



Projet International pour l'Elimination des POPs (IPEP)

Promouvoir la participation active et efficace de la Société Civile dans la mise en œuvre de la Convention de Stockholm

Identification et quantification des rejets de dioxines et furanes dans quelques activités du secteur informel dans Dakar



Pesticide Action Network (PAN) Africa

Henry René Diouf
Siré Badji



Sénégal
Avril 2006

A propos du Projet International pour l'Élimination des POPs (IPEP)

Le 1^{er} mai, 2004, le Réseau international pour l'élimination des POPs (IPEN <http://www.ipen.org>) a débuté un projet international des ONG appelé projet international pour l'élimination des POPs (IPEP) en partenariat avec l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI) et le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE). Le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) a fourni le financement de base du projet.

L'IPEP a trois principaux objectifs :

Encourager et permettre aux ONG dans 40 pays en voie de développement et en transition de s'engager dans des activités qui apportent des contributions concrètes et immédiates aux efforts du pays dans la préparation de la mise en œuvre de la Convention de Stockholm.

Améliorer les compétences et connaissances des ONG pour leur permettre de renforcer leurs capacités en tant qu'intervenants efficaces dans le processus de mise en œuvre de la Convention de Stockholm ;

Aider à la mise en place de mécanismes de coordination et au renforcement des capacités régionales et nationales des ONG dans toutes les parties du monde en faveur d'initiatives durables en vue d'obtenir la sécurité chimique.

L'IPEP soutient la préparation des rapports sur la situation du pays, les zones contaminées, les zones sensibles, l'élaboration de stratégies et politiques et les activités régionales. Trois principaux types d'activités seront soutenus par l'IPEP : la participation au programme national de mise en œuvre, aux ateliers de formation et de sensibilisation, à l'information et aux campagnes de sensibilisation du public.

Pour de plus amples informations, veuillez consulter <http://www.ipen.org>

L'IPEN exprime toute sa reconnaissance au Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM), à l'Agence Suisse pour le Développement et la Coopération, à l'Agence Suisse pour le Paysage et les Forêts de l'Environnement, au Fonds Canadien sur les POPs, au Ministère de l'Habitat, de l'Aménagement Spatial et de l'Environnement du Royaume des Pays-Bas (VROM), à la Fondation Mitchell Kapor, au Sigrid Rausing Trust, au New York Community Trust et autres pour leur soutien financier.

Les idées émises dans ce rapport sont celles des auteurs et pas nécessairement les idées des institutions qui en assurent la gestion et/ou le soutien financier.

Ce rapport est disponible dans les langues suivantes : Résumé en anglais et le rapport intégral en français.

Table des matières

A propos du projet international pour l'élimination des POPs (IPEN).....	2
<i>Table des matières</i>	3
Résumé.....	6
Introduction.....	18
I- Cadre général de l'étude.....	21
1-1-Contexte socio économique.....	21
1-2- Le secteur informel sénégalais.....	23
1-3-Le cadre juridique sénégalais relatif aux produits chimiques.....	26
1-4- Les dioxines et furannes	29
<i>1-4-1-Les principales sources de dioxines et furannes</i>	29
a- La formation de PCDD/PCDF dans les procédés thermiques.....	29
b- La formation de PCDD/PCDF dans les procédés industriels	30
<i>1-4-2 Les dioxines au Sénégal</i>	30
<i>1-4-3- Les dangers des dioxines et furannes</i>	31
1-5-Méthodologie de l'étude	32
<i>1-5-1-Identification des principales catégories des sources principales de dioxines et furannes</i>	33
<i>1-5-2- La collecte des données</i>	34
<i>1-5-3-Exploitation des données</i>	34
<i>1-5-4- Analyse et interprétation des données</i>	34
<i>1-5-5- Limites de l'étude</i>	35
II –Résultats.....	35
2-1-Les fonderies	36
<i>2-1-1-Les descriptions physiques des fonderies</i>	36
<i>2-1-2- Principales activités de la fonderie</i>	37
<i>2-1-2-1-Collecte des matières premières</i>	37
<i>2-1-2-2- La production</i>	37
a- La fusion	38
b- Le moulage	38
c- Le démoulage	39
d- La finition	40
e- La gestion des scories.....	40
<i>2-1-3- Rejets de dioxines et furannes par les fonderies artisanales</i>	40

<i>2-1-3-1-Rejets dans l'air</i>	42
<i>2-1-3-2-Rejets dans l'eau</i>	43
<i>2-1- 3-3-Rejets dans la terre.....</i>	43
<i>2-1-3-4- Rejets dans les résidus.....</i>	43
<i>2-1-3-5- Rejets dans les produits.....</i>	44
<i>2-1-3-6- Récapitulatif pour l'identification et l'estimation des rejets de PCDD/PCDF des fonderies d'aluminium artisanales.....</i>	44
2-2- La récupération du plomb dans les batteries des véhicules.....	45
<i>2-2-1- Description du procédé de récupération du plomb dans les batteries des véhicules</i>	45
a- Collecte des batteries	45
b- Vidange de l'acide contenu dans les batteries	45
c- Récupération des grillages de plomb.....	46
d- La fusion.....	46
e- La finalisation et la vente.....	46
<i>2-2-2- Rejets de dioxines et furannes pour les activités de récupération du plomb dans les batteries des véhicules.....</i>	46
<i>2-2-2-1- Rejets dans l'air.....</i>	48
<i>2-2-2-1- Rejets dans la terre.....</i>	48
<i>2-2-2-1- Rejets dans les résidus.....</i>	48
2-3- Fumage des peaux.....	49
<i>2-3-1- Description du processus</i>	49
<i>2-3-2- Rejets des dioxines et furannes par les activités de fumage des peaux.....</i>	50
<i>2-3-2-1- Rejets dans l'air.....</i>	50
<i>2-3-2-2- Rejets dans le sol... ..</i>	50
<i>2-3-2-3- Rejets dans les résidus.....</i>	51
<i>2-3-2-4- Rejets dans les produits</i>	51
2-4- Récupération du fer dans les pneus.....	51
2-4-1- Rejets de dioxines et furannes.....	52
2-5- Brûlage des déchets.....	52
<i>2-5-1- Description des activités de récupération dans la décharge de Mbeubeuss.....</i>	52
<i>2-5-2- Rejets de dioxines et furannes au niveau de la décharge de Mbeubeuss</i>	53
<i>2-5-2-1- Rejets de dioxines et furannes dans l'air.....</i>	54
<i>2-5-2-2- Rejets de dioxines et furannes dans l'eau.....</i>	54
<i>2-5-2-3- Rejets de dioxines et furannes dans les produits</i>	55
<i>2-5-2-4- Rejets de dioxines et furannes dans les résidus</i>	55
2-6- La Consommation de combustibles ligneux.....	55
Recommandations.....	58
Références bibliographiques.....	60

Identification et quantification des rejets de dioxines et furanes dans quelques activités du secteur informel dans Dakar

Résumé

Contexte et objectifs

Au Sénégal, le secteur informel apparaît, avec l'Etat, comme le principal pourvoyeur d'emplois et de revenus. En 1991, ce secteur comptait pour 58,7 pour cent de la population active urbaine avec, de 1986 à 1991, une croissance 1,8 fois plus rapide que celle du secteur moderne. Cependant, Malgré son dynamisme et son importance pour l'économie sénégalaise, beaucoup de griefs sont portés contre le secteur informel. En général les activités du secteur informel se réalisent en marge de la législation pénale, sociale et fiscale et ne respectent aucune norme environnementale et sanitaire. Pour cette raison, elles sont souvent, de par leur mode opératoire et/ ou les substances utilisées, sources de problèmes environnementaux et de santé publique. C'est le cas au Sénégal où beaucoup d'activités du secteur informel sont soupçonnées d'être des sources potentielles de dioxines et furanes.

Le Sénégal a ratifié la Convention de Stockholm sur les Polluants Organiques Persistants (POPs) en Octobre 2003. Avec l'entrée en vigueur de la Convention depuis le 17 Mai 2004, le Sénégal en tant que partie à la Convention de Stockholm a pris un certain nombre de mesures allant dans le sens de sa mise en œuvre.

Dans le cadre de la préparation du Plan National de Mise en Œuvre (PNM) de la Convention de Stockholm, un inventaire des POPs au Sénégal a été effectué. Cependant, l'inventaire des POPs n'avait pas permis d'identifier toutes les sources de POPs et de quantifier les quantités rejetées par le secteur informel. C'est dans ce contexte que le PNM, en réponse à l'article 5 de la Convention de Stockholm a prévu de procéder à un inventaire plus détaillé des POPs produits non intentionnellement en intégrant dans cet inventaire d'autres sources pertinentes telles que, les véhicules à moteur, les sources de combustion résidentielles et le secteur informel.

Cette étude a pour objectif de contribuer à l'identification des sources et la quantification des rejets des dioxines et furanes dans le secteur informel. Elle se fixe les objectifs spécifiques suivants :

- Identifier les sources potentielles de dioxines et furanes dans le secteur informel sénégalais
- Procéder à un premier essai d'application de l'outil spécialisé (*Toolkit*) pour l'identification et la quantification des rejets de dioxines et furanes dans le secteur informel développé par le PNUE Substance Chimiques pour aider les pays à procéder à leur inventaire de dioxines et furanes
- Faire des recommandations pour une amélioration du *Toolkit* et faciliter son utilisation dans le secteur informel au Sénégal

Méthodologie

La méthodologie utilisée dans cette étude a été principalement basée sur la seconde version de l'outil spécialisé (*Toolkit*) pour l'identification et la quantification des rejets de dioxines et furanes de février 2005. Comme le *Toolkit* le recommande, nous avons procédé de la manière suivante :

- Identification des groupes d'activités du secteur informel susceptibles de produire et d'émettre des dioxines et furanes : il s'agissait d'identifier les principales Catégories de Sources Principales de PCDD/PCDF existant dans le secteur informel au Sénégal et de diviser ces Catégories de Sources Principales en Sous catégories afin d'identifier les activités individuelles qui sont susceptibles de rejeter des dioxines et furanes.
- Collecte de l'information relative aux procédés de production pour caractériser, quantifier et finalement classer les sources de rejets identifiées de PCDD/PCDF dans le secteur informel. Les questionnaires standardisés, fournis dans le *Toolkit* ont été utilisés et adaptés pour l'obtention de l'information recherchée.
- Estimation des rejets sur la base des informations obtenues dans les étapes précédentes, à l'aide de l'équation (1) ci-dessous.
- ***La dernière étape a consisté en la compilation de l'inventaire standardisé des PCDD/PCDF, utilisant les résultats générés dans les étapes 1 à 4***

Résultats

Les principales catégories d'activités du secteur informel sénégalais potentiellement sources de dioxines et furane sont :

- Les fonderies artisanales
- La récupération du plomb dans les batteries des voitures
- Le brûlage des déchets
- La récupération du fer dans les pneus
- Le fumage des peaux

Toutes ces catégories d'activité ont en commun de faire appel à la combustion dans leurs processus de production. Par ailleurs, la combustion se fait à ciel ouvert et les matériaux brûlés sont des métaux et d'autres éléments contaminés par les huiles, par les peintures et autres polluants, et / ou contiennent mes matières plastiques ou sont de produits semi ligneux. En plus de ces activités, il existe d'autres activités du secteur informel qui peuvent être des sources potentielles de dioxines et furanes. Il s'agit en effet de toutes les autres activités qui utilisent le charbon de bois et les autres produits ligneux comme combustibles.

Les fonderies artisanales

Description des activités des fonderies

Les matières premières utilisées sont la plupart de l'aluminium. L'aluminium collecté est classé en deux catégories : l'aluminium léger et l'aluminium lourd. L'aluminium léger est en général constitué des emballages de boissons, et des conserves de poissons, de tomate, de lait et des autres produits agroalimentaires. Il provient en grande partie des décharges de déchets municipaux. L'aluminium lourd quant à lui est composé des pièces mécaniques automobiles, et autres grosses pièces composées totalement ou en partie d'aluminium.

La fusion s'effectue à des températures avoisinant les 650°C. Le four est fabriqué à partir du couvercle des fûts en fer qui est découpé et plié pour en faire un récipient, il est disposé dans un grand trou rempli de charbon de bois utilisé comme combustible et attisé par un soufflet de forge. Les matières fondent et se mélangent sans distinction de leur composante, une louche est utilisée pour enlever les impuretés à la surface.

Les scories issues de la fusion sont récupérées et refondues dans les fours pour en récupérer l'aluminium qu'ils contiennent afin de maximiser les rendements du processus de fusion. Quand les scories ne contiennent plus assez d'aluminium, elles sont laissées en décharge aux alentours des fonderies. Elles sont récupérées en période d'hivernage, par les populations riveraines et les fondeurs eux-mêmes pour remblayer le sol pour prévenir les inondations car le site est une zone inondable. Il se pose ainsi un risque de contamination de la terre et des eaux souterraines avec ce procédé.

Rejets de dioxines et furanes par les fonderies artisanales

La mesure de l'impact environnemental des fonderies d'aluminium artisanales en utilisant le *Dioxines Toolkit* n'est pas chose aisée et cela pour plusieurs raisons :

- d'abord, le *Toolkit* dans la "**Catégorie principale 2 : Production de métaux ferreux et non ferreux**" ne traite que des industries (secteur formel) d'aluminium qui utilisent des équipements et des procédés beaucoup plus élaborés (prétraitement des déchets d'aluminium, fours avec filtres....) que ceux utilisés dans les fonderies artisanales;
- les procédés de combustion retenus dans le *Toolkit* pour ce qui concerne la production d'aluminium se font en lieu fermé alors que **la fusion de l'aluminium dans le cadre du secteur informel se fait à ciel ouvert** ;
- la partie du *Toolkit* relative aux processus de combustion à ciel ouvert "**Catégorie 6 : Procédés de combustion non contrôlée**" ne traite pas de la fusion des déchets métalliques pour la récupération de l'aluminium.

Ainsi, pour l'évaluation des rejets de dioxines et furanes par les fonderies d'aluminium secondaire artisanales, nous avons pris en considération un certain nombre de points.

- L'une des causes de production potentielle de dioxines et furanes des fonderies artisanales d'aluminium est la fusion de déchets d'aluminium contaminés par des huiles, des plastiques, des peintures et autres polluants organiques et chlorés. En effet, d'après les fondeurs enquêtés, tous les types d'aluminium sont récupérés, y compris les enroulements des condensateurs dont les feuilles sont généralement recouvertes d'huile (PCBs non exclus car les types d'huiles ne sont pas définis), les pièces mécaniques et autres

matériaux contaminés, par les peintures, les plastiques et autres polluants organiques et chlorés.

- Les feux des décharges présentent les mêmes précurseurs de dioxines que les fonderies artisanales à ciel ouvert (sans prétraitement de la matière première, sans systèmes de contrôle et d'épuration des gaz et autres émissions), mauvaises conditions de combustion, mélanges de déchets, matériaux contaminés par des polluants chlorés et organiques.
- Nous avons aussi considéré le combustible utilisé comme source de dioxines et furanes. En effet, ils utilisent le charbon de bois et des déchets d'objets ligneux (débris de portes, de fenêtre et d'autres objets en bois)
- Bien qu'il existe un risque élevé de rejets dans les produits et les sols et les eaux souterraines du fait de l'utilisation des scories et autres résidus pour remblayer les sols et lutter contre les inondations, l'estimation n'a concerné que les rejets dans l'air et les résidus. Dans le *Toolkit*, les résidus solides provenant d'activités industrielles ou domestiques tels que les scories, les cendres volantes, ou les boues sont classés en tant que résidus car ils sont générés en tant que tels dans le procédé

Ainsi, nous avons retenu dans le cadre de cette évaluation les facteurs d'émissions des feux de décharge pour les émissions dégagées par le processus de fusion des matériaux et des fours au bois ou biomasse contaminés. Ces facteurs d'émission, bien que n'évaluant pas totalement les quantités de dioxines émises par les fonderies d'aluminium artisanales pourraient représenter une estimation valable des émissions de cette filière.

