

Santé environnement

Étude des risques sanitaires liés au fonctionnement de l'usine d'incinération d'ordures ménagères de la Cacem (Martinique)

Sommaire

Résumé	2	5. Recueil des données de fonctionnement de l'UIOM de la Cacem	16
1. Contexte	3	6. Analyse des résultats	17
2. Objectif	4	6.1 Dossier de demande d'autorisation d'exploiter l'UIOM (avril 1999)	17
3. Généralités sur les UIOM	5	6.2 Arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter l'UIOM (janvier 2000)	17
3.1 Description des rejets	5	6.3 Données de contrôles externes (en sortie de cheminée)	17
3.1.1 Rejets atmosphériques	5	6.4 Les mesures dans l'environnement	19
3.1.2 Rejets liquides	5	6.5 Comparaison des données de contrôle interne et des valeurs réglementaires	21
3.1.3 Résidus solides	5	6.6 Mise aux normes à effectuer	22
3.2 Description des principaux polluants rejetés dans les fumées des incinérateurs	5	6.6.1 Indisponibilités	22
3.2.1 Les dioxines et les furanes	5	6.6.2 Conditions de respect des valeurs limites du rejet dans l'air	22
3.2.2 Les poussières	6	6.6.3 Conditions générales de la surveillance des rejets	22
3.2.3 Les métaux lourds	6	6.6.4 Surveillance des rejets atmosphériques	22
3.3 Réglementation relative aux émissions aériennes des incinérateurs	7	6.6.5 Surveillance de l'impact sur l'environnement au voisinage de l'exploitation	22
3.4 Les différents types de relation dose-réponse	8	7. Discussion	23
3.4.1 L'effet systémique (relation avec seuil)	8	7.1 Synthèse des résultats	23
3.4.2 L'effet répondant à une relation sans seuil	8	7.1.1 Données de contrôle externe, en sortie de cheminée	23
3.4.3 Particularité des dioxines	8	7.1.2 Données environnementales	23
3.5 Évaluation du risque sanitaire pour les populations riveraines des UIOM	8	7.2 Validité des données	23
3.5.1 Pour les anciennes UIOM (ne respectant pas encore les arrêtés de 2002)	8	7.3 Choix méthodologique	23
3.5.2 Pour les UIOM récentes	9	8. Conclusion	24
4. L'UIOM de la Martinique	10	Addendum	25
4.1 Contexte	10	Références bibliographiques	26
4.2 Fonctionnement général	10	Annexes	27
4.2.1 Circuit d'incinération des ordures ménagères	10		
4.2.2 Le système de traitement des fumées	11		
4.2.3 Les résidus solides	11		
4.3 Estimation des risques sanitaires liés aux émissions atmosphériques de l'UIOM de Fort-de-France	11		
4.3.1 Voie d'exposition	11		
4.3.2 Définition de la population exposée	12		
4.3.3 Risques sanitaires	15		

Étude des risques sanitaires liés au fonctionnement de l'usine d'incinération d'ordures ménagères de la Cacem (Martinique)

Étude réalisée par : Cellule interrégionale d'épidémiologie Antilles-Guyane

Auteurs : Jacques Rosine, Aurélie Malon, Vanessa Boudan, Alain Blateau, Philippe Quénel

Relecteurs : Dr Sylvie Cassadou, Martine Ledrans

CONTEXTE

Les Usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM) sont sources d'inquiétudes, surtout au niveau des populations riveraines, parce qu'elles ont déjà été mises en cause dans plusieurs affaires sanitaires. Des concentrations élevées en dioxines ont déjà été retrouvées dans du lait produit à proximité d'usines d'incinération (Gilly/Isère et Cluny).

En Martinique, la mise en route en 2002, de l'UIOM de la CACEM sur le site de la Trompeuse à Fort de France, a suscité des craintes d'une partie des riverains mais aussi de la part de salariés, travaillant dans la zone située sous le vent des fumées de l'UIOM.

Une étude, visant à étudier les risques sanitaires potentiels liés au fonctionnement de cette installation a été menée en 2005.

PRINCIPAUX RÉSULTATS DE CETTE ÉTUDE

Au vu des informations recueillies, il s'avère que les quantités de polluants émis en sortie de cheminée, sont conformes à la réglementation en vigueur depuis 2002. L'ensemble des concentrations mesurées pendant les essais est conforme aux valeurs limites fixées par arrêté préfectoral. Seules certaines vitesses d'émissions des fumées mesurées en janvier 2003 et novembre 2004 sont inférieures à la valeur limite minimale autorisée.

Il s'avère donc que le risque encouru par la population vivant ou travaillant dans les zones exposées au panache de l'UIOM est du même ordre de grandeur que celui estimé par le rapport de la Société française de santé publique pour les UIOM récentes.

Ce risque est faible, puisque notamment pour les cancers, il n'excède pas 10^{-5} pour les métaux lourds et $1,2 \cdot 10^{-5}$ pour les dioxines.

En ne considérant que la voie d'inhalation comme source d'exposition (hypothèse la plus proche de la réalité) le nombre de cancers en excès

dans la population exposée aux dioxines émises par l'UIOM serait de 0,037 cas sur 70 ans.

L'analyse des mesures environnementales réalisées en 2001 et 2003, sur deux points situés sous le vent de l'UIOM (École primaire Eudarc et Bureau des affaires maritimes) montre une diminution des concentrations en dioxines dans l'air ou dans le sol. Par contre les mesures effectuées entre 2001 et 2003 au niveau d'un point situé au vent de l'UIOM mais sous l'influence de la décharge de la Trompeuse (point 1), montrent une élévation de la concentration en dioxine dans le sol. Celle-ci passant de 0,88 (2001) à 5 pg I-TEQ/g MS de sol (2003). La décharge de la Trompeuse a connu de nombreux incendies ces dernières années (24 entre 1998 et 2004). Compte tenu de la nature des déchets brûlant lors de ces incendies, de fortes quantités de dioxines sont produites. Cela pourrait expliquer en partie le fait de retrouver des quantités de dioxines dans le sol, 5 fois plus élevées au niveau du point 1 entre 2001 et 2003.

CONCLUSION

Cette étude montre que l'UIOM de la CACEM, dans son mode de fonctionnement actuel, respecte la réglementation en vigueur. De ce fait les risques sanitaires liés aux émissions de cette usine sont très faibles. Le maintien de ces risques sanitaires à un niveau très bas dépend du respect des normes d'émission.

Il est donc important que les résultats des contrôles annuels, réalisés par des sociétés externes, soient transmis et analysés régulièrement.

