les inventaires ci-dessus donnent des informations précieuses pour l'évaluation des émissions de PCB et sur l'ampleur du problème, il faut garder à l'esprit que les estimations établies jusqu'à présent restent très incertaines et représentent souvent des niveaux maximaux sur la base d'une approche prudente.

En conclusion, il convient de souligner que les émissions de PCB, sur lesquelles, depuis de nombreuses années, les législateurs et les autorités chargées de l'environnement ont centré leur attention, ne peuvent encore être complètement maîtrisées en dépit de toutes les réductions obtenues. Comme il existe encore un important potentiel d'émissions, de nouvelles dispositions juridiques assorties de prescriptions contraignantes pourraient s'avérer nécessaires, notamment en ce qui concerne l'élimination des déchets.

3. Mesures législatives

3.1 Accords internationaux

La décision OSPAR 92/3 sur l'élimination progressive des PCB et de substituts dangereux de PCB ne fait pas de distinction entre PCB «d'application importante» et PCB «d'application réduite». Par conséquent, cette décision est interprétée comme visant toutes les applications de PCB. La série de rapports établis jusqu'à présent sur la mise en œuvre a fourni une indication sur la mesure dans laquelle la décision a été respectée et sur les problèmes susceptibles de s'être posés. En raison du nombre restreint de ces rapports qui ont été soumis, seule une brève description des informations a été possible. Néanmoins, il peut en être conclu que, chez certaines Parties contractantes, depuis l'évaluation précédente de 1997, des mesures administratives plus énergiques ont été prises en vue d'une élimination sûre, par exemple, des petits condensateurs.

La recommandation HELCOM 6.1 concernant l'arrêt de l'utilisation des PCB et des PCT (1985) implique l'interdiction, à compter de 1987, de la production et de la mise sur le marché des articles et appareils contenant des PCB. Cette recommandation est complétée par une disposition de la Convention d'Helsinki de 1992 (annexe 1, section 2.2) interdisant toutes les utilisations, à l'exception de celles en circuit fermé jusqu'à la fin de leur vie utile.

Le Protocole de la CEE-ONU sur les polluants organiques persistants (POP) exige des pays qui le ratifient (dont les économies ne sont pas en transition) qu'ils détruisent ou décontaminent les appareils contenant plus de 50 ppm de PCB (et les PCB liquides

contenant plus de 50 ppm) d'ici à 2015. En cas de formation de dioxines, le Protocole exige aussi des pays qui le ratifient qu'ils réduisent constamment leurs émissions annuelles (par rapport à une année donnée), en recourant à un certain nombre de mesures énoncées dans le texte. Ces mesures comprennent l'utilisation de valeurs limites définies (normes d'émission) et des meilleures techniques disponibles. Cependant, le Protocole admet qu le moment pourra venir où toutes ces mesures auront été appliquées et où l'on ne pourra plus obtenir de nouvelles réductions. Il convient également de mentionner que la Convention du PNUE sur les polluants organiques persistants (POP) prévoit, entre autres, une interdiction de la production et de l'utilisation de PCB ainsi qu'une obligation concernant la destruction des stocks de réserve et le traitement des déchets.

En outre, il convient de mentionner certains accords antérieurs:

- recommandation de l'OCDE de 1973 (maîtrise et diminution des flux de PCB dans l'environnement);
- OMS 1976 (examen et évaluation des données disponibles à l'époque sur le niveau d'exposition et les effets des PCB et PCT sur la santé humaine et, dans une moindre mesure, sur l'environnement);
- IARC 1978 (Agence internationale pour la recherche sur le cancer);
- OCDE 1982 (les 24 États membres de l'OCDE ont limité la fabrication, la vente, l'importation, l'exportation et l'utilisation des PCB, et mis en place des réseaux concernant ces composés).

3.1.1 *Législation de l'UE*

Aux termes de la directive 76/403/CEE du Conseil, l'utilisation des PCB en applications ouvertes, telles que les encres d'imprimerie et les adhésifs, est interdite dans la Communauté européenne depuis 1976.

L'utilisation des PCB comme matières premières ou produits intermédiaires est interdite dans l'UE depuis 1985 (directive 85/467/CEE du Conseil, 6^{ème} modification de la directive 76/769/CEE).