Tableau 1 : facteurs d'émissions choisis* pour l'estimation des rejets de PCDD/PCDF dans la filière des fonderies artisanales d'aluminium

Catégories de sources	Vecteurs de rejets potentiels (µg TEQ/t)				
	Air	Eau	Terre	Produits	Résidus
Fusion des déchets d'aluminium	1 000	ND	ND	ND	600
Combustibles (Charbon de bois)	100	ND	NA	NA	10 ng TEQ/kg de cendre

*Facteurs d'émission obtenus par extrapolation

La récupération de plomb dans les batteries de véhicules

Description de l'activité

Les batteries sont éventrées avec des outils rudimentaires et leur contenu déversé par terre pour retirer l'acide qui s'y trouve. L'étape suivante consiste à séparer les grillages de plomb du papier cartonné ou des autres éléments. Ensuite, les grillages de plomb sont nettoyés pour enlever toute trace d'impureté. Les grillages de plomb sont mis dans un récipient et fondus à des températures élevées. La combustion des batteries se fait avec du bois, les carcasses en plastiques des batteries et d'autres matériaux en plastiques. Pour mieux optimiser le feu, de l'huile de vidange est souvent versée sur le feu ce qui contribue à accroître le potentiel d'émission de PCDD/PCDF de cette activité.

Le plomb récupéré est vendu à environ 200 FCFA (0,4 \$US) le kilogramme. Le plomb est vendu aux pêcheurs traditionnels qui en bon artisans les transforment en plombées destinées à lester les filets et lignes de pêche.

Rejets de dioxines et furanes par les activités de récupération du plomb dans les batteries de véhicules

Les émissions de PCDD/PCDF peuvent être liées à la présence importante de matières organiques fixées sur les déchets et à la présence de chlore ; en particulier il a été fait un lien entre l'utilisation de séparateurs en PVC dans les batteries pour véhicule, et les émissions de PCDD/PCDF.

Comme pour les activités précédentes, le *Toolkit* n'a pas prévu de facteurs d'émission pour la récupération du plomb des batteries automobiles telle qu'elle se pratique dans le secteur informel sénégalais. Les facteurs d'émission proposés par le *Toolkit* ont été déterminés sur la base d'un four à fusion de plomb secondaire dans le cadre du projet thaïlandais sur l'Echantillonnage et l'Analyse des Dioxines PNUE 2001 qui présente des caractéristiques totalement différentes du processus de récupération de plomb des véhicules automobiles.

La récupération du plomb au Sénégal présente les caractéristiques suivantes :

- la récupération du plomb se fait à l'air libre ;
- l'énergie nécessaire pour la fusion secondaire du plomb est obtenue par la combustion du bois contaminé (car provenant d'objets en bois récupérés), des carcasses en plastique des batteries et d'autres matériaux en plastique et pour mieux optimiser l'énergie, de l'huile de vidange est systématiquement versée sur le feu.
- De même, c'est le plomb contenu dans les grillages et les pôles des batteries qui est récupéré et les grillages sont séparés des papiers en carton et autres impuretés qui pourraient être des précurseurs à la formation de dioxines et furanes.

Ainsi, la production éventuelle de dioxines et furanes dans le cadre de la récupération du plomb des batteries automobiles au Sénégal serait plus liée aux combustibles utilisés pour la fusion des éléments des batteries. C'est à ce niveau que réside la difficulté d'évaluer les émissions de PCDD/PCDF car les combustibles utilisés sont un mélange de bois, de matières plastiques et d'huiles usées à des quantités difficilement estimables. A défaut de facteurs d'émissions dûment établis, nous pouvons considérer que les combustibles utilisés constituent une représentation des déchets domestiques. A ce titre les facteurs d'émissions du brûlage des déchets domestiques à l'air libre proposés par le *Toolkit* peuvent donner une idée du niveau d'émission de cette activité. En effet, ces facteurs d'émissions ont été déterminés sur la base du brûlage de déchets composés d'une variété d'éléments, y compris les plastiques et les objets tels que des déchets domestiques dangereux comme les produits chimiques.

Tableau 2 : facteurs d'émissions retenus* pour l'estimation des rejets de PCDD/PCDF dans les activités artisanales de récupération du plomb des batteries automobiles

Catégories de sources	Vecteurs de rejets potentiels (µg TEQ/t)				
	Air	Eau	Terre	Produits	Résidus
Combustibles (bois contaminés, matières plastiques et huiles usées)	300	NA	600	NA	600

* ce sont les facteurs d'émissions du brûlage des déchets domestiques à l'air libre proposés par le Toolkit

Le fumage des peaux

Description du processus de fumage des peaux

C'est une pratique courante dans de nombreux pays en développement de fumer la viande et le poisson pour les conserver. A Dakar, ce sont les peaux de mouton et de bœufs qui sont fumées.

Les peaux achetées sont séchées 1 à 2 semaines environ avant d'être fumées. Une fois sèches, elles sont disposées sur un grillage pour être fumées. Les pneus automobiles sont les principaux combustibles utilisés pour le fumage des peaux. La combustion des pneus entraîne un rejet important de PCDD/PCDF. Il se pose là, un véritable risque d'intoxication par les dioxines et furanes pour les fumeurs de peaux et les populations résidant dans cette zone. Par ailleurs, il y a un risque de contamination des peaux fumées par les dioxines car seul un grillage sépare les peaux des pneus en combustion. Le fumage se fait à l'air libre. Il dure à peu près cinq minutes par pièce et se déroule la matinée seulement. Les peaux fumées sont exportées dans des pays de la sous région et sont destinées à la consommation.

Rejets de dioxines et furanes par les activités de fumage des peaux

La principale source potentielle de dioxines et furanes du fumage des peaux au Sénégal serait les pneus utilisés comme combustibles. En effet, les peaux ne sont pas brûlées, elles sont seulement fumées pour une durée, à peu près, de 5 mn. Ainsi, le risque de formation de dioxines provient du combustible utilisé en l'occurrence les pneus automobiles.

Dans le *Toolkit*, les facteurs d'émission dans l'air des activités de fumage concernent l'utilisation du bois comme combustibles, or dans le cas du secteur informel sénégalais, ce sont les pneus qui sont utilisés. A défaut de facteurs d'émission par défaut, ceux des feux accidentels dans les véhicules pourraient être retenus.

La combustion des pneus comme source d'énergie pour le fumage des peaux se fait à même le sol et cela pourrait entraîner un rejet des dioxines et furanes dans la terre. Par ailleurs les résidus de la combustion contaminés sont abandonnés sur place et quand ils s'éparpillent, ils contribuent au rejet des PCDD/PCDF dans le sol.

Il existe un risque élevé de rejet de dioxines et furanes sur les peaux fumées qu'il serait intéressant d'évaluer. En effet, les peaux fumées sont en contact direct avec les pneus en combustion dont seul un grillage les sépare des peaux.

Tableau 3 : facteurs d'émissions retenus* pour l'estimation des rejets de PCDD/PCDF dans les activités artisanales de fumage des peaux au Sénégal

Catégories de sources	Vecteurs de rejets potentiels (µg TEQ/t)				
	Air	Eau	Terre	Produits	Résidus
Fumage des peaux avec les pneus comme combustibles	23,5	NA	4,5	ND	4,5

Ce sont les facteurs d'émissions des feux accidentels des véhicules qui ont été divisés par 4 car les taux donnés dans le Toolkit le sont par véhicules

La récupération du fer dans les pneus

Les récupérateurs au Sénégal s'intéressent également au fer qui est contenu dans les pneus. Pour cela, les pneus sont brûlés entièrement afin de pouvoir accéder au fer. A Dakar, cette activité est exercée dans la décharge de Mbeubeuss et à Hann sur la plage.

Rejets de dioxines et de furannes

Les impacts sont les mêmes que pour le fumage de peaux où la principale source potentielle de rejets de PCDD/PCDF demeure le brûlage des pneus utilisés comme combustibles. Cependant pour cette activité, les rejets dans les produits pourraient concerner la ferraille récupérée.

Brûlage des déchets dans la décharge de Mbeubeuss

Description des activités de récupération dans la décharge de Mbeubeuss

Face à l'accroissement de la pauvreté et le développement des bidonvilles aux périphéries de la ville de Dakar, des populations frappées par les difficultés économiques, ont commencé à s'intéresser à ce qui est devenu aujourd'hui un véritable secteur d'activités économiques, la récupération et le recyclage des déchets.

Chaque récupérateur a sa spécialité : verre, plastique, tissu ou fer... Les récupérateurs brûlent les déchets soit pour récupérer les éléments ferreux et non ferreux qu'ils contiennent soit pour réduire le volume des déchets. A côté de ce brûlage volontaire des déchets, il y a des phénomènes permanents d'auto combustion des déchets. Ainsi, à longueur de journée, durant toute l'année et sur toute l'étendue de la décharge, les déchets sont en feu. Cette combustion est lente et semble incomplète par la présence quasi permanente de la fumée sur le site. Parmi ces déchets il y a des flux d'huile, des carcasses de voitures et d'animaux, des matériels électroniques irrécupérables, des déchets industriels, des déchets médicaux, des sachets et des emballages en plastique, des pneus usagés, des câbles, etc.

Rejets de dioxines et furanes au niveau de la décharge de Mbeubeuss

La décharge de Mbeubeuss qui reçoit une variété de déchets de toute sorte et qui sont quotidiennement en feu présente les caractéristiques des décharges décrites dans le *Toolkit*. Les facteurs d'émission proposés dans le *Toolkit* pour les décharges en feu peuvent convenablement estimer les émissions de PCDD/PCDF dans Mbeubeuss.

Bien que le *Toolkit* n'ait pas fourni de facteurs d'émissions pour les rejets dans l'eau et les produits, il existe un risque certain de rejets dans ces matrices qu'il conviendrait d'évaluer.

Les différents sols observés dans la décharge sont caractérisés par une perméabilité très élevée et par conséquent sont inaptes à constituer le fond d'une décharge publique¹. Ainsi, pendant la saison des pluies, il se produit une importante infiltration qui entraîne un transfert des lixiviats vers le sous sol et la nappe phréatique. Une étude des impacts de la décharge menée en 1990 par le Ministère de l'Environnement montrait déjà que l'eau douce provenant de la nappe

¹ Contribution à l'étude de l'incidence du projet de délocalisation de la décharge publique de Mbeubeuss sur les conditions de vie des populations. Présenté par Ndéye A. Fall Décembre 2002

phréatique serait polluée par les lixiviats de la décharge publique sur un large rayon (environ 30kilomètres). *Ainsi, il y a un risque élevé de rejet de dioxines et furanes dans les eaux souterraines.*

Beaucoup d'éléments quittent la décharge de Mbeubeuss pour être remis dans les circuits économiques. Il y a un fort risque de rejets de dioxines et furanes sur les produits qui quittent Mbeubeuss. De même, à côté de la décharge se mènent d'importantes activités économiques comme l'aviculture, le maraîchage, etc. Les produits issus de ces activités pourraient également être contaminés par les dioxines et furanes rejetés par la décharge. Une étude menée en 2005 par le Réseau International pour l'Élimination des POPs (IPEP) PAN Africa, et ARNIKA avait trouvé que des œufs des poules élevées à l'air libre près du site de la décharge de Mbeubeuss présentaient des niveaux de dioxines plus de 11 fois plus élevés et de biphényles polychlorés (PCBs) 1,7fois plus élevés que la limite en vigueur dans l'Union Européenne. La source potentielle de cette contamination la plus évidente serait le brûlage des déchets contenant du chlore tels que les plastiques PVC qu'on trouve fréquemment sur la décharge, et leur combustion incontrôlée.

Tableau 4 : facteurs d'émissions retenus* pour l'estimation des rejets de PCDD/PCDF dans la décharge de Mbeubeuss

Catégories de sources	Vecteurs de rejets potentiels (µg TEQ/t)				
	Air	Eau	Terre	Produits	Résidus
Feux de décharge	1 000	ND	4,5	ND	4,5

* ce sont les facteurs d'émissions des feux de décharges donnés par le Toolkit

La Consommation de combustibles ligneux

Le bois énergie occupe dans le bilan énergétique sénégalais une place très importante. Une étude réalisée en 1997 avait avancé que le charbon de bois et le bois de chauffe occupaient respectivement 16% et 40% du bilan énergétique sénégalais, soit un total de 56% pour les combustibles ligneux. Cela traduit l'importance de la consommation de combustible ligneux au Sénégal, singulièrement dans les villes, notamment à Dakar qui absorbe 79 100 tonnes soit plus de la moitié de la consommation de charbon de bois et 22 100 T pour le bois de chauffe. Les combustibles ligneux sont principalement utilisés à des fins domestiques : cuisson, repassage, chauffage,.....

Le secteur domestique n'est pas le seul consommateur de combustibles ligneux. Le secteur artisanal comme le secteur industriel en consomment aussi. Bien que leurs consommations n'aient pas fait l'objet d'une évaluation exhaustive, on estime qu'elles sont actuellement très faibles et représente environ 5% de leur bilan énergétique. L'activité artisanale la plus importante, en matière de consommation de combustibles ligneux, est la restauration populaire urbaine (gargotes, "tanganas" et dibiteries). Leur consommation annuelle a été estimée à 4 200 tonnes de bois de feu et 3 600 tonnes de charbon de bois. Les autres artisans qui utilisent ces combustibles sont les tailleurs, les blanchisseurs, les teinturiers de tissus, les fondeurs de marmite, les forgerons et les bijoutiers. Les consommations de l'artisanat rural — production d'huile de palme et de savon, fumage de poisson— ne sont pas très bien connues.

Les rejets de dioxines et furanes du fait de l'utilisation des combustibles domestiques

Les PCDD/PCDF se forment à cause d'une combustion incomplète. En effet, les dispositifs d'utilisation des combustibles ligneux au Sénégal (fourneaux domestiques, fours traditionnels...) ne permettent pas une combustion complète et n'ont pas de dispositifs de contrôles et de correction des rejets.

Dans le *Toolkit*, la différence est faite entre la biomasse vierge et la biomasse contaminée, par exemple le bois traité ou peint, et la paille très chargée en pesticides chlorés. L'air, les résidus et dans quelques cas le sol, sont des vecteurs de rejet à considérer. Nous supposons que les combustibles ligneux utilisés à Dakar sont vierges de toute contamination du fait de leurs origines : les surfaces forestières qui n'utilisent pas en général de pesticides ou autres produits chimiques au Sénégal.