Si le risque sanitaire est faible, il n'en demeure pas moins que des nuisances (principalement olfactives) peuvent être ressenties par les riverains les plus proches de l'usine, principalement au niveau du quartier "Les Hauts de Dillon". Il est important que ces nuisances soient prises en considération et diminuées par l'exploitant dans le cadre de son process.

1. Contexte

L'incinération est un mode d'élimination des déchets ménagers qui consiste à les brûler à haute température. La première unité a été implantée au Royaume-Uni en 1876.

En France, l'incinération représente le deuxième mode de traitement des déchets ménagers, après la mise en décharge (stockage). L'ensemble des déchets ménagers et assimilés représente 45,4 millions de tonnes (données 2000 - France entière). Dans les modes de traitement de ces déchets, la part de l'incinération s'élève à 26 % (11,8 Mt), loin derrière le stockage (55 % ; 24,9 Mt) [1]. L'abandon progressif de la mise en décharge comme mode de traitement ordinaire des déchets ménagers va renforcer le poids de l'incinération.

Cependant, ce mode de traitement des déchets n'est pas encore très bien accepté par la population, par crainte des pollutions, notamment aux dioxines, qu'il pourrait engendrer.

Si les UIOM sont sources d'inquiétudes, surtout au niveau des populations riveraines, c'est parce qu'elles ont déjà été mises en cause dans plusieurs affaires sanitaires. Des concentrations élevées en dioxines ont déjà été retrouvées dans du lait produit à proximité d'usines d'incinération (Gilly/Isère et Cluny) [2].

À Fort-de-France, au début de l'année 2004, le déménagement de la Direction de la santé et du développement social (DSDS) dans ses nouveaux locaux situés au Centre d'affaires Agora a suscité des craintes parmi certains agents. Ces nouveaux locaux sont en effet exposés aux fumées de l'incinérateur. Ces craintes avaient déjà été exprimées par certains riverains de l'incinérateur.

Pour répondre à ces inquiétudes, le directeur de la DSDS de Martinique a sollicité la Cellule interrégionale d'épidémiologie (Cire) Antilles-Guyane afin d'étudier les risques sanitaires potentiels liés au fonctionnement de cette installation.

2. Objectif

Cette étude a pour objectif d'estimer le risque sanitaire pour les populations riveraines exposées aux rejets atmosphériques de l'UIOM de la Cacem.

Pour répondre à cet objectif, ce rapport se propose de décrire les polluants rejetés par les UIOM de façon générale et de caractériser les risques sanitaires liés aux émissions atmosphériques à la fois des

anciennes et des nouvelles UIOM. L'usine de la Cacem étant récente et soumise à la réglementation de 2002, les risques sanitaires qui y sont liés sont donc, si les valeurs limites d'émissions de polluants sont respectées, identiques à ceux estimés pour des UIOM récentes. Nous avons donc, à partir des différentes mesures de polluants effectuées à la sortie des cheminées, vérifié la conformité de cette usine.

3. Généralités sur les UIOM

3.1 Description des rejets

Un incinérateur, en fonctionnement normal, est à l'origine d'un certain nombre de rejets.

3.1.1 REJETS ATMOSPHÉRIQUES

Les rejets atmosphériques d'une UIOM contiennent de nombreux composés chimiques présents en quantité et en qualité variables dans les fumées. Le type et la concentration des substances émises dépendent essentiellement du procédé d'incinération, du type de déchets brûlés, des conditions de combustion et du dispositif de traitement des fumées. Certaines substances sont inhérentes à la nature des déchets incinérés, d'autres sont formées au cours de la combustion incomplète des déchets, ou encore lors du refroidissement des gaz. Les principales substances concernées sont le CO, les NOx, le SO₂, l'HCl, les dioxines, furanes et PCB, les poussières et certains métaux lourds. Une fois émis dans l'atmosphère, ces polluants sont susceptibles d'être inhalés ou de se déposer sur les sols, pouvant ainsi être à l'origine de problèmes sanitaires *via* la contamination de la chaîne alimentaire.

3.1.2 REJETS LIQUIDES

Une usine d'incinération est susceptible de produire des effluents liquides de différentes natures :

- les eaux vannes qui proviennent des lavabos, douches, sanitaires, etc. sont habituellement collectées par le réseau d'assainissement et envoyées à la station d'épuration du quartier ;
- les eaux pluviales, recueillies sur les voiries, sont envoyées vers le réseau d'eau pluviale ;
- les eaux industrielles qui comprennent les eaux de lavage des sols, de rinçage des conteneurs, de purges du réseau thermique et des chaudières, des égouttures des déchets, du dispositif d'extinction des mâchefers, du rejet de la déminéralisation de l'eau de chaudière, etc., sont traitées avant envoi en station d'épuration ou recyclées au cours du process pour le traitement des fumées ou l'extinction des mâchefers ;
- les eaux de process recueillies après lavage des fumées doivent être traitées pour en extraire les polluants avant rejet (annexe 1).

3.1.3 RÉSIDUS SOLIDES

Les mâchefers (partie non combustible des déchets)

Après criblage et extraction pour valorisation des métaux ferreux et non ferreux, les mâchefers peuvent suivre trois voies selon leur comportement à la lixiviation :

- ils sont directement valorisés en matériau de remblais ou sous-couche routière ;

- ils sont valorisables après traitement ou maturation ;
- ils sont stockés en décharge de classe 2 autorisée.

Dans le cas de l'UIOM de la Cacem, ils sont stockés dans un parc à mâchefers en attendant une solution de valorisation.

Les Refiom (résidus d'épuration des fumées d'incinération d'ordures ménagères)

Les Refiom, collectés au niveau des filtres à manches ou de la tour de neutralisation sont conditionnés dans des "big bags" (sacs en polypropylène plastifiés intérieurement, donc étanches) et sont ensuite évacués par conteneur maritime vers un centre d'enfouissement autorisé pour les déchets industriels spéciaux ultimes en métropole.

L'exploitant doit procéder trimestriellement par l'intermédiaire d'un organisme extérieur à un contrôle :

- de la teneur en imbrûlés des mâchefers ;
- de la qualité des résidus de l'épuration des fumées et des mâchefers (test de lixiviation et analyse des lixiviats).

Ce sont principalement les rejets aériens qui sont sources de pollution pouvant avoir une incidence sur la santé des populations.

3.2 Description des principaux polluants rejetés dans les fumées des incinérateurs

Les effets sanitaires connus des polluants émis par les UIOM sont présentés dans l'annexe 2.