L'élimination des PCB et des polychloroterphényles (PCT) est réglementée par la directive 96/59/CE du Conseil. Les principales dispositions en sont:

- dans les trois ans suivant son adoption en 1996, les États membres de l'UE doivent soumettre un inventaire et des plans détaillés d'élimination des déchets de PCB concernés et de décontamination/élimination des appareils en cause. Ces dispositions visent tous les appareils contenant plus de 5 litres de PCB (voir aussi le paragraphe 1.7).
- l'année 2010 est fixée comme date limite pour achever l'élimination ou la décontamination des appareils contenant des PCB (bien que les Parties contractantes à l'OSPAR devraient toujours être liées par la date limite de 1999 fixée par la décision PARCOM 92/3). La seule exception concerne les transformateurs contenant entre 500 et 50 ppm de PCB, qui peuvent rester en service jusqu'à la fin de leur vie utile.

En ce qui concerne les inventaires nationaux à dresser au titre de la troisième directive du Conseil, il y a lieu de noter que de nombreux États membres de l'UE semblent avoir des difficultés à traiter et à surveiller les appareils restants contenant des PCB (voir aussi le paragraphe 1.11).

4. Identification de mesures possibles

4.1 Traitement des sédiments contenant des PCB

Dans Annema *et al.*, (1995), les conséquences du flux de PCB aux Pays-Bas ont été évaluées dans le cas où des mesures supplémentaires seraient prises dans ce pays concernant :

- une poursuite accrue du remplacement des appareils contenant des PCB;
- une élimination par dragage des «points chauds» en amont de sédiments fluviaux contaminés ;
- le dragage d'importantes zones de sédimentation en aval.

S'agissant du dragage des «points chauds» en amont, il a été admis que les sources diffuses de pollution par les PCB sont inconnues (autrement dit, ces «points chauds» sont le résultat d'émissions passées et, du fait de l'érosion dans cette zone, des PCB peuvent être transportés en amont aux Pays-Bas). Il est donc trop difficile de réduire ces émissions de PCB en instaurant des mesures supplémentaires aux Pays-Bas..

En ce qui concerne le dragage d'importantes zones de sédimentation en aval présentant des concentrations élevées de PCB, il a été soutenu qu'avec les perturbations occasionnées aux couches de sédiments depuis les années 1960 et 1970, l'exposition peut entraîner un risque important, mais que sinon les PCB piégés dans ces couches paraissent n'avoir qu'un impact limité. Aux sites présentant des niveaux élevés dans les couches supérieures, les risques de la présence de PCB dans les sédiments seraient significativement réduits par le dragage et il a été admis que le dragage d'importantes zones de sédimentation pourrait se traduire par une baisse de 20 % de l'apport en mer du Nord.

En ce qui concerne le remplacement des appareils contenant des PCB, il a été estimé qu'aux Pays-Bas seuls de légers changements dans les flux de PCB pourraient être escomptés. Il a donc été conclu dans le rapport néerlandais qu'une diminution des flux de PCB ne pourrait être obtenue qu'avec des mesures additionnelles convenues à un niveau international et en effectuant le dragage des principales zones de sédimentation. Néanmoins, un rapport soumis par les Pays-Bas à l'OSPAR sur les matériaux de dragage immergés a indiqué que la teneur en PCB des sédiments qui sont immergés chaque année en mer du Nord est assez faible. L'apport total est inférieur à 200 kg. Les sédiments sont contaminés par des PCB et un grand nombre d'autres substances dangereuses. En théorie, il semble que ce soit une bonne solution d'ôter et de stocker les sédiments contaminés dans des décharges pour empêcher la remise en suspension des PCB à partir des sédiments. Cependant, elle n'est pas praticable aux Pays-Bas car la quantité de sédiments est si énorme qu'il serait matériellement (et financièrement aussi) impossible de les stocker tous à terre.

4.2 Réintroduction des PCB par le recyclage

Des mesures pourraient également être prises pour empêcher la réintroduction de PCB dans des applications par le recyclage. Cela paraît être d'une importance particulière en ce qui concerne les gaines de câble ignifuges qui peuvent contenir des quantités importantes de PCB. Il pourrait être envisagé, dans ces conditions, que l'introduction de PCB par le recyclage soit réglementée aux termes de la proposition de directive du Parlement européen et du Conseil sur les appareils électriques et électroniques usagés.