Tableau 5 : Facteurs d'émission pour le chauffage et les cuisines domestiques utilisant de la biomasse

Catégories de sources	Vecteurs de rejets potentiels ($\mu\text{g TEQ/t}$)				
	Air	Eau	Terre	Produits	Résidus
Fours ou fourneaux brûlant de la biomasse vierge	100	NA	ND	NA	20

Sources : UNEP Toolkit, 2nde version

Compilation des sources de rejets de dioxines et furanes par le secteur informel dans la ville de Dakar

Tableau 6 : Compilation de quelques sources de rejets de dioxines et furanes par le secteur informel dans la ville de Dakar

Catégorie de sources	Voies de rejets potentiels					Quantité de matières (T)	Rejets annuels					Total
	µg TEQ/t	µg TEQ/t	µg TEQ/t	µg TEQ/t	µg TEQ/t		g TEQ/an	g TEQ/an	g TEQ/an	g TEQ/an	g TEQ/an	
	Air	Eau	Terre	Produits	Résidus		Air	Terre	Eau	Produits	Résidus	
Fonderies artisanales							10,1878	0	0	0	5,82544788	16,0132479
Fusion secondaire de l'aluminium	1 000	ND	ND	ND	600	9709	9,709	ND	ND	ND	5,8254	15,5344
Combustible	100	ND	NA	NA	10 ng TEQ/kg de cendre	4788	0,4788	ND	NA	NA	0,00004788	0,47884788
Récupération du plomb dans les batteries automobiles							0,009	0	0,018	0	0,018	0,045
Combustibles (bois contaminé, plastiques, huiles de vidange)	300	NA	600	NA	600	30	0,009	NA	0,018	NA	0,018	0,045
Fumage des peaux							0,1286625	0	0,0246375	0	0,0246375	0,1779375
Combustibles (pneus automobiles)	23,5	NA	4,5	ND	4,5	5475	0,1286625	NA	0,0246375	ND	0,0246375	0,1779375
Récupération du fer dans les pneus							0,1306177	0	0,0250119	0	0,0250119	0,1806415
Brûlage des pneus	23,5	NA	4,5	ND	4,5	5558,2	0,1306177	NA	0,0250119	ND	0,0250119	0,1806415
La décharge de Mbeubeuss							365	0	1,6425	0	1,6425	368,285
Brûlage des déchets	1000	ND	4,5	ND	4,5	365000	365	ND	1,6425	ND	1,6425	368,285
La consommation de combustibles ligneux							0,78	0	0	0	0,156	0,936
Combustion de biomasse vierge	100	NA	ND	NA	20	7800	0,78	NA	ND	NA	0,156	0,936
Total							376,23608	0	1,7101494	0	7,69159728	385,637827

Recommandations

Si plusieurs sources d'émission de dioxines et furanes dans le secteur informel au Sénégal ont pu être identifiées, l'estimation des rejets de ces substances toxiques n'est pas facile. En effet, la plupart des données disponibles sur les rejets de dioxines et furanes concernent les technologies industrielles utilisées le plus souvent dans les pays développés et présentant un certain nombre de caractéristiques que n'ont pas les technologies utilisées dans le secteur informel sénégalais. Pour cette raison, il est important de mener des actions d'évaluation des rejets de dioxines et furanes par les technologies utilisées dans les pays en développement et plus particulièrement les activités informelles. A cette fin, il faudra :

1-Améliorer les connaissances sur les sources potentielles de rejets de dioxines dans le secteur informel

Il faudrait pour cela :

- Identifier toutes les catégories d'activités du secteur informel sources potentielles de dioxines et furanes; cela constitue la base fondamentale pour tout inventaire complet des rejets de dioxines et furanes par le secteur informel
- Procéder à un inventaire exhaustif de toutes les activités du secteur informel au Sénégal
- Procéder à une caractérisation des technologies utilisées par ces activités : il s'agira de connaître les types et quantités de matières premières utilisées, les technologies utilisées, les températures de combustion
- Procéder à la caractérisation des déchets déversés au niveau des décharges. Il s'agira d'avoir la composition des déchets et les quantités des différentes composantes des déchets, ce qui permettra d'identifier la part des précurseurs de dioxines dans ces déchets et de pouvoir identifier leur potentiel d'émission de dioxines et furanes. Les décharges sauvages constituent les principales sources de dioxines et furanes dans beaucoup de villes africaines. Une méthode pour la caractérisation des déchets consistera à quantifier manuellement les déchets d'un échantillon de ménages représentatif de la ville dont la décharge reçoit les déchets.

2-Améliorer les connaissances sur les rejets de dioxines des activités du secteur informel dans les différentes matrices environnementales : air, terre, eau, produits, résidus

- Mener des projets d'échantillonnage et d'analyse des dioxines et furanes pour certaines activités importantes du secteur informel comme la fusion à l'air libre et dans des fours traditionnels des objets métalliques pour la production secondaire d'aluminium, de cuivre, de fer, de plomb,...le fumage des peaux utilisant des pneus ou des objets chlorés comme combustibles
- Mener une évaluation des rejets de dioxines dans les peaux fumées car ces produits sont destinés à la consommation afin de déterminer leur niveau de contamination
- Mener une évaluation des rejets de dioxines dans les produits des fonderies artisanales utilisés dans tous les ménages sénégalais pour la préparation des repas et la conservation des aliments. A ce titre, une analyse des eaux de bains de ces ustensiles pourrait permettre d'avoir une idée assez précise de leur niveau de contamination par les dioxines et furanes
- Mener une évaluation des rejets de dioxines et furanes dans les eaux souterraines du fait de l'utilisation des scories et autres résidus de la production artisanale et secondaire d'aluminium pour remblayer les sols

- Evaluer les rejets de PCDD/PCDF dans la nappe phréatique sous les décharges car les transferts des lixiviats vers le sous sol et la nappe phréatique sont des voies probables de rejets des dioxines et furanes vers les eaux souterraines.
- Mener une évaluation des rejets de dioxines dans les éléments produits aux alentours de la décharge de Mbeubeuss : produits maraîchers et avicoles

3-Evaluer le niveau de contamination des populations en contact direct ou indirect avec ces activités du secteur informel : professionnels du secteurs et populations résidant aux alentours des sites où se mènent ces activités

4-Prendre des mesures afin de réduire et à terme éliminer la production de dioxines et de furanes dans le secteur informel

- Sensibiliser les autorités sur les dangers des dioxines et le potentiel de production de substances nocives de ces activités
- Sensibiliser les acteurs du secteur informel sur les dangers qu'ils courent et qu'ils font courir à la population de manière générale
- Redéployer ces acteurs du secteur informel vers d'autres activités plus propres et former ceux qu'ils veulent rester dans ces activités sur des technologies plus propres en utilisant les lignes directrices sur les meilleures technologies disponibles et les meilleures pratiques environnementales
- Aider les acteurs du secteur informel à améliorer leurs technologies de production en mettant en place un programme d'appui à l'acquisition de matériels de valorisation de déchets plus performants

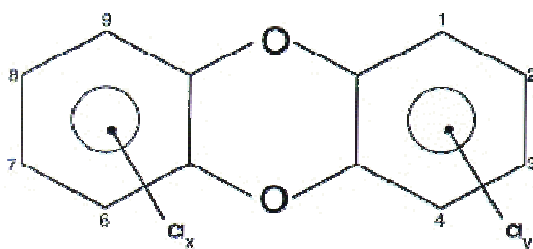
Introduction

Les *dioxines* et *furannes*, plus précisément les *dibenzo-p-dioxines (PCDD)* et les *dibenzofuranes (PCDF) polychlorés*, sont deux des douze Polluants Organiques Persistants (POPs) visés actuellement par la Convention de Stockholm sur les Polluants Organiques Persistants. Contrairement aux autres POPs, qui ont été produits et utilisés à des fins agricoles et industrielles, les PCDD/PCDF ne font l'objet d'aucun usage. Elles sont formées involontairement et sont essentiellement émises en tant que sous-produits d'activités humaines telles que l'incinération et la combustion de combustibles. Dans une moindre mesure, elles trouvent également leur origine dans des processus naturels tels que les feux de forêts et l'activité volcanique.

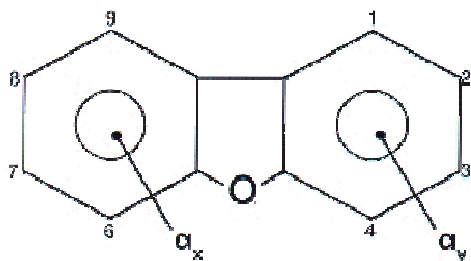
On distingue 75 polychlorodibenzo-p-dioxines (PCDD, les dioxines) et 135 polychlorodibenzo-furanes (PCDF). Quand on parle de la dioxine, on fait également allusion à la plus toxique de ces molécules, la 2, 3, 7, 8-tétrachlorodibenzo-p-dioxine (TCDD), ou dioxine de Seveso car c'est elle qui s'est formée lors de ce célèbre accident industriel ([http : les crises alimentaires en France](http://lescrisesalimentairesenfrance.com)) .

En fait les dioxines (PCDD) existent dans la nature et sont donc constituées de deux noyaux de benzène, deux molécules d'oxygène et de molécules de chlores, de fluor et de brome (1 à 8). Les furannes (PCDF) se différencient des dioxines par la présence d'un seul atome d'oxygène dans le cycle central.

STRUCTURE DES PCDD



STRUCTURE DES PCDF



Il faut noter que l'*Hexachlorobenzène (HCB)* et les *Polychlorobiphényles (PCB)* sont également rejetés involontairement lors de procédés thermiques faisant intervenir des matières organiques et du chlore, du fait d'une combustion incomplète ou de réactions chimiques.

Les PCDD/PCDF de même que les PCBs et HCB sont listés dans *l'Annexe C* de la Convention de Stockholm. Les volumes totaux des rejets d'origine anthropique de chacune des substances inscrites à l'Annexe C de la Convention de Stockholm doivent être réduits au minimum et si possible à terme être éliminés (Convention de Stockholm, 2001). Le paragraphe (a) de *l'article 5* la convention demande la préparation et la mise en œuvre d'un plan d'action afin « *d'identifier, caractériser et traiter les rejets des produits chimiques listés dans l'Annexe C* » ; le sous paragraphe (i) précise que le plan d'action comprendra « *la préparation et la mise à jour des inventaires des sources ainsi que des estimations des rejets* ».

Le Sénégal a ratifié la Convention de Stockholm sur les Polluants Organiques Persistants (POPs) en Octobre 2003. Avec l'entrée en vigueur de la Convention depuis le 17 Mai 2004, le Sénégal en tant que partie à la Convention de Stockholm a pris un certain nombre de mesures allant dans le sens de sa mise en œuvre.

Dans le cadre de la préparation du Plan National de Mise en Œuvre (PNM) de la Convention de Stockholm, un inventaire des POPs au Sénégal a été effectué. Cependant, l'inventaire des POPs n'avait pas permis d'identifier les sources de POPs et de quantifier les quantités rejetées par le secteur informel. En effet, l'examen critique de l'inventaire des POPs avait souligné que les travaux n'ont pas permis :

- de faire une analyse sommaire quantitative des rejets de POP produits non intentionnellement, en particulier les Dioxines et les Furannes, en exploitant les Directives et méthodes développées par le PNUE et les données de la littérature ;
- de faire l'exercice pour des sources prioritaires au Sénégal, en considération de leur importance et de leurs impacts sur la santé des populations, que sont : les véhicules à

moteur utilisant de l'essence au plomb, les sources de combustion résidentielle et la réutilisation des équipements PCB par le secteur informel (*DEEC, mars 2005a*).

C'est dans ce contexte que le PNM a prévu de procéder à un inventaire plus détaillé des POPs produits non intentionnellement en intégrant dans cet inventaire d'autres sources pertinentes telles que, les véhicules à moteur, les sources de combustion résidentielles et le secteur informel.

Cette étude a pour objectif de contribuer à l'identification des sources et la quantification des rejets des dioxines et furanes dans le secteur informel. Elle se fixe les objectifs spécifiques suivants :

- Identifier les sources potentielles de dioxines et furanes dans le secteur informel sénégalais
- Procéder à un premier essai d'application de l'outil spécialisé (*Toolkit*) pour l'identification et la quantification des rejets de dioxines et furanes dans le secteur informel développé par le PNUE Substance Chimiques pour aider les pays à procéder à leur inventaire de dioxines et furanes
- Faire des recommandations pour une amélioration du *Toolkit* et faciliter son utilisation au Sénégal

I - Cadre Général de l'étude

1-1 Contexte socio-économique

Le Sénégal qui couvre une superficie de 196 722 km², est situé dans la zone Soudano sahélienne de l'Afrique Occidentale. Il est sur la partie la plus avancée du continent africain, à l'Ouest vers l'Europe et l'Amérique. Il est compris entre les 12^{ème} et 16^{ème} de latitude Nord et les 11° 30^{ème} et 17° 32^{ème} de longitude Ouest. Il est limité au nord par la Mauritanie, à l'Est par le Mali, au sud par la Guinée et à l'Ouest par l'Océan Atlantique. La Gambie située entre les régions de Kaolack et de Ziguinchor, forme une enclave sur le cours inférieur du fleuve du même nom avec une superficie de 10 300km.

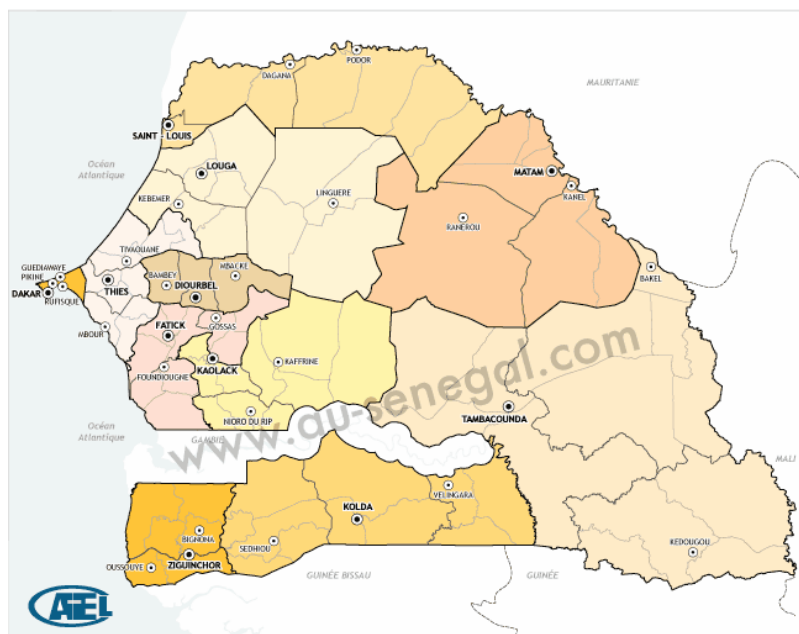


photo1 : carte du Sénégal

Le Sénégal est un pays à relief plat, l'altitude dépassant rarement 100m. Le Mont ASSIRIK au Sud Est du pays avec ses 381 m d'altitude en constitue le point culminant.

Le climat est caractérisé par deux saisons bien tranchées avec cependant une constante, la chaleur. Deux centres d'action règlent la circulation atmosphérique : l'anticyclone des Açores au Nord et l'anticyclone de Sainte Hélène au sud de l'Afrique. La prédominance des effets de l'un des centres détermine la saison.

Les ressources en eau de surface du Sénégal sont constituées par quatre grands fleuves (les fleuves Sénégal, Casamance, Gambie et sine Saloum) et les affluents auxquels s'ajoutent quelques cours d'eau temporaires.

Les ressources minières du Sénégal sont relativement bien connues et font l'objet d'un certain nombre de recherches. Les substances minérales sont : les phosphates de Chaux, les Calcaires, l'Ilménite, le Zircon et le Sel marin. Les minerais sont : le Fer, le Manganèse, l'Aluminium, le Graphite, l'Etain, le Plomb, l'Or, le Molybdène, le Lithium, le Baryum, le Tungstène et le Pétrole.

Comme tous les pays africains, le Sénégal a une croissance démographique rapide. La population est passée de huit millions cent trente sept mille (8 137 000) en 1994 à plus de dix millions cent douze mille (10 112 000) habitants en 2004 (*Direction de la Statistique*).