3.2.1 LES DIOXINES ET LES FURANES

Ce sont des molécules organochlorées appartenant à la famille des hydrocarbures aromatiques polycycliques chlorés (HAPC) et qui regroupent un très grand nombre d'isomères dont la toxicité n'a été prouvée que pour certains. Par le terme "dioxines", on désigne les polychlorodibenzo-p-dioxines (PCDD) et les polychlorodibenzofuranes (PCDF) qui sont des composés aromatiques tricycliques chlorés. Parmi les 210 molécules regroupées sous le nom de dioxines, 17 "congénères" ont été retenues comme particulièrement toxiques, la plus toxique étant la tétrachlorodibenzodioxine (2,3,7,8-TCDD) aussi appelée "dioxine de SEVESO", classée comme cancérigène pour l'homme (groupe 1) par le Centre international de recherche sur le cancer (Circ).

La toxicité d'un isomère est fonction du nombre et de la position des atomes de chlore dans la molécule. Les polychlorobiphényles (PCB) sont composés de deux cycles aromatiques où chacun des atomes d'hydrogène peut être substitué par un atome de chlore, constituant ainsi 209 PCB. Douze d'entre eux présentent des propriétés

toxicologiques analogues à celles de la 2,3,7,8-TCDD et sont souvent appelés "PCB dioxin-like".

Les dioxines sont des impuretés de processus chimiques industriels engendrant des composés organochlorés. Elles se forment lors de procédés industriels variés tels que la métallurgie du cuivre et de l'acier, le blanchiment de la pâte à papier, l'incinération d'ordures ménagères, la combustion du charbon ou du bois, ou encore lors d'utilisation d'essence sans plomb par les automobilistes.

Les dioxines et furanes, lorsqu'ils sont libérés dans l'air, peuvent contaminer les végétaux par transfert à partir de l'air ou du sol, mais aussi les animaux par contamination de l'alimentation. Ce sont des composés fortement liposolubles et facilement absorbés par voie digestive. La voie d'exposition préférentielle est donc l'ingestion et plus particulièrement la consommation de graisses animales.

3.2.2 LES POUSSIÈRES

Par convention, on appelle PM_{10} les particules de diamètre aérodynamique moyen inférieur à 10 μm , et $PM_{2,5}$ les particules fines inférieures à 2,5 μm .

La taille des particules influence d'une part, leur vitesse de déposition sur les sols – plus les particules sont grosses, plus elles vont se déposer rapidement au sol et leur dispersion sera essentiellement locale – et d'autre part, leur pénétration dans l'organisme par voie respiratoire. Les particules de grosse taille vont rapidement être piégées par le mucus de l'oropharynx puis dégluties. La voie d'exposition des constituants chimiques de ces particules est donc principalement digestive. Les particules fines, elles, pourront atteindre les alvéoles pulmonaires et mettront ainsi plus de temps à être éliminées par phagocytose ou par le tapis mucociliaire. La réaction inflammatoire produite au niveau des alvéoles permettra un passage facilité des polluants contenus dans les particules dans les courants lymphatiques et sanguins.

Lors de l'incinération, elles sont formées par les particules solides qui sont entraînées dans les gaz de combustion. Elles comprennent les cendres volantes et les fragments de combustibles imbrûlés et peuvent contenir une large variété de matériaux comme du carbone imbrûlé, des oxydes métalliques, des aluminates, des sels...

La concentration en poussières dans les fumées en sortie de four (avant traitement) d'UIOM varie en général entre 1,5 et 8 ng/Nm^3 , avec une valeur moyenne de 5 ng/Nm^3 .

3.2.3 LES MÉTAUX LOURDS

Le cadmium

Le cadmium est principalement utilisé dans l'industrie pour la fabrication d'accumulateurs, la galvanoplastie, la fabrication de pigments de verre. C'est pourquoi, cet élément est retrouvé dans les fumées d'incinérateur. Outre sa présence naturelle dans les sols, les retombées de rejets atmosphériques, les engrais phosphatés et les boues d'usine de traitement de l'eau contiennent du cadmium et donc polluent les sols. Les plantes et les champignons l'absorbent entraînant une contamination des aliments et du tabac.

Dans l'atmosphère, le cadmium est sous forme particulière (métallique et sels). Les sels solubles peuvent se déposer sur les voies aériennes supérieures, mais la majeure partie de l'absorption se fait au niveau des alvéoles pulmonaires (taux d'absorption égal à 25 %).

L'ingestion d'aliments contaminés par le cadmium est la principale source de contamination, le taux d'absorption étant compris entre 5 et 8 %. Les carences en calcium, en fer et en protéines facilitent l'absorption digestive du cadmium. Dans le corps, le cadmium est transporté par les globules rouges et par certaines protéines plasmatiques de hauts poids moléculaires. Sa demi-vie étant de 30 ans, on observe une bioaccumulation au cours de la vie qui peut atteindre un niveau de concentration toxique.

Le plomb

Les sources d'exposition au plomb sont essentiellement d'origine anthropique : fabrication de batteries électriques, industrie des métaux non ferreux, incinération de déchets contenant du plomb, rejets provenant de la sidérurgie dans l'eau, etc. Il a aussi été utilisé dans la fabrication de peintures et de tuyaux de conduite d'eau.

Le plomb présent dans l'air va se déposer sur les sols où il va s'accumuler essentiellement en surface. Ainsi, les plantes peuvent être contaminées par les dépôts de poussières de plomb présentes dans les sols.

Pour des populations présentes à proximité de sources d'exposition, elles peuvent être exposées par inhalation de poussières et par ingestion d'eau ou de cultures locales.

Le plomb pénètre dans l'organisme par les voies digestive et pulmonaire. L'absorption est essentiellement digestive. Le taux d'absorption est de 5 à 10 % chez l'adulte et il est de 40 à 55 % chez l'enfant.

L'absorption pulmonaire concerne les professionnels ou les personnes situées à proximité d'une entreprise qui émet des rejets atmosphériques contenant du plomb. Le taux de déposition des particules inhalées se situe entre 30 et 50 %.

Le plomb passe facilement la barrière placentaire et les plombémies de la mère et de l'enfant à la naissance sont fortement corrélées. Les teneurs dans le lait maternel sont supérieures à celles du plasma de la mère, probablement en raison d'une mobilisation du plomb stocké dans les os.

Une partie du plomb se fixe aussi sur les tissus mous où les échanges sont rapides : rein, moelle osseuse, foie, rate, cerveau.

Le mercure

On distingue trois états d'oxydation du mercure qui conditionnent sa biodisponibilité et sa toxicité : le mercure élémentaire ou métallique (Hg^0), le mercure inorganique (ion mercurieux Hg^+ et ion mercurique Hg^{++}) et le mercure organique.