D'une manière générale, tous les appareils qui nécessitent de l'électricité pour fonctionner correctement sont électriques ou électroniques. Chaque produit électrique ou électronique consiste en la combinaison de plusieurs composants de base. Ces composants communs

aux appareils électriques et électroniques comprennent notamment des câbles, des plastiques contenant des produits ignifuges et des condensateurs. Les substances les plus problématiques pour l'environnement qui sont contenues dans ces composants sont les métaux lourds, comme le mercure, le plomb, le cadmium et le chrome, les substances halogénées comme les chlorofluorocarbones (CFC), les polychlorobiphényles (PCB), le chlorure de polyvinyle (CPV) et les produits ignifuges bromés ainsi que l'amiante et l'arsenic.

Les propositions de deux directives du Parlement européen et du Conseil sur les appareils électriques et électroniques usagés et sur la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses sont en cours d'élaboration par la Commission européenne et les États membres de l'UE.

Le premier projet de directive comprend des dispositions visant à ce que le producteur assume les coûts d'élimination, ce que l'on estime concourir à une élimination écologiquement sûre et qui devrait aussi inciter le producteur à utiliser moins de substances dangereuses, à privilégier celles qui sont recyclables et à fabriquer des appareils électroniques durables. Le deuxième projet de directive a pour objet de limiter l'utilisation de substances dangereuses dans les appareils électriques et électroniques et de contribuer à une récupération et une élimination écologiquement rationnelles des appareils électriques et électroniques usagés.

4.3 Cesser d'alimenter le flux de déchets – applications en circuit fermé

Ifeu (1998) plaide également en faveur d'une élimination sûre de tous les appareils contenant des PCB. Il a été proposé que des mesures de réduction drastiques consistent à éliminer les condensateurs contenant des PCB par une filière d'élimination contrôlée distincte lorsqu'on se débarrasse des appareils intégrant de tels condensateurs.

Dans le cas des petits appareils électriques que l'on trouve couramment parmi les déchets domestiques, il faudrait s'assurer qu'ils ne sont pas éliminés avec ces déchets. Un plan de collecte des petits appareils électriques est une condition préalable indispensable. Pour ce faire, on peut recourir aux méthodes suivantes:

- possibilité d'acheminer les appareils vers des centres de recyclage/sites de décharge;
- possibilité de restituer ces appareils quand les ordures volumineuses sont collectées;
- possibilité de restituer ces appareils dans des conteneurs séparés quand les ordures volumineuses sont collectées;
- collecte sur demande;
- restitution au commerce de détail.

Il est admis que, dans plus de 200 de l'ensemble des 500 aires de collecte de déchets d'Allemagne, les petits appareils électriques sont fournis par les systèmes locaux de collecte/remise des déchets. Malgré cela, on présume que la principale filière d'élimination continue à se faire par les déchets ménagers. Pour l'avenir, il s'avère nécessaire d'adapter si possible les formules de collecte, de mieux sensibiliser le public et de lui faire accepter les formules de collecte judicieuses. En ce qui concerne les applications en circuit fermé, il est proposé que les centres de collecte ou les marchands de ferraille municipaux mettent à part, si possible, les appareils contenant des PCB et que les composants PCB en soient ôtés.

Le principal problème, avec les petits appareils électriques, est qu'il est souvent très difficile de distinguer entre ceux qui contiennent des PCB et ceux qui en sont exempts. Par conséquent, on pourrait examiner s'il convient de détruire tous les petits appareils électriques usagés par

incinération à haute température (à l'heure actuelle, ils sont dirigés sur les incinérateurs normaux de déchets ménagers).

4.4 Cesser d'alimenter le flux de déchets – applications en circuit ouvert

Pour les applications ouvertes, il est établi dans Ifeu (1998) que les PCB sont libérés par les gravats de construction pour les déchets généraux. Le coût de la séparation est beaucoup plus élevé que pour les applications fermées et, pour des raisons pratiques, une élimination sûre devrait être limitée aux cas de PCB présumés. Dans ces cas, il convient de s'employer à séparer les composants en cause tels que les agents d'étanchéité contenant des PCB avant la démolition des bâtiments. On pourrait aussi envisager l'éventualité, avant la démolition des bâtiments datant des années 1950-1975, d'analyser leurs différents constituants et de décontaminer ceux qui comprennent des PCB (béton, mastics, peintures).

En général, il est conclu que, pour réduire au minimum les émissions de PCB, il faudrait inciter les responsables de la production et du recyclage de déchets à adopter d'autres mesures au plan logistique et éducatif, ou de nouvelles réglementations contenant des dispositions contraignantes sur le démantèlement dans le secteur du bâtiment. Les gouvernements pourraient également recourir à des mécanismes financiers pour faire en sorte que les employeurs communiquent aux autorités les renseignements sur l'existence d'applications de PCB ou de déchets qui contiennent des PCB quand ils sont confrontés à ce type de matériaux.