Le tableau suivant présente la répartition de la population dans les différentes régions du pays.

Tableau 1 : Répartition et concentration de la population au Sénégal par région en 2000

Région	Population	Part	Superficies	Densité Habitants/km ²
Dakar	1 986 000	21,6	550	3611
Diourbel	750 000	8,15	4 359	172
Fatick	589 000	6,4	7 935	74,23
Kaolack	948 000	10,3	16 010	59,21
Kolda	689 000	7,49	21 011	32,8
Louga	525 000	5,7	29 188	17,99
Saint Louis	749 000	8,14	44 127	16,97
Tambacounda	449 000	4,9	59 602	63,63
Thiès	1 114 000	12,1	6 601	168,76
Ziguinchor	467 000	5,07	7 339	63,63
Total	9 200 000	100	196 722	46,76

Source : Direction de la Statistique, 2004

La structure de la population est également caractéristique de celle des pays en développement avec une urbanisation rapide. Dakar, la capitale du pays, regroupe à elle seule près du quart de la population et sa superficie ne dépasse guère 0,3% de la surface du pays.

Cette urbanisation rapide s'explique certes par la natalité élevée et l'accroissement de l'espérance de vie mais également par les migrations des populations venues des zones rurales et des pays frontaliers. L'exode massif des populations vers la capitale sénégalaise s'explique

en partie par la crise qu'a connu le secteur agricole, - premier secteur d'activité avec 80% de la population active-, ces dernières années. Les aléas climatiques avec la baisse de la pluviométrie et la crise de l'arachide ont plongé le monde rural dans une situation précaire obligeant de nombreuses personnes à fuir vers la ville à la recherche de meilleures conditions de vie. Dakar, concentre à elle seule plus de 95% des industries et des services du pays.

1-2 Le secteur informel sénégalais

Le secteur informel est l'ensemble des activités économiques qui se réalisent en marge de la législation pénale, sociale et fiscale ou qui échappent à la Comptabilité Nationale. Autrement dit, c'est l'ensemble des activités qui échappent à la politique économique et sociale, et donc à toute régulation de l'État.

Le BIT définit également le secteur informel « *comme un ensemble d'unités produisant des biens et des services en vue principalement de créer des emplois et des revenus pour les personnes concernées. Ces unités, ayant un faible niveau d'organisation, opèrent à petite échelle et de manière spécifique, avec peu ou pas de division entre le travail et le capital en tant que facteurs de production. Les relations de travail, lorsqu'elles existent, sont surtout fondées sur l'emploi occasionnel, les relations de parenté ou les relations personnelles et sociales plutôt que sur des accords contractuels comportant des garanties en bonne et due forme* » (BIT, janvier 1993a).

Au Sénégal, le secteur informel apparaît, avec l'Etat, comme le principal pourvoyeur d'emplois et de revenus. En 1991, ce secteur comptait pour 58,7 pour cent de la population active urbaine avec, de 1986 à 1991, une croissance 1,8 fois plus rapide que celle du secteur moderne. A l'importance prise par ce secteur s'ajoute une modification importante des caractéristiques mêmes de sa population, suite aux différents programmes d'ajustement structurel mis en œuvre dans ce pays depuis le début des années quatre-vingt.

Le secteur informel joue un rôle prépondérant sur le plan économique. Les statistiques de la comptabilité nationale du Sénégal n'ayant pas toujours les moyens de mesure précise, on évalue l'importance du secteur informel en soustrayant les données concernant le secteur formel des grands agrégats de la comptabilité nationale. Selon des estimations portant sur 1988, le secteur informel aurait généré la moitié du PIB, 90 % des emplois et un cinquième des investissements au Sénégal (*Ministère de l'Economie et des finances (a)*).

Le développement du secteur informel fut une réponse à la crise économique et au contexte macroéconomique d'ajustement (adaptation aux faibles revenus des ménages). Le choc

éprouvé par les ménages ayant perdu un revenu provenant de l'Etat ou subi une baisse de ce revenu a contribué à «l'informalisation» du secteur moderne par la recherche d'un nouvel emploi dans le secteur informel et/ou par la modification des habitudes de consommation, c'est-à-dire un accroissement de la demande de ces ménages, de biens et services moins chers provenant du secteur informel (*OIT révisée en septembre 2000a*).

Les entreprises informelles sont largement représentées dans le secteur secondaire, notamment dans la production artisanale, le bâtiment et les travaux publics. Les activités manufacturières, qu'elles relèvent du secteur structuré ou non, portent surtout sur la production de biens de consommation plutôt que sur l'industrie lourde ou la production de biens intermédiaires (*Ministère de l'Economie et des Finances(b)*).

Au Sénégal, l'artisanat occupe une place non négligeable dans les unités de productions informelles. Selon un recensement récent, on dénombre environ 78 000 entreprises artisanales qui totalisent approximativement une population artisanale de 400 000 personnes, la main-d'œuvre permanente étant évaluée à 158 000 personnes (*OIT révisée en septembre 2000b*).

Les filières artisanales qui sont le plus présentes dans le secteur informel sont :

- Le textile : tissage, coupe, couture, broderie pour le textile, tannage, maroquinerie et cordonnerie ;
- Le bâtiment : maçonnerie, menuiserie, bois et métal, coffrage, ferraille, électricité, plomberie, peinture, vitrerie, carrelage, charpente, étanchéité ;
- Le métal : menuiserie métallique, soudure, forge rurale et urbaine, fonderie, mécanique auto, agricole, marine et générale ;
- L'agroalimentaire : transformation des fruits et légumes, valorisation des céréales locales etc.

Un autre secteur important qui s'est développé dans le secteur informel est celui de la récupération et du recyclage des déchets. En effet, face à l'accroissement de la pauvreté et le développement des bidonvilles aux périphéries de la ville de Dakar, des populations frappées par les difficultés économiques, ont commencé à s'intéresser à ce qui est devenu aujourd'hui un véritable secteur d'activités économiques, la récupération et le recyclage des déchets.

Ce secteur de l'économie populaire est au Sénégal l'une des perspectives d'emploi pour de nombreux adultes ou des enfants demandeurs d'emplois. L'étude menée au Sénégal a confirmé la **dynamique de récupération des déchets** (qui apporte des revenus à environ 3 000 personnes), en particulier à Dakar (*Enseignements des études réalisées au Vietnam (2001) et au Sénégal (2002)*).

A Dakar, la récupération se fait soit dans la rue (poubelles, conteneurs publics, porte à porte) soit à la périphérie des quartiers ou à la décharge publique de Mbeubeuss située à environ 25 Km du centre ville.

La ville de Dakar et sa banlieue compte en moyenne sept filières de récupération ; il s'agit de la :

- filière des métaux (fabrication marmites, arrosoirs, bassines, entonnoirs, fourneaux) ;
- filière du verre (embouteillage de boisson ou de produits de droguerie, acides,) ;
- filière des plastiques et caoutchouc (confection sacs, sandales, puisettes) ;
- filière du papier et du carton (bourrage de matelas et coussins) ;
- filière des tissus (sacs d'écoliers, tableaux décoratifs, poupées, draps) ;
- filière du bois (mallettes, caisses de thé, déchets contre plaqués) ;
- filière des déchets organiques pour élevage (bovins, volailles).

La plupart des activités du secteur informel de par leur mode opératoire et/ ou les substances utilisées peuvent avoir des impacts négatifs sur l'environnement.

Les activités de la filière métal sont identifiées comme les plus opportunes à la génération de polluants organiques persistants tels que les dioxines et furannes. Cette filière est très active au Sénégal avec plusieurs unités de production.

Le tableau suivant donne le récapitulatif du nombre de personnes employées dans la branche métallique par région.

Tableau 2 : Nombre de personnes dans la filière métal par région

Régions	Forge	Fonderie	Menuiserie métallique
Dakar	278	133	358
Thiès	181	18	173
Louga	213	32	61
Saint Louis	129	15	118
Diourbel	342	14	146
Fatick	431	4	68
Kaolack	382	25	154
Tambacounda	333	6	51
Kolda	661	9	40
Ziguinchor	236	27	56
Total	3186	245	1225

Source : recensement du secteur artisanal, 1992

Comme le montre le tableau, la Région de Dakar regroupe plus de 54% des fonderies. Les sites sont occupés souvent de manière anarchique donc soumis à une insécurité foncière avec un risque de déguerpissement quasi permanent. La plupart des unités de production ne possèdent ni de véritable local, ni de terrains aménagés pour l'exercice de leur activité, et n'ont souvent pas accès aux principaux services publics comme l'eau et l'électricité

1-3 Cadre juridique sénégalais relatif aux produits chimiques

Le cadre juridique est composé par les Conventions pertinentes ratifiées par le Sénégal, particulièrement celles relatives à la gestion des produits chimiques, ses lois nationales, en particulier le Code de l'environnement, les décrets, les arrêtés et les normes.

Le tableau ci-après résume les principaux textes juridiques internationaux applicables au Sénégal et nationaux relatifs aux produits chimiques.

Tableau 3: liste des textes internationaux et nationaux applicables au Sénégal

Instrument juridique	Organisation responsable	Objectifs fondamentaux
Textes juridiques internationaux		
Code d’Ethique sur le commerce international de produits chimiques	PNUE	Enoncer des principes et directives à l’intention des parties du secteur privé à appliquer des règles de conduite visant à gérer rationnellement les produits chimiques
Code international de conduite pour la distribution et l’utilisation des pesticides	FAO	Améliorer et sécuriser la distribution et l’utilisation des pesticides
Convention de Bâle sur les mouvements transfrontières des déchets dangereux	PNUE	Limiter le transport des déchets dangereux Assurer la destruction appropriée des déchets
Convention africaine sur l’interdiction de l’importation en Afrique de déchets dangereux sous toutes les formes et le contrôle transfrontière de pareils déchets produits en Afrique		Protection de l’environnement, traitement et élimination des déchets
Convention de Rotterdam sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause applicable dans le cas de certains produits chimiques et pesticides dangereux qui font l’objet de commerce international	PNUE	Encourager le partage des responsabilités et la coopération entre Parties dans le domaine du commerce international de certains produits chimiques dangereux
Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POP)	PNUE	Protéger la santé humaine et l’environnement Contre les POP
Réglementation Commune aux Etats membres du CILSS sur l’homologation des pesticides	CILSS	Harmoniser l’homologation des pesticides dans les 9 Etats membres du CILSS
Directives de Londres applicables sur les échanges de renseignements sur les produits chimiques qui font l’objet de commerce international UNEP/GC-14/17	PNUE	Réglementation du commerce international des produits chimiques
Textes juridiques nationaux		
Loi N°2001- 01 du 15 janvier 2001 portant code de l’Environnement	MEPN	Protéger l’environnement et les ressources naturelles au Sénégal
Décret N° 2001-282 du 12 avril 2001 portant application du Code de l’environnement	MEA	Mise en application du Code de l’Environnement
Décret N° 84-503 du 02 mai 1984	MAH	Contrôler les spécialités

		agropharmaceutiques et spécialités assimilées
Arrêté ministériel N°000852 du 08 février 2002 portant création de la Commission Nationale des Produits Chimiques	MEPN	Promouvoir la gestion écologiquement rationnellement des produits chimiques
Arrêté Interministériel N° 001555 du 15 mars 2002 fixant les conditions d'application de la norme NS-061 sur les rejets des eaux usées sont en vigueur.	MEPN	Protéger la santé humaine et l'environnement contre les rejets d'eaux usées
Arrêté Interministériel fixant les conditions d'application de la norme NS 05-062 sur la pollution atmosphérique	MEPN	Protéger la santé humaine et l'environnement contre les polluants atmosphériques

Sources utilisées : Plan National de Mise en œuvre de la Convention de Stockholm sur les POPs - Mars

Le Sénégal a ratifié toutes les Conventions internationales relatives à la gestion des produits chimiques et a mis en place au plan institutionnel, les outils nécessaires à la bonne application de ces textes juridiques, notamment la Commission Nationale de Gestion des Produits Chimiques.

Cependant, la transcription des dispositions pertinentes de ces Conventions, en particulier de la Convention de Stockholm dans notre corpus juridique nationale, n'est pas en phase avec les engagements auxquels, le pays a souscrit. Cela est la conséquence d'un déficit ou d'une stratégie communication qui n'a pas encore atteint ses objectifs, concernant une catégorie de cibles importante, à savoir les décideurs, d'une part et d'autre part à l'insuffisance de ressources pour l'opérationnalité de la Commission Nationale de Gestion des produits chimiques, qui est une force de proposition de textes législatifs et réglementaires.

Le même constat reste valable quant aux textes réglementaires qui doivent favoriser la mise en application du Code de l'environnement.

Par ailleurs, l'application des textes législatifs, réglementaires et normatifs existants, est contrainte par :

- l'insuffisance des capacités humaines et techniques de l'Administration centrale pour le contrôle du respect des dispositions légales, réglementaires et normatives ;
- l'insuffisance des capacités humaines et techniques du secteur privé pour la mise en œuvre de technologies douces, sa non maîtrise des enjeux, entre autres (DEEC mars 2005b).

1-4 Les dioxines et furanes

1-4-1 Les principales sources de dioxines

Contrairement aux autres POPs, qui ont été produits et utilisés à des fins agricoles et industrielles, les PCDD/PCDF ne font l'objet d'aucun usage et sont formées involontairement en tant que sous-produits de plusieurs activités humaines.

Les voies de formation des PCDD/PCDF peuvent être classées en deux grandes catégories:

- la formation pendant des procédés thermiques et
- la formation dans des procédés chimiques industriels

a- La formation de PCDD/PCDF dans les procédés thermiques

Les dioxines et furanes sont formées à l'état de traces dans des procédés de combustion lors que le carbone, l'oxygène, et le chlore sont présents ensemble dans une gamme de température entre 200° C et 650° C. La formation a lieu par deux mécanismes de base :

1. La synthèse dite *de novo* pendant laquelle les PCDD/PCDF sont formés à partir de structures de carbone non-extractibles qui sont foncièrement différentes du produit final (PCDD/PCDF) ; et
2. Des réactions de formation de précurseurs *via* des structures aryles dérivées soit d'une oxydation incomplète d'aromatiques, soit de la cyclisation de fragments d'hydrocarbures.

La plupart des processus thermiques, en particulier les procédés comportant la combustion de matériaux organiques ou fossiles entraînent une formation des PCDD/PCDF :

- Incinérations des déchets ménagers
- Industries sidérurgiques
- Incinération des déchets hospitaliers
- Industries des métaux ferreux et non ferreux
- Incinération des déchets industriels et des boues, brûlage des gaz de décharge
- Transports routier, diesel et essence
- Combustion de charbon de bois
- Combustion des cigarettes
- Combustions accidentelles des biphenyl polychlorés (PCBs) des transformateurs
- La production de pâte à papier

b-La formation de PCDD/PCDF dans les procédés chimiques industriels

Comme pour les procédés thermiques, du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène, et du chlore sont nécessaires. Dans les procédés de production chimiques la formation de PCDD/PCDF est favorisée si une ou plusieurs des conditions ci-après sont remplies (*OTAN/CCMS 1992b, Huntziger et Fiedler 1988*) :

- de hautes températures (> 150 °) ;
- des conditions alcalines (surtout pendant une purification) ;
- la catalyse par des métaux ;
- une irradiation UV ou des substances qui peuvent générer des radicaux ;

Dans la fabrication de substances chimiques contenant du chlore, les procédés de fabrication des produits suivants ont été identifiés comme des sources de PCDD et PCDF :

- phénols chlorés et leurs dérivés ;
- aromatiques chlorés et leurs dérivés ;
- substances aliphatiques chlorés ;
- catalyseurs et produits minéraux chlorés (*PNUE 2005a*)

Les PCDD/PCDF sont persistants dans l'environnement et des transferts peuvent avoir lieu entre les milieux (par exemple, dépôt de l'air sur des surfaces ou sur la végétation, l'ingestion d'aliments pour homme ou animaux, ou de la terre, par les hommes et les animaux, l'érosion de particules contaminées de la terre vers les eaux de surface, etc.). De tels transferts peuvent représenter une contribution importante à l'exposition de l'homme et pourrait avoir un impact sur l'environnement.