Le mercure métallique est naturellement présent dans la nature. Il est aussi utilisé dans l'industrie : batteries électriques, équipements électriques et de mesures, l'industrie chimique et la peinture. Le mercure métallique et minéral est principalement inhalé. L'absorption

respiratoire des vapeurs de mercure est de l'ordre de 80 % alors que l'absorption digestive du mercure métallique est très faible, de l'ordre de 0,01 %.

Le mercure inorganique est présent dans l'air sous forme de poussières ou dans l'eau ; il a une origine naturelle ou anthropique (mines, fonderies, combustion du charbon, du gaz naturel, raffinage du pétrole, usines d'incinération).

Le mercure organique est surtout présent dans l'alimentation. Il est le résultat d'une activité bactérienne suivie d'une concentration dans la chaîne alimentaire, les concentrations les plus élevées sont retrouvées chez les poissons prédateurs.

3.3 Réglementation relative aux émissions aériennes des incinérateurs

Le fonctionnement des usines d'incinération est soumis à des règles environnementales très strictes. Le cadre législatif et réglementaire applicable aux usines d'incinération repose principalement sur trois textes complémentaires : la loi du 15 juillet 1975 modifiée sur

l'élimination des déchets et la récupération des matériaux, la loi du 19 juillet 1976 modifiée relative aux installations classées pour la protection de l'environnement, la loi du 12 juillet 1997 modifiée sur le contrôle des produits chimiques. En plus de ces trois textes législatifs, des arrêtés précisant notamment les valeurs limites d'émission pour certains polluants se sont rajoutés. C'est le cas de l'arrêté du 25 janvier 1991 (JO du 8 mars 1991) [3] qui fixe les conditions de combustion à respecter, les valeurs limites à l'émission pour différents paramètres (poussières, monoxyde de carbone, certains métaux lourds, gaz acides...). Cet arrêté a été complété par la circulaire du 9 mai 1994 qui fixe les conditions d'élimination des mâchefers, qui peuvent faire, sous certaines conditions, l'objet d'une valorisation en travaux publics. De même, il fixe les conditions d'élimination des résidus d'épuration des fumées. Les valeurs limites d'émissions des dioxines sont fixées par l'arrêté du 10 octobre 1996 [4], et concerne toutes les nouvelles usines d'incinération. La valeur limite d'émission de dioxine étant fixée à 0,1 ng/Nm³.

Les arrêtés du 20 septembre 2002 [5], transposent en droit français la directive européenne du 4 décembre 2000. Ces deux arrêtés portent, l'un sur l'incinération des déchets non dangereux, l'autre sur l'incinération des déchets dangereux. Les installations existantes disposent d'un délai de 3 ans après le 28 décembre 2002 pour se mettre en conformité avec l'ensemble des dispositions de la directive en particulier la valeur limite de 0,1 ng/Nm³ pour les dioxines.

Les normes en vigueur concernant les émissions des UIOM sont présentées dans les tableaux suivants :

TABLEAU 1		VALEURS MAXIMALES AUTORISÉES POUR : POUSSIÈRES TOTALES, COT, HCl, HF, SO ₂ ET NO _x	
Paramètre		Valeur en moyenne journalière	Valeur en moyenne sur une demi-heure
Poussières totales		10 mg/m ³	30 mg/m ³
Substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur exprimées en carbone organique total (COT)		10 mg/m ³	20 mg/m ³
Chlorure d'hydrogène (HCl)		10 mg/m ³	60 mg/m ³
Fluorure d'hydrogène (HF)		1 mg/m ³	4 mg/m ³
Dioxyde de soufre (SO ₂)		50 mg/m ³	200 mg/m ³
Monoxyde d'azote (NO) et dioxyde d'azote (NO ₂) exprimés en dioxyde d'azote pour les installations existantes dont la capacité nominale est supérieure à 6 tonnes par heure ou pour les nouvelles installations d'incinération		200 mg/m ³ (*)	400 mg/m ³ (*)
Monoxyde d'azote (NO) et dioxyde d'azote (NO ₂) exprimés en dioxyde d'azote pour les installations d'incinération existantes dont la capacité nominale est inférieure ou égale à 6 tonnes par heure		400 mg/m ³ (*)	

TABLEAU 2		VALEURS MAXIMALES AUTORISÉES POUR : LES MÉTAUX	
Paramètre		Valeur	
Cadmium et ses composés, exprimés en cadmium (Cd) + thallium et ses composés, exprimés en thallium (Tl)		0,05 mg/m ³	
		0,1 mg/m ³ (*)	
Mercure et ses composés, exprimés en mercure (Hg)		0,05 mg/m ³	
		0,1 mg/m ³ (*)	
Total des autres métaux lourds (Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V)		0,5 mg/m ³	
		1 mg/m ³ (*)	

(*) Jusqu'au 1^{er} janvier 2007, valeur applicable aux installations existantes autorisées à incinérer des déchets dangereux avant le 31 décembre 1996 et qui n'incinèrent que des déchets dangereux.

TABLEAU 3		VALEURS MAXIMALES AUTORISÉES POUR : LES DIOXINES ET FURANES	
Paramètre		Valeur	
Dioxines et furanes		0,1 ng/m ³	

À l'échéance du 28 décembre 2005, l'ensemble du parc d'incinérateurs français, quels que soient la taille de l'installation et le type de déchets incinérés, devait respecter les mêmes valeurs limites.

3.4 Les différents types de relation dose-réponse

La survenue d'un danger est étroitement liée à la masse de produit toxique absorbé par le corps humain. La relation qui existe entre la dose et la probabilité d'apparition d'un effet sanitaire chronique est synthétisée par un indice : la valeur toxicologique de référence (VTR). La nature de cette relation diffère selon que l'effet est systémique (relation à seuil) ou cancérigène (relation sans seuil).

3.4.1 L'EFFET SYSTÉMIQUE (RELATION AVEC SEUIL)

La VTR, concernant les effets systémiques, est une valeur limite d'exposition (seuil) qui, par convention, s'exprime de manière différente selon que le contact se fait par voie orale ou cutanée ou par voie respiratoire. Le danger n'a théoriquement pas lieu d'apparaître si ces seuils ne sont pas dépassés.

Pour une exposition orale ou cutanée, la VTR est appelée "dose journalière admissible" (DJA) et s'exprime en mg/kg.j. Pour la voie respiratoire, on utilise habituellement la "concentration admissible dans l'air" (CCA), exprimée en mg ou µg/m³. Elle définit la teneur maximale en toxique dans l'air ambiant qu'un individu peut théoriquement inhaler tous les jours de sa vie sans s'exposer à un effet nuisible [6].

3.4.2 L'EFFET RÉPONDANT À UNE RELATION SANS SEUIL

Pour les effets cancérigènes, on se réfère à un excès de risque unitaire (ERU) de cancer. L'ERU étant la probabilité supplémentaire – par rapport à un sujet non exposé – qu'un individu a de contracter un cancer s'il est exposé toute sa vie à 1 unité de dose toxiques [6].