Un programme est en cours en Suède pour le recensement des PCB dans les bâtiments. Un accord volontaire a été conclu entre les propriétaires immobiliers et le secteur du bâtiment pour le remplacement des matériaux à risque.

Références

- OSPAR Commission (2001). Polychlorinated Biphenyls (ISBN 0 946956 78 2). <http://www.ospar.org>
- Ifeu (1998) Investigation of emissions and abatement measures for persistent organic pollutants in the Federal Republic of Germany. UBA Texte 75/98.
- Eurochlor (1999) Risk assessments for the marine environment. Status and summaries.
- Annema, J.A., Beurskens, and Bodar, C.W.M. (1995) Evaluation of PCB fluxes in the environment. Report n° 601014011, National Institute of public Health and Environmental Protection, Bilthoven, Netherlands.
- Belgian Federal Department of the Environment (1999) Inventory of Uncontrolled PCB-Containing Products in Belgium DIFF 99/3/17.
- Belgian Federal Department of the Environment (1999) "Niet gecontroleerde PCB-Houdende producten in België – Deel 1 & 2", étude réalisée par Tauw Milieu-nv
- UBA (1999) Bestandsaufnahme PCB enthaltender Geräte in Deutschland - Aktualisierung der Studien von 1990 und 1993.
- WWF (2000) Dioxin and Dioxin-like PCBs in the EU (document PRAM 00/3/6).
- HELCOM (2001) A compilation of information, derived from HELCOM Recommendations, EU Directives, UN-ECE-LRTAP, UNEP and OSPAR, and analysis of appropriate measures aiming at a safe handling and reduction of releases of PCB from PCB containing equipment in use. Soumis par le Coordonnateur de l'équipe du projet sur les substances dangereuses (document de travail HazSub 5/1).
- Pacyna, J.M. et al. (1999): Technical Report. Appendix 1 to the Executive Final Summary Report. Environmental Cycling of Selected Persistent Organic Pollutants (POPs) in the Baltic Region (Popcycling – Baltic project) Contract No. ENV4-CT96-0214. CD – ROM, [www.msceast.org/POPs InputData htm.](http://www.msceast.org/POPs/InputData.htm)

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). "ToxFAQs: Polychlorinated Biphenyls." Internet: <http://atsdr.cdc.gov/8080/facts17.html>. Atlanta, Georgia, USA, 1997.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. "Public Health Statement: PCBs." Internet: <http://atsdr1.atsdr.cdc.gov:8080/toxProfiles/hs8821.html>, Atlanta, Georgia, USA, 1989.
- Boe, B.; Egaas, E. Qualitative and quantitative analyses of polychlorinated biphenyls by gas-liquid chromatography. *Journal of Chromatography*, New York, New York, USA, 1979, 180, 127-132.
- Brinkman, U.; De Kok, A.; De Vries, G.; Reymer, H.G.M. High-speed liquid and thin-layer chromatography of polychlorinated biphenyls. *Journal of Chromatography*, New York, New York, USA, 1976, 128, 101-110.
- De Vos, R.H.; Peet, E.W. Thin-layer chromatography of polychlorinated biphenyls. *Bulletin of Environmental Contaminant Toxicology* 1971, 6(2), 164-170.
- Dobson, S.; van Esch, G.J. *Environmental Health Criteria 140: Polychlorinated Biphenyls and Terphenyls*, 2d ed.; World Health Organization, International Programme on Chemical Safety(IPCS): Genève, Suisse; 1993.
- Durfee, R.L. Production and Usage of PCBs in the United States. Présenté à la Conférence nationale sur les polychlorobiphényles, Chicago, Illinois, USA, novembre 1976.
- Environment Canada. Meeting Background Report, Vol. IV. Établi par la réunion d'experts internationaux sur les polluants organiques persistants en vue d'une action mondiale, Vancouver, Canada, juin 1985.
- Erickson, M.D.; Stanley, J.S.; Turman, K.; Radolovich, G.; Bauer, K.; Onstot, J.; Rose, D.; Wickham, M. "Analytical Methods for By-product PCBs-Preliminary Validation and Interim Methods"; Interim Report No. 4, Office of Toxic Substances. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., USA, 1982.
- Fiedler, H. Polychlorinated Biphenyls (PCBs): Uses and Environmental Releases. Presented at the Subregional Awareness Raising Workshop on Persistent Organic Pollutants (POPs), Bangkok, Thaïlande, novembre 1997.
- Franklin Associates. "Composition and Management of Used Oil in the United States"; U.S. Environmental Protection Agency, Prairie Village, Kansas, USA; 1984.
- Goodwin, S. (Lawrence Livermore National Laboratory). "Guidelines for PCBs." Internet: <http://www.llnl.gov/esandh/guidelines/pcb/pcb/html>, Livermore, California, USA, 1998.
- Hart, S.; Hilborn, J. The Management and disposal of PCBs in Canada. Présenté à l'atelier sous-régional de sensibilisation aux polluants organiques persistants (POP), Kranjska Gora, Slovénie, mai 1998.
- International Agency for Research on Cancer (IARC). Monographies IARC, Supplement 7. Internet: <http://193.51.164.11/htdocs/Monographs/Suppl7/PolychlorinatedBiphenyls.html>, Lyon, France, 1987.
- ICF. Regulatory Impact Analysis of Proposed Options for Notification and Manifesting of PCB-containing Wastes; Établi pour l'U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., USA, 1989a.
- ICF. Scrap Metal Shredding: Industry Profile and Implication of PCB-contaminated Fluff; établi pour l'U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., USA, 1989b.
- Jakobi, H.W. Présenté au Séminaire sur la gestion des PCB, Tokyo, Japon, décembre 1996; Communication «German Practical Strategies for PCB Disposal: Origin and Disposal of PCB-contaminated Wastes».
- Kawabata, J. Simple methods for the determination of PCBs [polychlorinated biphenyls] by a combination on thin-layer chromatography and UV absorption. *Kogai To Taisaku*, Tokyo, Japon, 1974, 10(10), 1112-1116.
- Neumeir, G. Présenté à l'atelier sous-régional de sensibilisation aux polluants organiques persistants (POP), Kranjska Gora, Slovénie, mai 1998; The technical life-cycle of PCBs.