1-4-2 Les dioxines au Sénégal

Au Sénégal, les résultats des inventaires des POPs ont montré que les dioxines et furannes peuvent être émises au Sénégal par :

- l'incinération de déchets biomédicaux, d'équipements et emballages fabriqués à partir de polymères chlorés et bromés dans les hôpitaux : [(Le Dantec : incinérateur d'une capacité de 40 Kg/heure équipé de deux brûleurs avec une température d'entrée de 700°C et une température de sortie de 400°C), (Principal : incinérateur de 27 ans d'une capacité de 1 000 Kg/jour), (l'hôpital régional de Kaolack : incinérateur d'une capacité de 40 Kg/heure et avec une température de combustion de 800°C),

- les procédés utilisant des précurseurs (chlore), la combustion de combustibles fossiles dans les chaudières de centrales électriques et les chaudières industrielles, les installations de brûlage de bois et de combustible issues de la biomasse (CAFAL, SONACOS, ...),
- la combustion à ciel ouvert de déchets dans les décharges sauvages (Thiès, Kaolack,)

De même, plusieurs activités du secteur informel au Sénégal, s'ajoutent à celles des industries dans l'émission de dioxines et furanes. Il s'agit plus particulièrement des activités de récupération et de recyclage des matériaux ferreux et non ferreux et des autres activités de récupération qui font appels à qui font appels à des procédés de combustion incomplète.

1-4-3 Les dangers des dioxines et furanes

Depuis une quarantaine d'année, la toxicité des PCDD et PCDF a fait l'objet de nombreuses études. Les effets des toxines chlorées comme les dioxines et furanes seraient dus à leur interférence avec les systèmes enzymatiques biochimiques de base causant des dysfonctionnements dans la reproduction et la diminution de la capacité intellectuelle et des effets toxiques intergénérationnels.

Chez l'homme, une exposition à court terme à fortes doses peut être à l'origine de lésions cutanées, notamment chloracné, ainsi qu'une altération de la fonction hépatique ([http : www.caducee.net](http://www.caducee.net)).

Une exposition prolongée est liée à une atteinte du système immunitaire, à la perturbation du développement du système nerveux et à des troubles du système endocrinien et de la fonction de reproduction. L'exposition chronique d'animaux aux dioxines a entraîné l'apparition de plusieurs types de cancer.

L'Agence Internationale pour la Recherche sur le Cancer (IARC), sous l'égide de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a identifié le 2, 3, 7,8-TCDD comme étant le composé de la famille des dioxines le plus toxique, et comme agent cancérigène pour l'homme, se fondant essentiellement sur des études de cas d'expositions accidentelles ou d'expositions professionnelles fortes. Des études sur les animaux ont aussi démontré un risque de cancer accru en cas d'exposition à long terme aux PCDD/PCDF.

L'exposition aux TCDD génère une grande variété d'effets au niveau de la reproduction et du développement sur un certain nombre d'espèces d'animaux de laboratoire, incluant une viabilité réduite, des modifications structurelles, des retards de croissance et des changements fonctionnels. Des effets sur le comportement neurologique et sur le système immunitaire, ainsi que sur différentes fonctions endocrines, y compris celles de la thyroïde ont été mis en évidence. Sur la base de ces indications, en particulier à des doses élevées, mais dans certains

cas à des doses proches de l'échelle humaine, les scientifiques sont préoccupés par la possibilité de retrouver ces mêmes effets chez l'être humain, surtout concernant les effets d'une exposition prénatale sur les enfants en gestation.

Cette étude entre dans ce cadre. Elle a pour objectif de contribuer à l'identification et la quantification des rejets de dioxines et furanes dans le secteur informel au Sénégal. Elle se fixe les objectifs spécifiques suivants :

- Identifier les sources potentielles de dioxines et furanes dans le secteur informel sénégalais
- Procéder à un premier essai d'application de l'outil spécialisé (*toolkit*) pour l'identification et la quantification des rejets de dioxines et furanes dans le secteur informel développé par le PNUE Substance Chimiques pour aider les pays à procéder à leur inventaire de dioxines et furanes
- Faire des recommandations pour une amélioration du *Toolkit* et faciliter son utilisation au Sénégal

1-5 Méthodologie de l'étude

La méthodologie de cette étude a été principalement basée sur la version révisée de l'outil spécialisé (*Toolkit*) pour l'identification et la quantification des rejets de dioxines et furanes. Comme le *Toolkit* le recommande, nous avons procédé de la manière suivante :

- Identification des groupes d'activités du secteur informel susceptibles de produire et d'émettre des dioxines et furanes : il s'agissait d'identifier les principales Catégories de Sources Principales de PCDD/PCDF existant dans le secteur informel au Sénégal et de diviser ces Catégories de Sources Principales en Sous-catégories afin d'identifier les activités individuelles qui sont susceptibles de rejeter des dioxines et furanes.
- Collecte de l'information relative aux procédés de production pour caractériser, quantifier et finalement classer les sources de rejets identifiées de PCDD/PCDF dans le secteur informel. Les questionnaires standardisés, fournis dans le *Toolkit* ont été utilisés et adaptés pour l'obtention de l'information recherchée.
- Estimation des rejets sur la base des informations obtenues dans les étapes précédentes, à l'aide de l'équation (1) ci-dessous.
- La dernière étape a consisté en la compilation de l'inventaire standardisé des PCDD/PCDF, utilisant les résultats générés dans les étapes 1 à 4.

1-5-1 Identification des principales catégories de sources principales de Dioxines et furanes

Il s'agissait d'identifier les principaux groupes d'activité du secteur informel qui sont potentiellement sources de PCDD/PCDF.

Les dioxines et furanes sont formés de manière non intentionnelle comme sous-produits dans un large éventail de procédés et d'activités, telles que celles données dans l'Annexe C de la Convention de Stockholm (**Annexe**). En plus d'être formés en tant que sous-produits non intentionnels de procédés de fabrication ou d'élimination, les PCDD/PCDF peuvent également être introduits dans des procédés par les matières premières. Les PCDD/PCDF peuvent donc exister même lorsque les PCDD/PCDF ne sont pas formés dans le procédé en question. Les voies de formation des PCDD/PCDF peuvent être classées en deux grandes catégories :

- a) la formation pendant des procédés thermiques et
- b) la formation dans des procédés chimiques industriels (*voir paragraphe 1-4-1*).

Etant donné que nous nous intéressons ici aux activités du secteur informel qui sont en général des activités artisanales, les critères principaux pour l'identification de ces groupes d'activité du secteur informel, sources potentielles de PCDD/PCDF sont :

- l'existence de procédés de combustion dans leur processus de production ou d'élimination ;
- la technologie de combustion utilisée : La formation de PCDD/PCDF peut avoir lieu soit pendant une combustion incomplète, ou dans des chambres de post-combustion et des dispositifs de contrôle de pollution de l'air mal gérées;
- les matériaux utilisés dans le processus de combustion : les métaux comme le cuivre, le fer, l'aluminium, le chrome, et le manganèse sont connus pour catalyser la formation de PCDD/PCDF. De même, la combustion des matériaux contaminés par des produits organiques et chlorés, dégage des dioxines et furanes.

Les rapports consultés et les entretiens effectués au niveau de la Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés (DEEC) du Sénégal nous ont beaucoup aidé dans l'identification des sites et des groupes d'activités potentiellement sources de dioxines et furanes.

1-5-2 La collecte des données

Le Programme des Nations Unis pour l'Environnement (PNUE) à travers sa division Substances Chimiques a élaboré un outil spécialisé (*Toolkit*) pour l'identification et la quantification des rejets de dioxines et furanes. Cependant cet outil ne prend pas en compte convenablement le Secteur informel. Il a été élaboré sur la base des activités des secteurs formels qui sont structurés et utilisent un certain type d'équipements. Les activités du secteur informel, telles qu'elles se pratiquent au Sénégal ne sont pas prévues par le *Toolkit*. Nous avons essayé d'adapter le *Toolkit* au secteur informel sénégalais en faisant des analogies entre les activités pour lesquels des facteurs d'émission par défaut sont donnés par le *Toolkit* et les activités du secteur informel sénégalais.

Après avoir visité les sites identifiés au préalable, le questionnaire fournit dans le *Toolkit* (annexe...) a été administré aux différents acteurs trouvés sur place. Des entretiens avec les différents opérateurs trouvés sur place ont aussi eu lieu pour avoir des informations d'ordre technique, financier, social etc.

1-5-3 Exploitation des données

Les données recueillies lors des enquêtes sont regroupées sous formes de tableau par activité pour avoir des informations sur les matières utilisées, les quantités, les coûts, les problèmes rencontrés, et les autres activités qu'ils voudraient mener s'ils avaient la possibilité de changer, etc.

1-5-4 Analyse et interprétation des données

L'estimation est effectuée en utilisant l'équation de base :

Intensité de la Source (Emissions de dioxine par an) = Facteur d'émissions x « Taux d'Activité (1)

Les rejets de PCDD/PCDF par an seront calculés et présentés en grammes par équivalents toxiques annuels (TEQ=Toxic Equivalent).

L'Intensité de la Source par an est calculée en multipliant le rejet des PCDD/PCDF ou dioxines / furanes (par exemple en µg TEQ) par unité de matière traitée ou de produit fabriqué (en tonnes ou litres) — appelé **Facteur d'Emission** --- pour chaque vecteur de rejet (air, eau, terre, produit, résidu) par la quantité de matériau traité ou de produit fabriqué (tonnes ou litres/an) — appelé le **Taux d'Activité**. La somme de tous ces calculs donne le total des rejets pour une source donnée (= intensité de la source) par an.

La méthode d'interprétation suivie est celle préconisée par le *Toolkit* basée sur sa matrice de classification. La méthode de calcul des taux d'émissions de dioxines et furannes par an pour chaque type d'activité est celle donnée par le *Toolkit* :

$$\text{Intensité de la source} = \text{Facteur d'émission} \times \text{«Taux d'activité»}$$

(Émission de dioxine par an)

Le facteur d'émission, défini par défaut pour chaque type d'activité, est le rejet de PCDD, PCDF par unité de matière mise en œuvre dans le procédé de transformation. Il est exprimé en µg I-TEQ.

Le taux d'activité est la quantité de matière mise dans le procédé de transformation, il est exprimé en **tonne/an** pour les activités définies.

Le taux pour une fabrique est la quantité de matières utilisées par jour ou le nombre d'articles fabriqués (tonne/an)

1-5-5 Limites de l'étude

Les principaux acteurs du secteur informel ne sont pas instruits et on a du mal à nous fournir les informations recherchées.

Le *Toolkit* est beaucoup plus adapté pour les pays industrialisés que les pays non industrialisés. 2galement, le *Toolkit* a été élaboré sur la base des activités industrielles utilisant un certain type d'équipement. Les activités du secteur informel, telles qu'elles se pratiquent au Sénégal ne sont pas prévues par le *Toolkit*.

II - Résultats

Les principales catégories d'activités du secteur informel sénégalais potentiellement sources de dioxines et furane sont :

- Les fonderies artisanales
- La récupération du plomb dans les batteries des voitures
- Le brûlage des déchets
- La récupération du fer dans les pneus
- Le fumage des peaux

Toutes ces catégories d'activité ont en commun de faire appel à la combustion dans leurs processus de production. Par ailleurs, la combustion se fait à ciel ouvert et les matériaux brûlés sont des métaux et d'autres éléments contaminés par les huiles, par les peintures et autres polluants, et / ou contiennent des matières plastiques ou sont des produits semi ligneux. En plus de ces activités, il existe d'autres activités du secteur informel qui peuvent être des sources potentielles de dioxines et furanes. Il s'agit en effet de toutes les autres activités qui utilisent le charbon de bois et les autres produits ligneux comme combustibles.

2-1 Les fonderies

2-1-1 Description physique des fonderies

Les activités de fonderie sont principalement exercées au niveau de la ville de Dakar sur les sites de Colobane, Thiaroye et Reubeuss. La fonderie de Colobane est l'une des plus importantes du Sénégal.

Les lieux de production s'apparentent en général à des ghettos (forte concentration d'ateliers, forte densité humaine, ateliers précaires, méthodes archaïques). Par exemple, le site de Colobane couvre une trentaine d'ateliers sur une superficie relativement faible (aucune indication sur la superficie n'a pu être obtenue). Les sites sont très mal aménagés et sont difficilement accessibles pour des actions de secours en cas d'incendie par exemple. Les fonderies sont en général entourées d'habitations spontanées (Colobane) ou d'activités commerciales (Thiaroye) ce qui accentue la promiscuité qui existe dans ces sites. Les ateliers ne sont que des cabanons, construits en bois ou en zinc, d'une surface de 6 à 9m² (Lavalette, 2003). Tous les matériaux utilisés de la construction des cabanons à la fonderie proviennent de la récupération.

Une fonderie est constituée de 5 à 6 personnes. Le fondeur est assisté de 4 ou 5 personnes qui sont soit des apprentis ou des membres de sa famille (enfant, neveu...). Ils travaillent dans des conditions précaires sans mesures de sécurité.

Une fonderie est composée de :

- L'atelier, d'une surface variant de 6 à 9 m² comprenant :
- La zone de stockage du sable
- L'aire de préparation des moules
- Le soufflet de forge
- Le creuset de fusion
- Le stockage du charbon de bois
- Le parc à matières

- L'aire de stockage des châssis
- La finition se fait à l'extérieur.

2-1-2 Principales activités de la fonderie

Les activités de la fonderie sont basées sur la récupération des matériaux ferreux et non ferreux comme l'aluminium et le bronze, et fournissent des produits de consommation pour les populations urbaines.

Dans les étapes de fabrication il y a d'abord la collecte des matières premières, la récupération et stockage, la production et la vente.

En général ce sont des ustensiles de cuisine (marmites, calebasse, couscoussière, écumoirs...) qui sont fabriqués, mais il arrive qu'ils fabriquent des pièces de rechange pour les bateaux, les usines et les finitions des portes en fer etc. Le marché est essentiellement local.

2-1-2-1 Collecte des matières premières

Les matières premières sont la plupart de l'aluminium et du bronze qui proviennent de partout. Pour ce qui est de l'aluminium, il est trouvé chez les ferrailleurs, les mécaniciens, les menuisiers aluminium, les usines, ou bien ce sont les revendeurs qui viennent surplace leur fournir l'aluminium. L'aluminium collecté est classé en deux catégories par les fondeurs: l'aluminium léger et l'aluminium lourd. L'aluminium léger est en général constitué des emballages de boissons, et des conserves de poissons, de tomate, de lait et des autres produits agroalimentaires. Il provient en grande partie des décharges de déchets municipaux. L'aluminium lourd quant à lui est composé des pièces mécaniques automobiles, et autres grosses pièces composées totalement ou en partie d'aluminium. Les matières trouvées ne sont pas triées tout est mis dans le creuset pour fusion complète.