3.4.3 PARTICULARITÉ DES DIOXINES

En 1998, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a fixé une dose journalière admissible (DJA) de 1 à 4 pg/kg.j, 4 étant la DJA à respecter et 1 l'objectif à atteindre, valeur fondée sur la Dose Sans Effet cancérigène chez le rat ainsi que sur d'autres cibles toxicologiques telles que la reproduction et les effets immunitaires. Plusieurs pays, dont la France, ont fixé une DJA de 1 pg/kg.j (CSHPF, 1998). Selon ce point de vue, les dioxines connaissent un niveau d'exposition sans danger. L'Agence américaine de protection de l'environnement

(US-EPA) considère que les HAPC agissent en cancérigènes "complets" et donc obéissent à une relation sans seuil. Dans ce contexte, ils proposent donc un ERU.

3.5 Évaluation du risque sanitaire pour les populations riveraines des UIOM

Les populations riveraines sont principalement exposées aux rejets atmosphériques des incinérateurs. Ces rejets sont soumis à la réglementation présentée ci-dessus.

Les évolutions régulières de la réglementation applicable aux émissions gazeuses des UIOM, notamment les arrêtés de septembre 2002, font que l'on peut aujourd'hui classer les UIOM en deux groupes :

- les **UIOM anciennes**, dont les émissions ne respectent pas encore les arrêtés de septembre 2002 et qui devaient être remises aux normes en décembre 2005 ;
- les **UIOM récentes**, qui respectent déjà la nouvelle réglementation.

Des travaux ont été menés afin de caractériser le risque sanitaire lié aux émissions des UIOM. La Société française de santé publique (SFSP) a publié, en 1999, l'ouvrage intitulé "*L'incinération des déchets ménagers et la santé publique*", visant à faire le bilan des connaissances acquises sur les UIOM et d'en évaluer les risques sanitaires [6]. En 2001, le rapport "*Évaluation du risque pour la santé lié aux émissions atmosphériques des incinérateurs soumis aux nouvelles valeurs limites de l'Union européenne*" [7], a permis de caractériser les émissions des incinérateurs récents et d'en évaluer le risque pour la santé humaine.

En octobre 2004, le Comité de la prévention et de la précaution (CPP), organisme scientifique placé sous l'autorité du ministère de l'Écologie et du Développement durable, a publié un rapport analysant les données existantes sur les risques sanitaires liés aux émissions des UIOM [8].

Les principales conclusions de ces études sont :

3.5.1 POUR LES ANCIENNES UIOM¹ (NE RESPECTANT PAS ENCORE LES ARRÊTÉS DE 2002)

Pour les dioxines

Voie d'inhalation

L'exposition moyenne par inhalation étant très faible, le risque l'est également, si on se base sur la dose journalière admissible, définie par l'OMS.

Selon l'approche de l'US-EPA, les valeurs de risque pour une exposition vie entière s'échelonnent entre 2.10^{-7} et 10^{-4} (selon le site considéré). Cela signifie que l'impact annuel total sur la population exposée (2 millions de personnes dans l'étude considérée) s'élèverait à un peu plus d'un cas de cancer attribuable aux dioxines inhalées du fait des UIOM.

¹ Données issues de l'ouvrage de la SFSP. Les calculs de risques ont été fait à partir des données d'émissions de 70 UIOM françaises.

Voie d'ingestion

La dose d'exposition s'élève à 27,2 % de la DJA, ce qui, selon l'approche de l'OMS, n'occasionne pas d'effets sanitaires.

Si on utilise l'approche de l'US-EPA, le risque cancérogène moyen par voie orale s'élève à $7,6 \cdot 10^{-4}$ engendrant, en moyenne, un impact annuel de 21 cas de cancers en excès dans une population exposée de 2 millions de personnes.

Pour le cadmium

Le risque moyen (pour une exposition par inhalation vie entière) de survenue de cancers est de $1,5 \cdot 10^{-6}$, soit 1 cas pour 1,5 million d'habitants. Si on considère l'effet par voie orale du cadmium (néphrotoxique), la dose d'exposition varie de 2 à 51 % de la DJA en fonction des sites. Cette contribution est considérée comme non négligeable.

Pour le mercure

La dose d'exposition n'excède pas 2 % du seuil de la DJA. La contribution est considérée comme faible.

Pour le plomb atmosphérique

La dose d'exposition, calculée pour la population totale exposée, est comprise entre 0,2 et 13,2 % de la DJA. La contribution est considérée comme faible, notamment pour les enfants de moins de 6 ans.

Pour les poussières

L'impact des émissions particulières des UIOM correspond, selon tous les travaux déjà menés, à une réduction de l'espérance de vie de 20 jours sur 15 ans. Sachant que la progression annuelle de l'espérance de vie de la population française est d'un trimestre, cet impact est négligeable.

3.5.2 POUR LES UIOM RÉCENTES

Pour les dioxines

Selon l'approche de l'US-EPA, le risque de développer un cancer du fait de l'exposition vie entière aux dioxines serait, en moyenne, de $5,6 \cdot 10^{-7}$ pour la voie d'inhalation, soit environ un cas observé en 70 ans parmi les deux millions de personnes exposées. Le risque cancérogène vie entière lié à l'exposition par voie orale et calculé, toujours selon l'approche de l'US-EPA pour toutes les usines conformes à la future norme, serait de 10^{-5} . Le risque cancérogène total (inhalation + ingestion) sur 70 ans serait alors de $1,2 \cdot 10^{-5}$. L'impact total serait donc extrêmement faible.

Selon l'approche OMS (relation risque/exposition à seuil), la dose d'exposition n'excéderait pas 0,1 % de la DJA pour la voie d'inhalation et 0,3 % de la DJA dans le cas d'une exposition par voie orale.

Les conclusions du rapport de 2001 (*Évaluation du risque pour la santé lié aux émissions atmosphériques des incinérateurs soumis aux nouvelles valeurs limites de l'Union européenne*) sont proches de celles de la SFSP, à savoir que :

- le respect des valeurs limites de la directive de l'Union européenne assure un niveau de risque réduit voire très faible ;
- le risque de cancer qui est induit est inférieur à 10^{-5} pour tous les métaux considérés (Cd, Ni, As, Cr) sur la vie entière (moyenne 70 ans) ;
- le risque de cancer qui est induit est inférieur à 10^{-4} (valeur maximale) ou 10^{-5} (valeur moyenne) pour les dioxines (y compris en intégrant la voie d'exposition par ingestion de productions alimentaires locales). Il est à noter que la voie d'exposition la plus importante pour les dioxines est l'ingestion de sol (poussière) ou d'aliments contaminés. La part attribuable à l'inhalation est faible ;
- l'impact sur la vie entière des particules fines issues de l'incinération est négligeable, au maximum de l'ordre d'une perte de 5 jours d'espérance de vie sur 15 ans, dans le scénario le plus pessimiste ;
- les valeurs des expositions encourues sont très inférieures aux valeurs limites de référence (pour les éléments en disposant : Cd, Pb, Hg).