- Parker, S., ed. McGraw-Hill Dictionary of Engineering; McGraw-Hill Book Company: New York, USA, 1984.
- Pombo, N.G. Solid Waste Management Module; Integrated Environmental Management Program. Department of Civil and Environmental Engineering, Santafe de Bogota, Colombie, 1998.
- Ponnambalam, M. Presented at the Subregional Awareness Raising Workshop on Persistent Organic Pollutants (POPs), Abu-Dhabi, Émirats arabes unis, juin 1998; Control and Management of PCBs in Oil and Gas Industry.
- Sawyer, L.D. Quantitation of polychlorinated biphenyl by electron capture gas- liquid chromatography: reference material characterization and preliminary study. Journal of the Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginie, USA, 1978, 61(2), 272-281.
- Sharpe, K; Bainton, P. Présenté à l'atelier sous-régional de sensibilisation aux polluants organiques persistants (POP), Bangkok, Thaïlande, novembre 1997; PCBs A Case Study on Australia' s Plans to Manage PCB Stockpiles.
- Stahr, H.M. Analysis of PCBs by thin-layer chromatography. Journal of Liquid Chromatography, New York, New York, USA, 1984, 7(7), 1393-1402.
- Swedish Occupational Health and Safety Board. Regulation AFS 1985:1. Swedish Occupational Health and Safety Board, Stockholm, Suède, 1990.
- Tredi New Zealand Limited. "Identification of PCBs". Internet : <http://www.tredi.co.nz/html/identify.htm>, Penrose, Auckland, Nouvelle-Zélande, 1997.
- U.S. Department of Health, Education, and Welfare. Criteria for a Recommended Standard: Occupational Exposure to Polychlorinated Biphenyls (PCBs); U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health. U.S. Government Printing Office: Washington, D.C., USA, 1977.
- U.S. Environmental Protection Agency (US EPA). Mass Spectrometric Identification and Measurement of Polychlorinated Biphenyls as Isomer Groups; U.S. Environmental Protection Agency and Chemical Methods Branch, Office of Research and Development: Cincinnati, OH, USA, 1984.
- U.S. Environmental Protection Agency (US EPA). Verification of PCB Spill Cleanup by Sampling and Analysis; U.S. Environmental Protection Agency, Office of Toxic Substances. U.S. Government Printing Office: Washington, D.C., USA, 1985.
- U.S. Environmental Protection Agency (US EPA). PCB Q & A Manual, 1994 ed. Internet : <http://www.epa.gov.opptintr/pcb/manual.pdf>, Washington, D.C., USA, 1994.
- U.S. Environmental Protection Agency (US EPA). PCBs in Fluorescent Light Fixtures; .S. Environmental Protection Agency, Air and Toxics Division, Region 10. U.S. Government Printing Office: Washington, D.C., USA, 1993.
- Webb R.G.; McCall A.C. Quantitative PCB standards for electron capture gas chromatography. Journal of Chromatography Science, Niles, Illinois, USA, 1973, 11, 366-373.
- Wiesert, P.; Rippen G. "Überarbeitung der PARCOM-decision zu polychlorierten biphenylen"; Oslo-Paris Konvention, September 1997. Trischler und Parner GmbH, Beratende Ingenieure Geotechnik Umweltshutz, Darmstadt, Allemagne