Il faut souligner ici, toujours dans le cadre de la collecte de la matière première que les déchets issus des fusions précédentes sont recyclés pour en récupérer l'aluminium.

2-1-2-2 La production

Quatre étapes sont observées dans le processus de production : la fusion, le moulage, le démoulage et la « finition »

a- la fusion : elle s'effectue a des températures avoisinant les 650°C (Enquête 2006). Le four est fabriqué à partir du couvercle des fûts en fer qui est découpé et plié pour en faire un récipient, il est disposé dans un grand trou rempli de charbon de bois utilisé comme combustible et attisé par un soufflet de forge. Les matières fondent et se mélangent sans distinction de leur composante, une louche est utilisée pour enlever les impuretés à la surface.



Photo 1 : fusion de l'aluminium

b- Le moulage : le moule est fabriqué à partir de l'argile tamisé et humidifié, qui est entassé dans des coffres en bois de tailles différentes selon le modèle recherché. Le moule est serré manuellement avec l'aide d'une planche. Des repères sont faits des deux côtés des coffres pour pouvoir remettre le modèle après l'avoir enduit de démoulant comme les talcs ou les cendres provenant de la fusion complète de l'aluminium. Ceci pour que l'argile n'adhère au modèle à la fin du coulage. Le sable est un sable argileux naturel, d'une couleur brun foncé, qui provient de la région Dakaroise. Il est sans cesse recyclé et un ajout de sable neuf est fait tous les deux à trois mois.

La température de coulage avoisine les 700°C selon Mr Thiombane.



Photo 2 : coulage de l'aluminium

c- Le démoulage : une fois le coulage fait, ils attendent que l'aluminium refroidisse pour pouvoir enlever les coffres et vérifier le matériel confectionné. Beaucoup de produits sont utilisés comme agent démoulant pour éviter l'adhérence de l'argile sur les parois et faciliter le démoulage. Il s'agit le plus souvent de sable calcaire, des cendres provenant de la fusion (cas le plus fréquent car moins onéreux) et de talc (utilisé très rarement parce qu'étant coûteux). Les cendres sont réduits en poudre et tamisés avant l'application sur les modèles. Lorsque les coffres sont enlevés, les apprentis utilisent les pinces pour casser l'argile qui recouvre la pièce confectionnée.



Photo 3 : démoulage d'une calebasse

d- La finition : Elle se fait en dehors des ateliers, dans les allées qui séparent les ateliers à cause de leur exigüité et de la chaleur. Une scie à métaux, un burin, une lime, un marteau et du papier sable constituent entre autres les accessoires de la finition qui se fait à la main. Il faut souligner que la finition entraîne une émission de fines particules ou de poussière d'aluminium qui peut avoir un impact sur la santé de ceux qui sont chargés de cette étape.

e- La gestion des scories : Les scories sont les résidus solides provenant de la fusion de minerais métalliques, de l'affinage d'objets métalliques, de la combustion de la houille etc. Dans les fonderies artisanales, les scories sont produites dans le cadre de la fusion des déchets métalliques et dans la finition des matériels produits. Les scories issues de la fusion sont récupérées et refondues dans les fours pour en récupérer l'aluminium qu'ils contiennent afin de maximiser les rendements du processus de fusion. Quand les scories ne contiennent plus assez d'aluminium, elles sont laissées en décharge aux alentours des fonderies. Dans la zone de Colobane, elles sont récupérées en période d'hivernage, par les populations riveraines et les fondeurs eux-mêmes pour remblayer le sol pour prévenir les inondations car le site est une zone inondable. Il se pose ainsi un risque de contamination de la terre et des eaux souterraines avec ce procédé.

2-1-3 Rejets de dioxines et furanes par les fonderies artisanales

Plusieurs étapes du processus de fabrication sont des sources potentielles de production de dioxines et furanes. Dans les fonderies artisanales, la formation de dioxines peut se produire avant la fusion complète et au moment du refroidissement car la température de fusion ne permet pas une destruction complète des molécules.

La mesure de l'impact environnemental des fonderies d'aluminium artisanales en utilisant le Dioxines *Toolkit* n'est pas chose aisée et cela pour plusieurs raisons :

- d'abord, le *Toolkit* dans la "**Catégorie principale 2 : Production de métaux ferreux et non ferreux**" ne traite que des industries (secteur formel) d'aluminium qui utilisent des équipements et des procédés beaucoup plus élaborés (prétraitement des déchets d'aluminium, fours avec filtres....) que ceux utilisés dans les fonderies artisanales;
- les procédés de combustion retenus dans le *Toolkit* pour ce qui concerne la production d'aluminium se font en lieu fermé alors que **la fusion de l'aluminium dans le cadre du secteur informel se fait à ciel ouvert** ;

- la partie du *Toolkit* relative aux processus de combustion à ciel ouvert "**Catégorie 6 : Procédés de combustion non contrôlée**" ne traite pas de la fusion des déchets métalliques pour la récupération de l'aluminium.

Ainsi, pour l'évaluation des rejets de dioxines et furanes par les fonderies d'aluminium secondaire artisanales, nous avons pris en considération un certain nombre de points.

- D'après le *Dioxines Toolkit*, "*des rejets de PCDD/PCDF peuvent survenir lors de la fusion de ferrailles contaminées par des produits organiques et chlorés mais aussi lors de l'affinage (où l'hexachloréthane et le chlore peuvent être utilisés) lors des prétraitements comme le nettoyage thermique de ces déchets*". Le seul aspect de la production de dioxines et furanes qui pourrait concerner les fonderies artisanales d'aluminium est la fusion de déchets d'aluminium contaminés par des huiles, des plastiques, des peintures et autres polluants organiques et chlorés. En effet, d'après les fondeurs enquêtés, tous les types d'aluminium sont récupérés, y compris les enroulements des condensateurs dont les feuilles sont généralement recouvertes d'huile (PCBs non exclus car les types d'huiles ne sont pas définis), les pièces mécaniques et autres matériaux contaminés, par les peintures, les plastiques et autres polluants organiques et chlorés.
- Les feux des décharges présentent les mêmes précurseurs de dioxines que les fonderies artisanales à ciel ouvert (sans prétraitement de la matière première, sans systèmes de contrôle et d'épuration des gaz et autres émissions...): mauvaises conditions de combustion, mélanges de déchets, matériaux contaminés par des polluants chlorés et organiques. Toujours d'après les fondeurs enquêtés, aucun nettoyage ou traitement n'est effectué sur la matière première ; les matériaux contaminés sont mis dans le four comme ils viennent.
- Nous avons aussi considéré le combustible utilisé comme source de dioxines et furanes. En effet, ils utilisent le charbon de bois et des déchets d'objets ligneux (débris de portes, de fenêtre et d'autres objets en bois)



Photo 4 : Aluminium lourd prêt pour la fusion (crédit : PAN Africa)

Ainsi, nous avons retenus dans le cadre de cette évaluation les facteurs d'émissions des feux de décharge pour les émissions dégagées par le processus de fusion des matériaux et des fours au bois ou biomasse contaminés. Ces facteurs d'émission, bien que n'évaluant pas totalement les quantités de dioxines émises par les fonderies d'aluminium artisanales pourraient représenter une estimation valable des émissions de cette filière.

2-1-3-1 Rejets dans l'air

La fusion des déchets métalliques pour en récupérer l'aluminium entraînerait probablement un rejet de dioxines et furanes dans l'air au même titre que les feux de décharge. En effet, comme nous l'avons expliqué plus haut, ces deux processus ont des précurseurs de formation de PCDD/PCDF quasi identiques : matière première des fonderies artisanales assimilables aux déchets des décharges, mauvaises conditions de combustion, combustion à l'air libre,...

Relativement peu d'études existent sur les rejets de PCDD/PCDF dus aux feux dans les décharges. De hauts niveaux de PCDD/PCDF ont été associés aux feux de décharge, qui sont associés à de mauvaises conditions de combustion et à des mélanges de déchets. Un facteur d'émission de 1'000 µg TEQ/t est appliqué (*basé sur un travail en Suède, par l'EPA, 1998*) (*PNUE 2005b*).

Aussi, l'utilisation du charbon de bois et des autres matières ligneuses impactées conduit à un rejet de dioxines et furanes dans l'air. L'air est le vecteur prédominant des rejets de la combustion de la biomasse. Le facteur d'émission de 1500 µg TEQ/t pour les fours au bois ou biomasse contaminé pourrait être retenu ici.

2-1-3-2 Rejets dans l'eau

La gestion de scories dans les fonderies artisanales est un facteur de rejet de dioxines et de furanes dans les eaux souterraines. En effet, les scories non récupérables sont laissées en décharge aux alentours des fonderies. Dans la zone de Colobane, elles sont récupérées en période d'hivernage, par les populations riveraines et les fondeurs eux-mêmes pour remblayer le sol et prévenir les inondations car le site est une zone inondable. Selon le *Dioxines Toolkit* (2^{ème} édition), les critères utilisés pour identifier des rejets potentiels de PCDD/PCDF dans l'eau comprennent des lixiviats provenant de sites de stockage ou de dépôt de matériaux contaminés par des PCDD/PCDFs. Une lixiviation se produit lorsque l'eau de pluie a la possibilité de s'infiltrer à travers des dépôts de produits mal stockés contenant des PCDD/PCDF, des résidus et/ou des déchets (PNUE 2005c). Ainsi, que les scories soient en décharge ou utilisées pour le remblayage des sols, elles pourraient entraîner en période d'hivernage un rejet de dioxines et furanes dans les eaux souterraines.

2-1-3-3 Rejets dans la terre

Les sources de rejets de PCDD/PCDF dans la terre peuvent être divisées en trois catégories: des produits contaminés par les PDCC/PDCF « appliqués » directement au sol, des PCDD/PCDF déposés sur le sol à la suite de processus environnementaux, ou bien des résidus d'un procédé laissés sur le sol, ou déposés intentionnellement. A ce titre l'épandage direct ou le stockage de déchets contenant des PCDD/PDCF sur le sol comme les cendres produites par la combustion ou les scories de la fusion de l'aluminium constituent une voie de rejets dans la terre.

Il faut noter que dans le Toolkit, les résidus solides provenant d'activités industrielles ou domestiques tels que les scories, les cendres volantes, ou les boues sont classés en tant que résidus car ils sont générés en tant que tels dans le procédé. De tels résidus peuvent être laissés sur le site et peuvent ultérieurement contaminer la terre, les eaux, etc. ou peuvent être mise en décharge (dépôt simple ou décharge sanitaire), ou encore être utilisés pour une autre application. Celles-ci peuvent comprendre, par exemple, les scories pour la construction des routes ou comme matière première dans des procédés de récupération des métaux.

2-1-3-4 Rejets dans les résidus

Les résidus des processus de production d'aluminium secondaire dans les fonderies artisanales sont les scories et les centres de charbon de bois et d'autres matières ligneuses utilisées comme combustible. Les facteurs d'émission qui pourrait être retenus ici sont de 600 µg TEQ/t pour les scories de la fusion (*facteurs de rejets dans les résidus pou les feux de décharge*) et de 1000 ng TEQ/kg de cendres produites (*facteurs de rejets dans les résidus*

pour les fours au bois ou à la biomasse contaminés) pour les cendres des combustibles utilisées.

2-1-3-5 Rejets dans les produits

Les principaux produits des fonderies artisanales d'aluminium sont les ustensiles de cuisine (marmites, écumoirs, calebasses, couscoussières,...). Bien qu'aucune analyse des quantités de dioxines et furanes adsorbées par ces ustensiles n'ait été faite, il est fort probable que ces dernières soient contaminées. Il y a aussi la réutilisation des cendres du charbon de bois et de l'aluminium comme agent démoulant qui peut être une source indirecte de PCDD/PCDF. Ces ustensiles sont utilisés dans presque toutes les familles sénégalaises et on peut aisément imaginer les risques encourus par les populations sénégalaises s'il s'avérait que ces ustensiles sortent des fonderies contaminées par les dioxines et furanes.

2-1-3-6 Récapitulatif pour l'identification et l'estimation des rejets de PCDD/PCDF des fonderies d'aluminium artisanales

Le « *dioxine Toolkit* » n'est pas adapté pour l'évaluation des rejets de dioxines et furanes par les fonderies d'aluminium artisanales. Pour pouvoir identifier et évaluer les rejets de PCDD/PCDF par cette filière du secteur informel sénégalais, nous avons retenus les facteurs d'émissions des feux de décharge pour les émissions dégagées par le processus de fusion des matériaux et des fours au bois ou biomasse contaminés. Ces facteurs d'émission, nous semblaient les plus proches de ceux des fonderies d'aluminium artisanales. Bien qu'il existe un risque élevé de rejets dans le sol, les eaux souterraines et les produits, nous n'avons pas pu trouver à travers le *Toolkit* des facteurs d'émissions qui puissent les évaluer si bien que l'estimation n'a concerné que les rejets dans l'air et les résidus.

Tableau 4 : facteurs d'émissions choisis* pour l'estimation des rejets de PCDD/PCDF dans la filière des fonderies artisanales d'aluminium

Catégories de sources	Vecteurs de rejets potentiels (µg TEQ/t)				
	Air	Eau	Terre	Produits	Résidus
Fusion des déchets d'aluminium	1 000	ND	ND	ND	600
Combustibles (Charbon de bois ou produits de biomasse contaminés)	1 500	ND	ND	NA	1 000 ng TEQ/kg de cendre

*Facteurs d'émission obtenus par extrapolation

2-2 La récupération du plomb dans les batteries des véhicules

Des quantités considérables de plomb sont récupérées dans les déchets, en particulier les batteries de véhicules. Cette activité a été observée dans la zone de Colobane et à Thiaroye. Elle se fait à l'air libre sur un terrain vague. Elle est exercée par plusieurs femmes dont certaines exercent le métier depuis plus de dix ans. Au Sénégal, c'est plutôt le plomb contenu dans les grillages et des pôles en plomb des batteries qui est récupéré.

2-2-1 Description du procédé de récupération du plomb dans les batteries automobiles

L'activité de récupération du plomb se fait en plusieurs étapes :

a- Collecte des batteries

L'activité commence par la recherche des batteries dans les garages des mécaniciens aux alentours du site, et dans les autres zones.

b- La vidange de l'acide contenu dans les batteries

Les batteries sont éventrées avec des outils rudimentaires et leur contenu déversé par terre pour retirer l'acide qui s'y trouve. Cette tâche, jugée délicate à cause du risque de brûlures par l'acide, est effectuée le plus souvent par des enfants sans aucune protection. Le déversement de l'acide sur le sol comporte de nombreux risques liés à son caractère corrosif et sa capacité à véhiculer les particules solubles et les poussières de plomb.

c- La récupération des grillages en plomb

Cette étape consiste à séparer les grillages de plomb du papier cartonné ou des autres éléments. Ensuite, les grillages de plomb sont nettoyés pour enlever toute trace d'impureté.

d) La fusion des grillages de plomb

Les grillages de plomb sont mis dans un récipient et fondus à des températures élevées. La combustion des batteries se fait avec du bois, les carcasses en plastiques des batteries et d'autres matériaux en plastiques. Pour mieux optimiser le feu, de l'huile de vidange est souvent versée sur le feu ce qui contribue à accroître le potentiel d'émission de PCDD/PCDF de cette activité.

e) La finalisation et la vente

Cette dernière phase consiste à nettoyer le plomb dans le récipient avec de l'eau et à sortir la masse de plomb. Le plomb est ainsi récupéré et est vendu à environ 200 FCFA (0,4 \$US) le kilogramme. Le plomb est vendu aux pêcheurs traditionnels qui en bon artisans les transforment en plombées destinées à lester les filets et lignes de pêche.