Ces estimations de risque sont fondées sur l'état actuel des connaissances scientifiques, d'une part, sur des hypothèses visant à prendre en compte la variabilité interspèces du risque (la plupart des valeurs toxicologiques de référence ayant été établie à partir d'études chez les animaux) et la variabilité du risque entre individus, d'autre part.

4. L'UIOM de la Martinique

4.1 Contexte

L'UIOM de Fort-de-France, unique incinérateur de la Martinique, a été inaugurée le 5 juillet 2002. Son exploitation a été confiée à la Martiniquaise de Valorisation et sa gestion à la Cacem. La Cacem regroupe les communes de Fort-de-France, Lamentin, Saint-Joseph

et Schoelcher qui sont des communes du Centre-Ouest de la Martinique.

Le tableau 4 présente la composition théorique des fumées rejetées par l'UIOM selon les estimations de l'exploitant. Ces données sont issues du dossier de demande d'autorisation d'exploiter déposé en 1999.

TABLEAU 4 COMPOSITION THÉORIQUE DES FUMÉES REJETÉES PAR L'UIOM DE FORT-DE-FRANCE, SELON L'ARRÊTÉ D'EXPLOITATION		
Composant	t/an	%
Vapeur d'eau	121 000	14,02
Oxygène	89 120	10,32
Azote	557 560	64,59
Gaz carbonique	95 370	11,05
Divers, dont :	170	0,02
Oxydes d'azote	110,0	-
Monoxyde de carbone	27,5	-
Dioxyde de soufre	11,0	-
Carbone organique total	5,3	-
Acide chlorhydrique	5,3	-
Ammoniac	5,3	-
Poussières	2,8	-
Métaux lourds	2,8	-
Dioxines et furanes	0,05 g/an	-
Total	863 220	100,00

L'UIOM de la Cacem a une capacité d'incinération de 112 000 tonnes par an. Cette usine permettra la fermeture progressive de la décharge de la Trompeuse (Fort-de-France) et la mise en place d'un circuit d'élimination et de valorisation des déchets ménagers rejetés par les 385 000 habitants de l'île. En 1999, la quantité de déchets ménagers et assimilés, produits en Martinique a été estimée à 252 000 tonnes (tableau 5).

L'incinérateur est situé en bordure d'agglomération, à proximité de la cité Dillon et du site de l'Étang Z'Abrirot où sont construits les bâtiments du Centre d'affaires Agora qui accueillent, depuis le mois d'avril 2004, les services de la DSDS ainsi que d'autres administrations ou collectivités (douanes, Cacem...).

4.2 Fonctionnement général

Le schéma de fonctionnement d'un incinérateur de déchets ménagers et ses différents éléments est présenté en annexe 3.

4.2.1 CIRCUIT D'INCINÉRATION DES ORDURES MÉNAGÈRES

La réception des déchets est effectuée dans un hall de déchargement fermé et mis en dépression afin d'éviter la sortie des odeurs. Les déchets sont ensuite versés sans tri dans une fosse de réception d'une capacité de 3 640 m³.

TABLEAU 5 QUANTITÉS DE DÉCHETS MÉNAGERS ET ASSIMILÉS EN MARTINIQUE EN 1999	
Déchets ménagers et assimilés	Tonnes
Ordures ménagères	145 000
Déchets industriels banals	37 000
Déchets verts	20 000
Encombrants ménagers	20 000
Gravats et déchets inertes	30 000
Total	252 000
Véhicules hors d'usage (unités)	10 000 à 15 000

Source : Ademe, 1999.

Il existe un circuit séparé des déchets ménagers permettant de réceptionner les déchets d'activité de soin (Dasri) et de les désinfecter avant de les introduire directement dans les fours.

L'incinération est réalisée dans deux fours d'une capacité de 7 tonnes/h chacun. Le système d'alimentation des fours et de mélange des déchets est constitué d'un grappin qui transporte les déchets de la fosse jusqu'aux trémies des fours. La combustion est réalisée dans deux fours à grille à rouleaux : les déchets progressent en couches minces sur des rouleaux qui tournent dans le sens de l'inclinaison, ils sont retournés en glissant sur les rouleaux durant 60 minutes. La température de combustion s'élève à 1 200 °C. Les gaz de combustion sont portés à une température minimum de 850 °C pendant au moins deux secondes afin de détruire les composés organiques présents dans les ordures, y compris une partie des dioxines et ceux qui se forment au cours de la combustion. De plus, de l'urée est ajoutée à la flamme afin de réduire les taux d'oxydes d'azote.

Les gaz de combustion sont ensuite refroidis à 180 °C par de l'eau et les chaudières récupèrent la chaleur de ces gaz sous forme de vapeur à 40 bars. La vapeur est ensuite convertie en énergie électrique par un turbo-alternateur et l'électricité produite est cédée au réseau EDF de la Martinique (4 à 5 % de la consommation électrique de la Martinique).

4.2.2 LE SYSTÈME DE TRAITEMENT DES FUMÉES

Il a pour objectifs d'éliminer les poussières, de neutraliser les gaz acides, de capter les métaux, de capter ou de détruire les dioxines et les oxydes d'azote.

Les fumées sont tout d'abord refroidies à 145 °C par pulvérisation d'eau dans un réacteur, puis un traitement par voie sèche est réalisé par ajout de chaux éteinte et de coke de lignite sous forme pulvérulente. La chaux permet de neutraliser les gaz acides, la coke de lignite permet d'absorber les dioxines et furanes éventuellement présentes dans les fumées.

Le dépoussiérage est effectué à l'aide d'un filtre à manche². Enfin les fumées sont lavées à l'aide d'une solution aqueuse diluée de soude caustique afin d'assurer la chimisorption des oxydes de soufre et l'élimination des polluants acides résiduels. Les purges de lavage sont recyclées et réutilisées pour refroidir les fumées avant leur traitement, ce qui permet d'obtenir un procédé sans rejet liquide.

4.2.3 LES RÉSIDUS SOLIDES

La partie non combustible des déchets, les mâchefers, est ensuite évacuée vers une unité de séparation des métaux ferreux et des métaux non ferreux. La ferraille et les métaux non ferreux sont recyclés et les mâchefers sont stockés en décharge de classe 2 en attendant leur revalorisation.