B. PILES/ACCUMULATEURS

1. Piles/accumulateurs à Ni-Cu

Les piles/accumulateurs à nickel-cadmium (Ni-Cd) sont utilisés dans des applications de pointe dans les secteurs de l'aéronautique, des techniques spatiales et de la défense, de l'électricité d'appoint, des chemins de fer, des outils électriques, des télécommunications et autres applications spéciales. Les piles/accumulateurs à Ni-Cd sont vendus sous forme de grosses unités industrielles (accumulateurs industriels) et sous forme de dispositifs intégrés dans des appareils électriques portables (piles).

Selon les données de CollectNiCad (Wiaux, 2002) - une association de fabricants de piles/accumulateurs Ni-Cd et de fabricants d'appareils intégrant des piles de ce type -, la teneur en Cd des piles et accumulateurs produits représente environ 14% de leur poids.

Les accumulateurs industriels sont plus faciles à collecter car ils sont relativement volumineux et sont concentrés sur des sites spécifiques. Les piles sont généralement plus difficiles à recycler, mais il semble que le recyclage soit réalisable à grande échelle. Le bilan matière des piles Ni-Cd dans l'Union européenne, plus la Norvège et la Suisse, est approximativement de 13 100 t/an (2000). L'on estime que 8 700 t/an (66%) sont en usage par le consommateur final et que 4 400 t/an (33%) sont disponibles pour collecte. Sur ces 4 400 t/an, 400 t/an (9%) sont collectées avec les déchets industriels, 2 200 t/an (50%) le sont séparément et traitées pour le recyclage, et 1 800 t/an (41%) sont présentes dans les déchets solides municipaux. À titre d'estimation de la présence de piles à Ni-Cd dans les appareils domestiques, on peut admettre qu'il y a 2,7 kg d'appareils électriques et 0,1 kg de dispositifs électrogènes par habitant dans les sociétés industrialisées.

Le recyclage est appliqué dans plusieurs pays européens avec différents degrés de succès. Il a été calculé que, pour l'année 2000, l'efficacité de la collecte dans six pays européens où ces programmes de recyclage sont en cours variait de 63,7% à 96,1% (moyenne: 71,6%) pour les piles, qui sont les plus difficiles à collecter. Dans des études détaillées spécifiques menées sur place dans des pays européens où le recyclage est pratiqué, il a été relevé que les déchets solides municipaux peuvent contenir de 4 à 23 g de piles à Ni-Cd par tonne de déchets. Cependant, dans d'autres zones méditerranéennes où il n'y a pas de programme de collecte des piles, l'on estime que la quantité de piles aboutissant dans les décharges est beaucoup plus élevée.

2. Accumulateurs au plomb et à l'acide

Selon les données européennes, la quantité d'accumulateurs au plomb et à l'acide consommée pour l'année 2000 se situe entre 0,19 et 0,34 tonne/an/habitant. Le poids moyen collecté varie de 1,85 à 3,37 kg/an/habitant. Les valeurs sont indiquées sur le tableau suivant.

Tableau 2.1

Pays	Quantité déclarée tonnes/an/habitant	Poids moyen collecté kg/an/habitant	Nombre de véhicules à moteur pour 1000 habitants
Autriche	0,19	2,03	521
Danemark	0,28	2,91	413
Italie	0,29	2,89	591

Pays	Quantité déclarée tonnes/an/habitant	Poids moyen collecté kg/an/habitant	Nombre de véhicules à moteur pour 1000 habitants
Suède	0,34	3,37	468
Pays-Bas	0,19	1,85	421
Norvège	0,32	1,95	498