2-2-2 Rejets de dioxines et furanes par les activités de récupération du plomb dans les batteries de véhicules

Les émissions de PCDD/PCDF peuvent être liées à la présence importante de matières organiques fixées sur les déchets et à la présence de chlore ; en particulier il a été fait un lien entre l'utilisation de séparateurs en PVC dans les batteries pour véhicule, et les émissions de PCDD/PCDF (*PNUE 2005d*).

Comme pour les activités précédentes, le *Toolkit* n'a pas prévu de facteurs d'émission pour la récupération du plomb des batteries automobiles telle qu'elle se pratique dans le secteur informel sénégalais. Les facteurs d'émission proposés par le *Toolkit* ont été déterminés sur la base d'un four à fusion de plomb secondaire dans le cadre du projet thaïlandais sur l'Echantillonnage et l'Analyse des Dioxines (*PNUE 2001, Fiedler et al. 2002*). La société opère deux fours rotatifs pour la récupération de plomb. La capacité de chaque four est de 3,5 à 5 t de plomb par batch, chaque opération dure environ 2 à 3 heures. Chaque ligne est équipée d'une chambre de post-combustion derrière le four rotatif, une tour de refroidissement, un séparateur à cyclone, et un filtre à manche. Pour une des lignes, le flux de gaz venant du four à fusion est mélangé aux autres gaz fugitifs, ainsi qu'à de grandes quantités d'air de ventilation venant de l'atelier, par exemple : la hotte de la porte d'alimentation du four, la hotte de ventilation de la chaudière de fusion des scories, les

chaudières de raffinage pour la coulée du produit final, hotte de ventilation du traitement de la ferraille d'alimentation, four d'agglomération des cendres et de fusion, et la chaudière de fusion de scories.

La récupération du plomb au Sénégal présente les caractéristiques suivantes :

- la récupération du plomb se fait à l'air libre ;
- l'énergie nécessaire pour la fusion secondaire du plomb est obtenue par la combustion du bois contaminé (car provenant d'objets en bois récupérés), des carcasses en plastique des batteries et d'autres matériaux en plastique et pour mieux optimiser l'énergie, de l'huile de vidange est systématiquement versée sur le feu.



Photo 5 : bidon d'huile de moteur utilisée pour attiser le feu

(Crédit PAN Africa)

- De même, c'est le plomb contenu dans les grillages et les pôles des batteries qui est récupéré et les grillages sont séparés des papiers en carton et autres impuretés qui pourraient être des précurseurs à la formation de dioxines et furanes.

Ainsi, la production éventuelle de dioxines et furanes dans le cadre de la récupération du plomb des batteries automobiles au Sénégal serait plus liée aux combustibles utilisés pour la fusion des éléments des batteries. C'est à ce niveau que réside la difficulté d'évaluer les émissions de PCDD/PCDF car les combustibles utilisés sont un mélange de bois, de matières plastiques et d'huiles usées à des quantités difficilement estimables. A défaut de facteurs d'émissions dûment établis, nous pouvons considérer que les combustibles utilisés constituent une représentation des déchets domestiques. A ce titre les facteurs d'émissions du brûlage des déchets domestiques à l'air libre proposés par le *Toolkit* peuvent donner une idée du niveau d'émission de cette activité. En effet, ces facteurs d'émissions ont été déterminés sur la base

du brûlage de déchets composés d'une variété d'éléments, y compris les plastiques et les objets tels que des déchets domestiques dangereux comme les produits chimiques.

Tableau 6 : facteurs d'émissions retenus* pour l'estimation des rejets de PCDD/PCDF dans la activités artisanales de récupération du plomb des batteries automobiles

Catégories de sources	Vecteurs de rejets potentiels (µg TEQ/t)				
	Air	Eau	Terre	Produits	Résidus
Combustibles (bois contaminés, matières plastiques et huiles usées)	300	NA	600	NA	600

* ce sont les facteurs d'émissions du brûlage des déchets domestiques à l'air libre proposés par le Toolkit

2-2-2-1 Rejets dans l'air

La récupération du plomb des batteries automobiles entraîne probablement des rejets de dioxines et de furanes dans l'air du fait comme nous l'avons dit plus haut des combustibles utilisés (bois contaminé, matières plastiques et huiles de vidanges). Par ailleurs, elle se pratique sur des terrains vagues jouxtant des habitations et des lieux de rassemblement et de passage quotidiens des populations. A Colobane, elle se fait au bord de l'autoroute et aux heures de pointe, le trafic est intense ce qui contribue à allonger le temps d'exposition des populations qui empruntent cette voie aux substances dégagées par l'activité.

2-2-2-2 Rejet dans la terre

L'activité de récupération du plomb se fait à même le sol ; les feux de brûlage sont allumés à même le sol, ce qui contribue au transfert des polluants sur le sol. De plus les résidus (cendres, scories, poussières volantes) provenant des foyers de combustion et contenant probablement des PCDD/PCDF sont abandonnés sur le site et par le fait des vents s'éparpillent sur tout le site.

2-2-2-3 Rejets dans les résidus

Les combustibles utilisés pour la récupération du plomb des batteries automobiles laissent beaucoup de résidus (cendres et scories) qui sont abandonnées sur place.

2-3 Le fumage des peaux

C'est une pratique courante dans de nombreux pays en développement de fumer la viande et le poisson pour les conserver.

A Dakar, ce sont les peaux de moutons et de bœufs qui sont fumées et cette pratique est une activité commerciale très dynamique. Elle est pratiquée dans le quartier de Yarakh au bord de la plage et est le fait du secteur informel.

2-3-1 Description du processus

Le fumage des peaux de moutons et de bœufs est fait exclusivement par les hommes. Les peaux achetées 150F CFA/pièce à la SOGAS (Société de Gestion des Abattoirs du Sénégal) sont séchées 1 à 2 semaines environ avant d'être fumées.



Photo 13 : séchage des peaux

Une fois sèches, elles sont disposées sur un grillage pour être fumées. Les pneus automobiles sont les principaux combustibles utilisés pour le fumage des peaux. La combustion des pneus entraîne un rejet important de PCDD/PCDF. Il se pose là, un véritable risque d'intoxication par les dioxines et furanes pour les fumeurs de peaux et les populations résidant dans cette zone. Par ailleurs, il y a un risque de contamination des peaux séchées par les dioxines car seuls un grillage sépare les peaux des pneus en combustion. Le fumage dure à peu près cinq minutes par pièce et se déroule la matinée seulement. La zone n'étant pas couverte il sera difficile de travailler sous le soleil en plus de la chaleur que le feu dégage.



Photo 14 : fumage des peaux

Les peaux déjà fumées sont entassées sur un côté, en attendant qu'elles refroidissent pour être mis dans des sacs avant leur envoi. Elles sont vendues à 2500F CFA/sac dans les pays de la sous région, comme la Côte d'Ivoire, le Togo, le Ghana, le Nigeria, etc. et sont destinés principalement à la consommation.

2-3-2 Rejets de dioxines et furanes par les activités de fumage des peaux

La principale source potentielle de dioxines et furanes du fumage des peaux au Sénégal serait les pneus utilisés comme combustibles. En effet, les peaux ne sont pas brûlées, elles sont seulement fumées pour une durée, à peu près, de 5 mn. Ainsi, le risque de formation de dioxines provient du combustible (*PNUE 2005e*).

2-3-2-1 Rejets dans l'air

Le fumage des peaux au Sénégal du fait des combustibles utilisés (pneus) entraînerait probablement un rejet de PCDD/PCDF dans l'air. Dans le *Toolkit*, les facteurs d'émission dans l'air concernent l'utilisation du bois comme combustibles, or dans le cas du secteur informel sénégalais, ce sont les pneus qui sont utilisés. A défaut de facteurs d'émission par défaut, ceux des feux accidentels dans les véhicules pourraient être retenus.

2-3-2-2 Rejets dans le sol

La combustion des pneus comme source d'énergie pour le fumage des poissons se fait à même le sol et cela pourrait entraîner un rejet des dioxines et furanes dans la terre. Par ailleurs

les résidus de la combustion contaminés sont abandonnés sur place et quand ils s'éparpillent, ils contribuent au rejet des PCDD/PCDF dans le sol.

2-3-2-3 Rejets dans les résidus

Les rejets de dioxines et furanes pourraient également concerner les résidus de la combustion des pneus (cendres, scories et poussières).

2-3-2-4 Rejets dans les produits

Les peaux fumées sont en contact direct avec les pneus en combustion car les peaux sont fumées sur un grillage qui est en contact direct avec le feu. Ainsi, il y a un risque élevé de rejet de dioxines et furanes sur les peaux fumées. Ainsi, le Sénégal exporterait probablement des dioxines et furanes car les peaux fumées sont principalement destinées à l'exportation.

Tableau 7 : facteurs d'émissions retenus* pour l'estimation des rejets de PCDD/PCDF dans les activités artisanales de fumage des peaux au Sénégal

Catégories de sources	Vecteurs de rejets potentiels (µg TEQ/t)				
	Air	Eau	Terre	Produits	Résidus
Fumage des peaux avec les pneus comme combustibles	23,5	ND	4,5	ND	4,5

* ce sont les facteurs d'émissions des feux accidentels des véhicules qui ont été divisés par 4 car les taux donnés dans le toolkit le sont par véhicules

2-4 La récupération du fer dans les pneus

Les récupérateurs au Sénégal s'intéressent également au fer qui est contenu dans les pneus. Pour cela, les pneus sont brûlés entièrement afin de pouvoir accéder au fer. A Dakar, cette activité est exercée dans la décharge de Mbeubeuss et à Hann sur la plage. A Mbeubeuss, les pneus usagés sont récupérés et entassés, si le nombre est assez important entre 300 et 400 kg, on procède au brûlage pour en retirer le fer. Mais elle est suspendue ces temps ci à Mbeubeuss, la fumée qui se dégageait de la combustion des pneus a provoqué la collision de deux camions qui a conduit à la mort de l'un des chauffeurs de ces camions. Maintenant elle se fait le soir lorsque les camions ont arrêté leur navette. A Hann par contre elle se fait en même temps que le fumage des peaux de bœufs et de moutons, activité pour laquelle les pneus servent de combustibles. Cependant, le chef de l'atelier de fumage des peaux ne commercialise pas la ferraille, elle est laissée aux apprentis en compensation à leurs faibles émoluments.

2-4-1 Rejets de dioxines et de furannes

Les impacts sont les mêmes que pour le fumage de peaux où la principale source potentielle de rejets de PCDD/PCDF demeure le brûlage des pneus utilisés comme combustibles. Cependant pour cette activité, les rejets dans les produits pourraient concerner la ferraille récupérée.

2-5 Brûlage des déchets

Face à l'accroissement de la pauvreté et le développement des bidonvilles aux périphéries de la ville de Dakar, des populations frappées par les difficultés économiques, ont commencé à s'intéresser à ce qui est devenu aujourd'hui un véritable secteur d'activités économiques, la récupération et le recyclage des déchets.

2-5-1 Description des activités de récupération dans la décharge de Mbeubeuss

Les déchets de la Ville de Dakar sont quotidiennement collectés et déversés à la décharge de Mbeubeuss. Chaque année le volume ... On comprend donc aisément que Mbeubeuss soit le plus grand lieu de récupération des déchets à Dakar et même dans le Sénégal tout entier. Mbeubeuss constitue, ainsi, actuellement un vivier d'activités et d'emplois urbains à classer dans le secteur informel.

Chaque récupérateur a sa spécialité : verre, plastique, tissu ou fer, et les critères de sélection concernent les valeurs marchandes des produits récupérés. Il n'y a aucune considération sur leur provenance, leur toxicité et l'impact de leur activité sur leur santé et l'environnement. Les produits recyclés sont revendus selon leur nature à des entreprises industrielles ou au marché.

Les métaux ferreux et non ferreux trouvés sur le site sont revendus à des sociétés privées comme BENNEX qui achète le fer, l'aluminium, le cuivre, le laiton etc. et les acteurs du secteur informel, comme les fondeurs, les forgerons etc.



Photo 10 : assemblage du laiton **photo 11 :** assemblage du cuivre **photo 12 :** assemblage du fer

La récupération de ces objets ferreux et non ferreux se fait le plus souvent par le brûlage des éléments (le plus souvent en PVC) qui les recouvrent ou bien les accompagnent.

Les récupérateurs ne vendent pas au jour le jour, mais attendent d’avoir une quantité assez importante pour le vendre. Chaque matière a son prix d’achat, raison pour laquelle elles sont séparées lors de la collecte comme l’illustre ces photos ci-dessus. Mais ce que les récupérateurs déplorent c’est qu’ils ne sont pas payés le même jour, on leur donne juste un reçu à conserver jusqu’à la date fixée. Le laiton est acheté à 650F CFA/ kg, le cuivre à 1300F CFA/ kg, et l’inox à 260F CFA/kg.

Les plastiques et certains emballages vides récupérés sont vendus aux compagnies qui réutilisent des plastiques ou des métaux.

Les chiffons récupérés sont revendus aux garagistes pour nettoyer les voitures lors des lavages.

Les ordures non recyclés sont tassées pour diminuer leur volume. Généralement ces déchets brûlent par auto combustion compte tenu de leur valeur calorifique, ou ce sont les récupérateurs qui les brûlent pour réduire leur volume. Toutefois cette combustion est lente et semble incomplète par la présence quasi permanente de la fumée sur le site. Parmi ces déchets il y a des flux d’huile, des carcasses de voitures et d’animaux, des matériels électroniques irrécupérables, des déchets industriels, des déchets médicaux, des sachets et des emballages en plastique, des pneus usagés, des câbles, etc.

2-5-2 Rejets de dioxines et furanes au niveau de la décharge de Mbeubeuss

Comme nous l’avons précisé plus haut, les récupérateurs brûlent les déchets soit pour récupérer les éléments ferreux et non ferreux qu’ils contiennent soit pour réduire le volume des déchets. A côté de ce brûlage volontaire des déchets, il y a des phénomènes permanents

d'auto combustion des déchets. Ainsi, à longueur de journée, durant toute l'année et sur toute l'étendue de la décharge, les déchets sont en feu.

Or les mélanges des déchets et les mauvaises conditions de combustion (lente et incomplète) des déchets peuvent être des sources d'émissions de dioxines. La présence de matériels chlorés et bromés dans les déchets contribue d'une manière certaine à la production de PCDD/PCDF dans la décharge de Mbeubeuss.

La décharge de Mbeubeuss qui reçoit une variété de déchets de toute sorte et qui sont quotidiennement en feu présente les caractéristiques des décharges décrites dans le *Toolkit*. Les facteurs d'émission proposés dans le *Toolkit* pour les décharges en feu peuvent convenablement estimer les émissions de PCDD/PCDF dans Mbeubeuss.

2-5-2-1 Rejets de dioxines et furanes dans l'air

Relativement peu d'études existent sur les rejets de PCDD/PCDF dus aux feux dans les décharges. De hauts niveaux de PCDD/PCDF ont été associés aux feux de décharge, qui sont associés à de mauvaises conditions de combustion et à des mélanges de déchets. La décharge de Mbeubeuss qui est continuellement en feu dégage rejette probablement des dioxines et furanes dans l'air.

2-5-2-2 Rejets de dioxines et furanes dans l'eau

Les différents sols observés dans la décharge sont caractérisés par une perméabilité très élevée et par conséquent sont inaptes à constituer le fond d'une décharge publique (*Ndèye A. FALL décembre 2002*). Ainsi, pendant la saison des pluies, il se produit une importante infiltration qui entraîne un transfert des lixiviats vers le sous sol et la nappe phréatique.