Les résidus solides résultant du procédé d'épuration des fumées, appelés Refiom (résidus d'épuration des fumées d'incinération d'ordures ménagères) sont constitués de cendres volantes, de produits formés lors de la neutralisation des polluants acides et d'un excès de réactif de neutralisation. Les Refiom contenant des polluants sont envoyés en métropole où ils sont stockés en décharge de classe 1 puis stabilisés et neutralisés.

4.3 Estimation des risques sanitaires liés aux émissions atmosphériques de l'UIOM de Fort-de-France

4.3.1 VOIE D'EXPOSITION

Les effluents liquides issus du process industriel de l'UIOM sont recyclés pour les besoins internes de l'usine et les résidus solides sont stockés et éventuellement évacués hors de l'île. Au vu des données techniques disponibles, ces résidus ne conduisent pas à une contamination des milieux et des populations proches.

D'autre part, compte tenu du positionnement géographique de l'usine et de son environnement immédiat (zone urbaine), on peut considérer que seule l'exposition par voie respiratoire est susceptible de poser un problème de santé aux populations sous le vent de cet UIOM.

En effet, les autres voies d'exposition, notamment l'ingestion d'aliments (surtout animaux) exposés aux fumées, sont quasi inexistantes dans cette zone : il n'y existe aucune exploitation agricole (élevage ou culture) déclarée à la Direction des services vétérinaires (DSV) ; le nombre d'élevages domestiques est inconnu mais semble peu important. Il a donc été décidé de n'étudier que la **voie d'inhalation**.

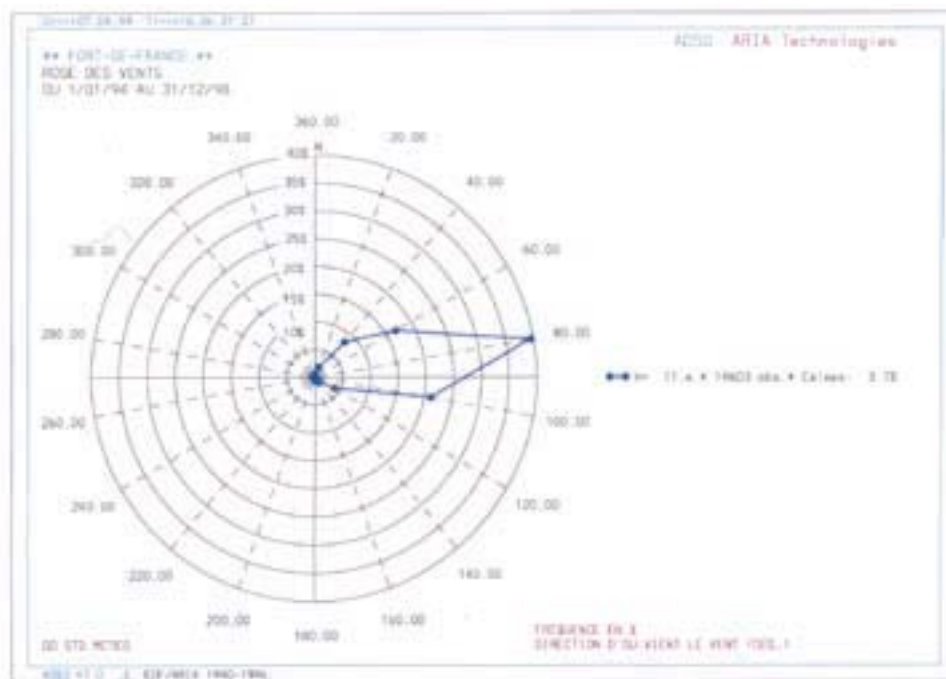
² **Filtre à manche** : les fumées chargées de poussières traversent un support filtrant poreux. La poussière est séparée et se dépose sur ou dans le support filtrant. Les particules sont enlevées périodiquement par injection d'air comprimé. Selon le type de filtres et la composition des poussières, on peut atteindre des rejets de poussières compris entre 1 et 10 mg/Nm³ (à 11 Vol.-% O₂).

4.3.2 DÉFINITION DE LA POPULATION EXPOSÉE

Les zones exposées au panache de l'UIOM sont présentées dans les schémas 1 à 6 ainsi que la rose des vents générale de Fort-de-France.

Ces schémas sont issus du dossier d'installation classée : Aria - Technologies – mars 1999.

FIGURE 1 ROSE DES VENTS GÉNÉRALE DE LA STATION DE FORT-DE-FRANCE (AÉROPORT LE LAMENTIN)



Cette rose des vents montre que les vents sont principalement orientés Est, Nord-Est sur la zone de Fort de France.