Références

- CollectNiCad (2002) – Lead-acid battery data
- CollectNiCad (2002). Industrial and portable nickel-cadmium batteries. Towards a closed loop.
- J-P Wiaux (2002). The collection of Ni-Cd batteries. Atelier sur la collecte et le recyclage des piles/accumulateurs, Athènes, Grèce, 2002.
www.collectnicad.org
- World development indicators 2000. The World Bank

C. HUILES LUBRIFIANTES

Les huiles lubrifiantes usées sont collectées à tous les sites où des moteurs sont en fonctionnement, autrement dit: les stations-service (pour les véhicules motorisés), les stations de réparation de navires dans les ports, les entreprises industrielles et également les agglomérations urbaines. Dans la plupart des pays, la collecte des huiles usées donne lieu à leur régénération dans usines spécialisées et seule une fraction est stockée ou éliminée. Une fraction des huiles lubrifiantes usées sert aussi de combustible.

Peu de données ont été retrouvées sur la durée de vie utile effective des huiles lubrifiantes dans les pays méditerranéens. Selon l'efficacité de la collecte et la disponibilité d'usines de régénération, les quantités donnant lieu à une élimination sauvage peuvent varier considérablement. Par exemple, les données recueillies en Grèce (2001) indiquent que 62% des huiles produites ont été régénérées, que 23% ont servi de combustible de récupération et 7,5% à plusieurs autres fins, et enfin que 7,5% ont été éliminées sans aucune mesure antipollution. Cependant, la situation dans d'autres pays méditerranéens pourrait être assez différente.

Références

- Ministère grec de l'environnement (2001). Données non publiées sur l'élimination des huiles lubrifiantes usées (directive 75/439/CE).

ADDITIF 2

CALCUL DU RUISSELLEMENT PLUVIAL ET DE LA CHARGE POLLUANTE PROVENANT DES ZONES TERRESTRES

Introduction

Le ruissellement pluvial est un facteur important qui influe sur la qualité des eaux réceptrices quand il se produit dans une zone où des polluants prioritaires ont été utilisés ou stockés. Les terres de culture intensive sont, tout comme le développement urbain et industriel, des zones où le ruissellement pluvial est enrichi en substances toxiques. Ce facteur est particulièrement important si des amas de produits chimiques obsolètes sont présents dans des zones industrielles mal gérées.

Pour estimer la charge polluante due au ruissellement de surface, trois opérations sont requises:

- Calculer la quantité du ruissellement pluvial sur la base des données pluviométriques et de la superficie concernée
- Mesurer les concentrations de polluants dans les eaux du ruissellement pluvial
- Calculer la charge polluante du ruissellement pluvial.

Il convient de souligner que, pour mener à bien ce calcul, il faut disposer de données de la surveillance de la qualité des eaux de ruissellement.

Estimation du débit du ruissellement pluvial provenant des zones terrestres

Le débit du ruissellement peut être estimé en multipliant la pluviométrie annuelle par la superficie de la zone en cause (urbaine, industrielle ou agricole). Les données pluviométriques (mm de pluie par an) peuvent habituellement être obtenues auprès de la station météorologique la plus proche. Les données sur les chutes de neige peuvent être converties en mm de pluie (100 mm de neige équivalant à 8,5 mm de pluie). Le volume des eaux pluviales est alors multiplié par un **coefficient de ruissellement**, qui représente la fraction de la pluviométrie qui ne s'infiltré pas dans le sol mais s'écoule sous forme de ruissellement. Naturellement, le coefficient de ruissellement est directement en rapport avec le mode d'utilisation des terres dans la zone drainée. Les zones couvertes d'un revêtement (de béton, de pavés, d'asphalte) ont un coefficient de ruissellement plus élevé que les zones non aménagées. Des coefficients de ruissellement sont proposés sur le tableau 1 (USEPA, 2000).

Tableau 1. Coefficients de ruissellement pour différentes caractéristiques ou utilisations du sol

Description de la zone concernée	Coefficient de ruissellement
Activités générales	
Centres urbains	0,70 – 0,95
Zones voisines	0,50 – 0,70
Activités industrielles	
Zones légèrement aménagées	0,50 – 0,80
Zones fortement aménagées	0,60 – 0,90
Activités industrielles	
Dépôts ferroviaires	0,20 – 0,40