Une étude des impacts de la décharge menée en 1990 par le Département Environnement du Bureau VERITAS de Dakar pour le compte du Ministère de l'Environnement montrait déjà que l'eau douce provenant de la nappe phréatique serait polluée par la décharge publique sur un large rayon (environ 30kilomètres), avec un risque élevé pour certaines populations dont la principale source de boisson reste encore l'eau de puits et toutes les autres qui consomment les légumes et fruits produits autour de la décharge (*Direction de l'Environnement et bureau VERITAS décembre 1990*).

Ainsi, il y a un risque élevé de rejet de dioxines et furanes dans les eaux souterraines.

2-5-2-3 Rejets dans les produits

La décharge de Mbeubeuss est un haut lieu de récupération et de recyclage. Beaucoup d'éléments quittent la décharge pour être remis dans les circuits économiques. Il y a un fort risque de rejets de dioxines et furanes sur les produits qui quittent Mbeubeuss. De même, à côté de la décharge se mènent d'importantes activités économiques comme l'aviculture, le maraîchage, etc. Les produits issus de ces activités pourraient également être contaminés par les dioxines et furanes rejetés par la décharge. Une étude menée en 2005 par le Réseau International pour l'Élimination des POPs (IPEP) PAN Africa, et ARNIKA avait trouvé que des œufs des poules élevées à l'air libre près du site de la décharge de Mbeubeuss ont présenté des niveaux de dioxines plus de 11 fois plus élevés et de biphényles polychlorés (PCBs) 1,7fois plus élevés que la limite en vigueur dans l'Union Européenne. La source potentielle de cette contamination la plus évidente serait le brûlage des déchets contenant du chlore tels que les plastiques PVC qu'on trouve fréquemment sur la décharge, et leur combustion incontrôlée.

2-5-2-4 Rejets dans les résidus

Le brûlage des déchets dans Mbeubeuss génère beaucoup de résidus (imbrûlés, scories, cendres, sables...) et il y a un risque élevé de transfert des PCDD/PCDF vers ces résidus.

Tableau 8: facteurs d'émissions retenus* pour l'estimation des rejets de PCDD/PCDF dans la décharge de Mbeubeuss

Catégories de sources	Vecteurs de rejets potentiels (µg TEQ/t)				
	Air	Eau	Terre	Produits	Résidus
Feux de décharge	1 000	ND	4,5	ND	4,5

* ce sont les facteurs d'émissions des feux de décharges donnés par le Toolkit

2-6 La Consommation de combustibles ligneux

2-6-1 Description du secteur des combustibles ligneux

Le bois énergie occupe dans le bilan énergétique sénégalais une place très importante. Une étude réalisée en 1997 avait avancé que le charbon de bois et le bois de chauffe occupaient respectivement 16% et 40% du bilan énergétique sénégalais, soit un total de 56% pour les combustibles ligneux. Cela traduit l'importance de la consommation de combustible ligneux au Sénégal, singulièrement dans les villes, notamment à Dakar qui absorbe 79 100 tonnes soit plus de la moitié de la consommation de charbon de bois et 22 100 T pour le bois de chauffe.

Les combustibles ligneux sont principalement utilisés à des fins domestiques : cuisson, repassage, chauffage,.....

Le secteur domestique n'est pas le seul consommateur de combustibles ligneux. Le secteur artisanal comme le secteur industriel en consomment aussi. Bien que leurs consommations n'aient pas fait l'objet d'une évaluation exhaustive, on estime qu'elles sont actuellement très faibles et représente environ 5% de leur bilan énergétique. L'activité artisanale la plus importante, en matière de consommation de combustibles ligneux, est la restauration populaire urbaine (gargotes, "tanganas" et dibiteries). Leur consommation annuelle a été estimée à 4 200 tonnes de bois de feu et 3 600 tonnes de charbon de bois. Les autres artisans qui utilisent ces combustibles sont les tailleurs, les blanchisseurs, les teinturiers de tissus, les fondeurs de marmite, les forgerons et les bijoutiers. Les consommations de l'artisanat rural — production d'huile de palme et de savon, fumage de poisson— ne sont pas très bien connues.

2-6-2 Les rejets de dioxines et furanes du fait de l'utilisation des combustibles domestiques

Les PCDD/PCDF se forment à cause d'une combustion incomplète. En effet, les dispositifs d'utilisation des combustibles ligneux au Sénégal (fourneaux domestiques, fours traditionnels...) ne permettent pas une combustion complète et n'ont pas de dispositifs de contrôles et de correction des rejets.

Dans le *Toolkit*, la différence est faite entre la biomasse vierge et la biomasse contaminée, par exemple le bois traité ou peint, et la paille très chargée en pesticides chlorés. L'air, les résidus et dans quelques cas le sol, sont des vecteurs de rejet à considérer. Nous supposons que les combustibles ligneux utilisés à Dakar sont vierges de toute contamination du fait de leurs origines : les surfaces forestières qui n'utilisent pas en général de pesticides ou autres produits chimiques au Sénégal.

Tableau 9 : Facteurs d'émission pour le chauffage et les cuisines domestiques utilisant de la biomasse

Catégories de sources	Vecteurs de rejets potentiels (µg TEQ/t)				
	Air	Eau	Terre	Produits	Résidus
Fours ou fourneaux brûlant de la biomasse vierge	100	NA	ND	NA	20

Sources : UNEP Toolkit, 2nde version

Compilation des sources de rejets de dioxines et furanes par le secteur informel dans la ville de Dakar

Tableau 10 : Compilation de quelques sources de rejets de dioxines et furanes par le secteur informel dans la ville de Dakar

Catégorie de sources	Voies de rejets potentiels					Quantité de matières (T)	Rejets annuels					Total
	µg TEQ/t	µg TEQ/t	µg TEQ/t	µg TEQ/t	µg TEQ/t		g TEQ/an	g TEQ/an	g TEQ/an	g TEQ/an	g TEQ/an	
	Air	Eau	Terre	Produits	Résidus		Air	Terre	Eau	Produits	Résidus	
Fonderies artisanales							10,1878	0	0	0	5,82544788	16,0132479
Fusion secondaire de l'aluminium	1 000	ND	ND	ND	600	9709	9,709	ND	ND	ND	5,8254	15,5344
Combustible	100	ND	NA	NA	10 ng TEQ/kg de cendre	4788	0,4788	ND	NA	NA	0,00004788	0,47884788
Récupération du plomb dans les batteries automobiles							0,009	0	0,018	0	0,018	0,045
Combustibles (bois contaminé, plastiques, huiles de vidange)	300	NA	600	NA	600	30	0,009	NA	0,018	NA	0,018	0,045
Fumage des peaux							0,1286625	0	0,0246375	0	0,0246375	0,1779375
Combustibles (pneus automobiles)	23,5	NA	4,5	ND	4,5	5475	0,1286625	NA	0,0246375	ND	0,0246375	0,1779375
Récupération du fer dans les pneus							0,1306177	0	0,0250119	0	0,0250119	0,1806415
Brûlage des pneus	23,5	NA	4,5	ND	4,5	5558,2	0,1306177	NA	0,0250119	ND	0,0250119	0,1806415
La décharge de Mbeubeuss							365	0	1,6425	0	1,6425	368,285
Brûlage des déchets	1000	ND	4,5	ND	4,5	365000	365	ND	1,6425	ND	1,6425	368,285
La consommation de combustibles ligneux							0,78	0	0	0	0,156	0,936
Combustion de biomasse vierge	100	NA	ND	NA	20	7800	0,78	NA	ND	NA	0,156	0,936
Total							376,23608	0	1,7101494	0	7,69159728	385,637827

Recommandations

Si plusieurs sources d'émission de dioxines et furanes dans le secteur informel au Sénégal ont pu être identifiées, l'estimation des rejets de ces substances toxiques n'est pas facile. En effet, la plupart des données disponibles sur les rejets de dioxines et furanes concernent les technologies industrielles utilisées le plus souvent dans les pays développés et présentant un certain nombre de caractéristiques que n'ont pas les technologies utilisées dans le secteur informel sénégalais. Pour cette raison, il est important de mener des actions d'évaluation des rejets de dioxines et furanes par les technologies utilisées dans les pays en développement et plus particulièrement les activités informelles. A cette fin, il faudra :

1-Améliorer les connaissances sur les sources potentielles de rejets de dioxines dans le secteur informel

Il faudrait pour cela :

- Identifier toutes les catégories d'activités du secteur informel sources potentielles de dioxines et furanes; cela constitue la base fondamentale pour tout inventaire complet des rejets de dioxines et furanes par le secteur informel
- Procéder à un inventaire exhaustif de toutes les activités du secteur informel au Sénégal
- Procéder à une caractérisation des technologies utilisées par ces activités : il s'agira de connaître les types et quantités de matières premières utilisées, les technologies utilisées, les températures de combustion
- Procéder à la caractérisation des déchets déversés au niveau des décharges. Il s'agira d'avoir la composition des déchets et les quantités des différentes composantes des déchets, ce qui permettra d'identifier la part des précurseurs de dioxines dans ces déchets et de pouvoir identifier leur potentiel d'émission de dioxines et furanes. Les décharges sauvages constituent les principales sources de dioxines et furanes dans beaucoup de villes africaines. Une méthode pour la caractérisation des déchets consistera à quantifier manuellement les déchets d'un échantillon de ménages représentatif de la ville dont la décharge reçoit les déchets.

2-Améliorer les connaissances sur les rejets de dioxines des activités du secteur informel dans les différentes matrices environnementales : air, terre, eau, produits, résidus

- Mener des projets d'échantillonnage et d'analyse des dioxines et furanes pour certaines activités importantes du secteur informel comme la fusion à l'air libre et dans des fours traditionnels des objets métalliques pour la production secondaire d'aluminium, de cuivre, de fer, de plomb,...le fumage des peaux utilisant des pneus ou des objets chlorés comme combustibles
- Mener une évaluation des rejets de dioxines dans les peaux fumées car ces produits sont destinés à la consommation afin de déterminer leur niveau de contamination
- Mener une évaluation des rejets de dioxines dans les produits des fonderies artisanales utilisés dans tous les ménages sénégalais pour la préparation des repas et la conservation des aliments. A ce titre, une analyse des eaux de bains de ces ustensiles pourrait permettre d'avoir une idée assez précise de leur niveau de contamination par les dioxines et furanes
- Mener une évaluation des rejets de dioxines et furanes dans les eaux souterraines du fait de l'utilisation des scories et autres résidus de la production artisanale et secondaire d'aluminium pour remblayer les sols

- Evaluer les rejets de PCDD/PCDF dans la nappe phréatique sous les décharges car les transferts des lixiviats vers le sous sol et la nappe phréatique sont des voies probables de rejets des dioxines et furanes vers les eaux souterraines.
- Mener une évaluation des rejets de dioxines dans les éléments produits aux alentours de la décharge de Mbeubeuss : produits maraîchers et avicoles

3-Evaluer le niveau de contamination des populations en contact direct ou indirect avec ces activités du secteur informel : professionnels du secteurs et populations résidant aux alentours des sites où se mènent ces activités

4-Prendre des mesures afin de réduire et à terme éliminer la production de dioxines et de furanes dans le secteur informel

- Sensibiliser les autorités sur les dangers des dioxines et le potentiel de production de substances nocives de ces activités
- Sensibiliser les acteurs du secteur informel sur les dangers qu'ils courent et qu'ils font courir à la population de manière générale
- Redéployer ces acteurs du secteur informel vers d'autres activités plus propres et former ceux qu'ils veulent rester dans ces activités sur des technologies plus propres en utilisant les lignes directrices sur les meilleures technologies disponibles et les meilleures pratiques environnementales
- Aider les acteurs du secteur informel à améliorer leurs technologies de production en mettant en place un programme d'appui à l'acquisition de matériels de valorisation de déchets plus performants

Références bibliographiques

- 1-BIT, 1993a, Statistiques de l'emploi dans le secteur informel, Rapport pour la XV^{ème} Conférence Internationale des Statisticiens du Travail, Genève 19-28 Janvier 1993, BIT**
- 2-Contribution à l'étude de l'incidence de délocalisation de la décharge publique de Mbeubeuss sur les conditions de vie des populations. Présentée par Ndèye A. FALL
Décembre 2002**
- 3-http://crisesalimentaires.ifrance.com/pages/la_molécule**
- 4-<http://www.caduce.net/DossiersSpecialises/toxicologie/dioxine1.asp>**
- 5-OIT- Bonnes Pratiques dans l'Administration du Travail Sécurité Sociale/secteur informel
Cas du Sénégal (révisée en Septembre 2000a)**
- 6-OIT- Bonnes Pratiques dans l'Administration du Travail Sécurité Sociale/secteur informel
Cas du Sénégal (révisée en Septembre 2000b)**
- 7-Programme gestion durable des déchets et de l'assainissement urbain - Analyse des
procédés de recyclage des déchets au Vietnam pouvant être transférés vers l'Afrique –
Enseignements des études réalisées au Vietnam (2001) et au Sénégal (2002)**
- 8-Programme des Nations Unies pour l'Environnement (2005a) : Outil spécialisé (Toolkit)
pour l'identification et la quantification des rejets de dioxines et des furannes – 2^{ème} édition –
Février – Préparé par le PNUE substances chimiques – Genève, Suisse. P. 88**
- 9-Programme des Nations Unies pour l'Environnement (2005b) : Outil spécialisé (Toolkit)
pour l'identification et la quantification des rejets de dioxines et des furannes – 2^{ème} édition –
Février – Préparé par le PNUE substances chimiques – Genève, Suisse. P. 142**
- 10-Programme des Nations Unies pour l'Environnement (2005c) : Outil spécialisé (Toolkit)
pour l'identification et la quantification des rejets de dioxines et des furannes – 2^{ème} édition –
Février – Préparé par le PNUE substances chimiques – Genève, Suisse. P. 19**
- 11-Programme des Nations Unies pour l'Environnement (2005d) : Outil spécialisé (Toolkit)
pour l'identification et la quantification des rejets de dioxines et des furannes – 2^{ème} édition –
Février – Préparé par le PNUE substances chimiques – Genève, Suisse. P. 18**
- 12-Programme des Nations Unies pour l'Environnement (2005e) : Outil spécialisé (Toolkit)
pour l'identification et la quantification des rejets de dioxines et des furannes – 2^{ème} édition –
Février – Préparé par le PNUE substances chimiques – Genève, Suisse. P. 184**
- 13-République du Sénégal, Ministère de l'Economie et des Finances : Stratégie de
développement du secteur privé (a)**
- 14-République du Sénégal, Ministère de l'Economie et des Finances : Stratégie de
développement du secteur privé (b)**
- 15-République du Sénégal, Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature –
DEEC – Projet de renforcement des capacités pour la gestion écologiquement rationnelle des
Polluants Organiques Persistants (POP) et d'élaboration d'un Plan National de Mise en Œuvre
de la Convention de Stockholm (2005) : Plan National de Mise en Œuvre de la Convention de
Stockholm sur les POPs – Mars 2005**

16-République du Sénégal, Ministère du Tourisme et de la Protection de l'Environnement / Direction de l'Environnement 1990 : Etude des impacts de la décharge de Mbeubeuss sur l'environnement ; plan d'assainissement et de gestion écologique du site, établi par le département environnement du Bureau VERITAS de Dakar. Décembre 1990. 146pages

17- Enquête 2006 : selon Youssouph THIOMBANE Président Association des Fondateurs : il faut reconnaître qu'il a estimé cette température car ne disposant d'aucun appareil de mesure