Description de la zone concernée	Coefficient de ruissellement
Zones non aménagées	0,10 – 0,30
Routes/rues	
Asphaltées	0,70 – 0,95
Bétonnées	0,80 – 0,95
Pavées	0,70 – 0,85
Sentiers et randonnées	0,70 – 0,85
Toits	0,75 – 0,95
Zones à gazon/herbe: sol sableux	
Plates, 2%	0,05 – 0,10
À pente modérée, 2 – 7%	0,10 – 0,15
À pente forte, 7%	0,15 – 0,20
Zones à gazon/herbe: sol lourd	
Plates, 2%	0,13 – 0,17
À pente modérée, 2 – 7%	0,18 – 0,22
À pente forte, 7%	0,25 – 0,35

Pour le calcul de la quantité d'eau de pluie aboutissant en ruissellement, il importe de recourir au coefficient de ruissellement le plus approprié pour le site étudié. Cependant, dans la plupart des cas, la zone étudiée comprend différents types de surface de sol. Par conséquent, pour tenir compte de ces différences, il convient de recourir pour la superficie totale du sol à un **coefficient de ruissellement moyen pondéré**.

Le coefficient de ruissellement moyen pondéré est calculé en multipliant la superficie des différents types de surface de sol (en pourcentage de la surface totale) par son coefficient de ruissellement approprié.

Ainsi:

Coefficient de ruissellement moyen pondéré = (surface a en % de la surface totale) (C1) + (surface b en % de la surface totale) (C2) +...+ (surface z en % de la surface totale) (Ci)

où: $a + b + \dots + z = 100$

Ci = coefficient de ruissellement pour une utilisation spécifique de la surface i.

Le total du ruissellement pluvial sera calculé comme suit:

Total du ruissellement pluvial = pluviométrie x superficie totale du sol x coefficient de ruissellement

où: le total des eaux pluviales est exprimé en m^3

la pluviométrie en m/an

la superficie totale du sol en m^2 .

Une fois que le débit total annuel des eaux pluviales est calculé, la charge polluante totale transportée jusqu'à la masse d'eau réceptrice par le ruissellement peut également être calculée:

**Charge polluante totale = total du ruissellement pluvial x concentration de polluant
dans les eaux de ruissellement**

où : la charge polluante totale est exprimée en **kg**
 le total du ruissellement pluvial en **m³**
 la concentration de polluant dans les eaux de ruissellement en **kg/m³**

Exemple

Des installations industrielles sont situées dans une région de la Méditerranée qui reçoit chaque année des précipitations de 400 mm. La superficie totale couverte par les installations est de 150000 m². La surface des installations comprend pour 50% une zone non aménagée, pour 10% des rues asphaltées et pour 40% un revêtement de béton. En outre, les données de la surveillance indiquent que la concentration moyenne de Cu dans les eaux de ruissellement pluvial provenant des installations industrielles est de 1,2 mg/l.

Pour calculer la quantité totale de cuivre rejetée dans l'eau réceptrice par le ruissellement pluvial, il convient d'effectuer les opérations suivantes:

Tout d'abord, il faut calculer le total du ruissellement pluvial.

Utilisation du sol	% de la surface totale	Coefficient de ruissellement
Zone non aménagée	50	0,20
Rues asphaltées	10	0,85
Revêtement de béton	40	0,90

Coefficient de ruissellement moyen pondéré = (50%) x 0,20 + (10%) x 0,85 + (40%) x 0,90 =
= 0,545

Ainsi,

Total du ruissellement pluvial = (pluviométrie) x (superficie du sol) x (coefficient de ruissellement) = 0,4 m/an x 150 000 m² x 0,545 = 32 700 m³/an

Comme la concentration de cuivre dans les eaux pluviales de ruissellement est de 1,2 mg/l (1,2 g/m³),

la quantité totale de Cu provenant du ruissellement pluvial sera :

(charge totale de Cu dans les eaux de ruissellement pluvial) = (total du ruissellement pluvial) x (concentration de Cu) = 32 700 m³/an x 1,2 g/m³ = 39 240 g de Cu = 39,24 kg de Cu

Conclusion:

La charge totale de Cu pénétrant dans la masse d'eau réceptrice par suite du ruissellement pluvial dans la zone industrielle est de 39,24 kg par an.

Référence

USEPA (2000). Toxic Chemical Release Inventory Reporting Forms and Instructions. Version révisée 1999. EPA 745-5-00-001.

ANNEXE III

**Tableaux récapitulatifs des coefficients d'émission d'activités
industrielles**

(Tableaux à remplir)

ANNEXE IV

**Formulaires pour les émissions/rejets de polluants par région
administrative (année 2003) - Tableau 3a**

Bilan de base national (année 2003) - Tableau 3b