FIGURE 2 CONCENTRATION EN MOYENNE ANNUELLE POUR LES NOX

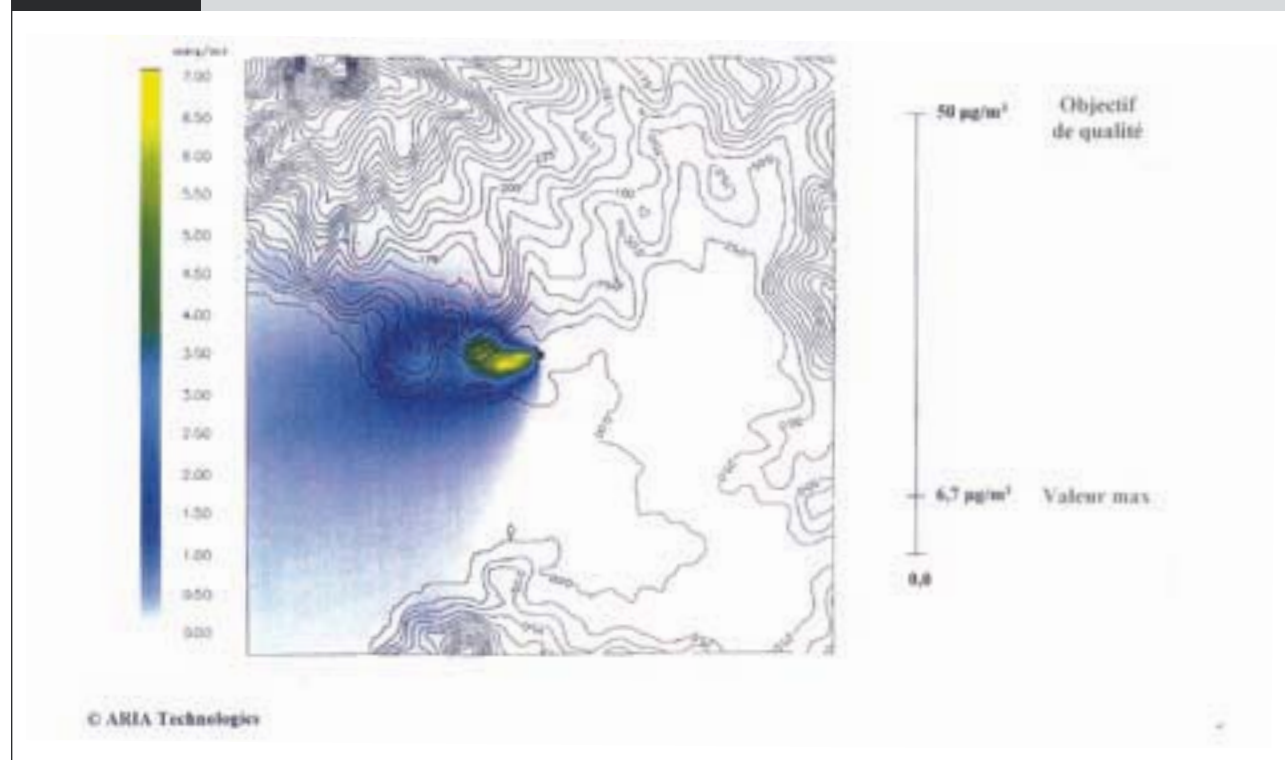


FIGURE 3

CONCENTRATION EN MOYENNE ANNUELLE POUR LES POUSSIÈRES

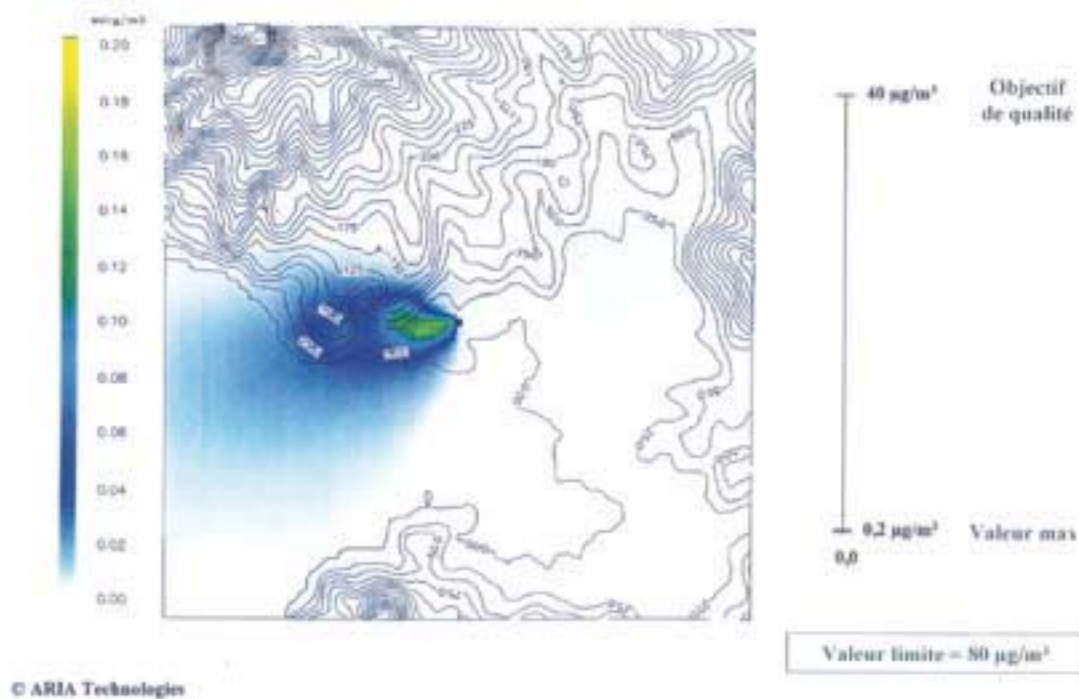


FIGURE 4

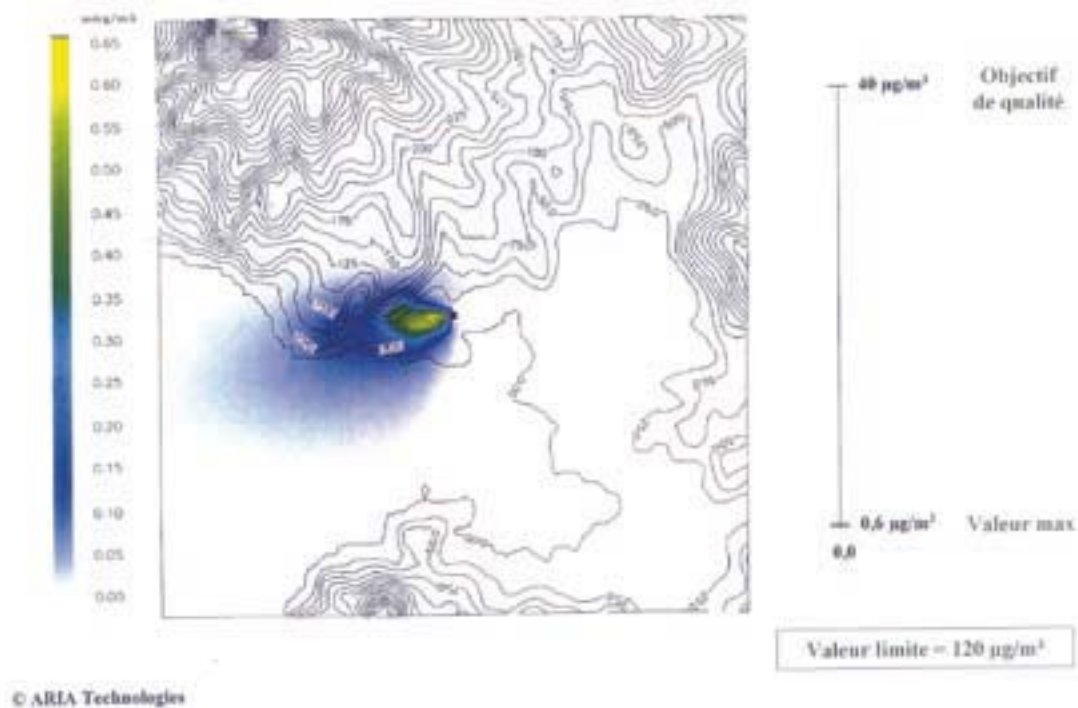
CONCENTRATION EN MOYENNE ANNUELLE POUR LE SO_2 

FIGURE 5

CONCENTRATION EN MOYENNE ANNUELLE POUR LES MÉTAUX LOURDS TOTAUX

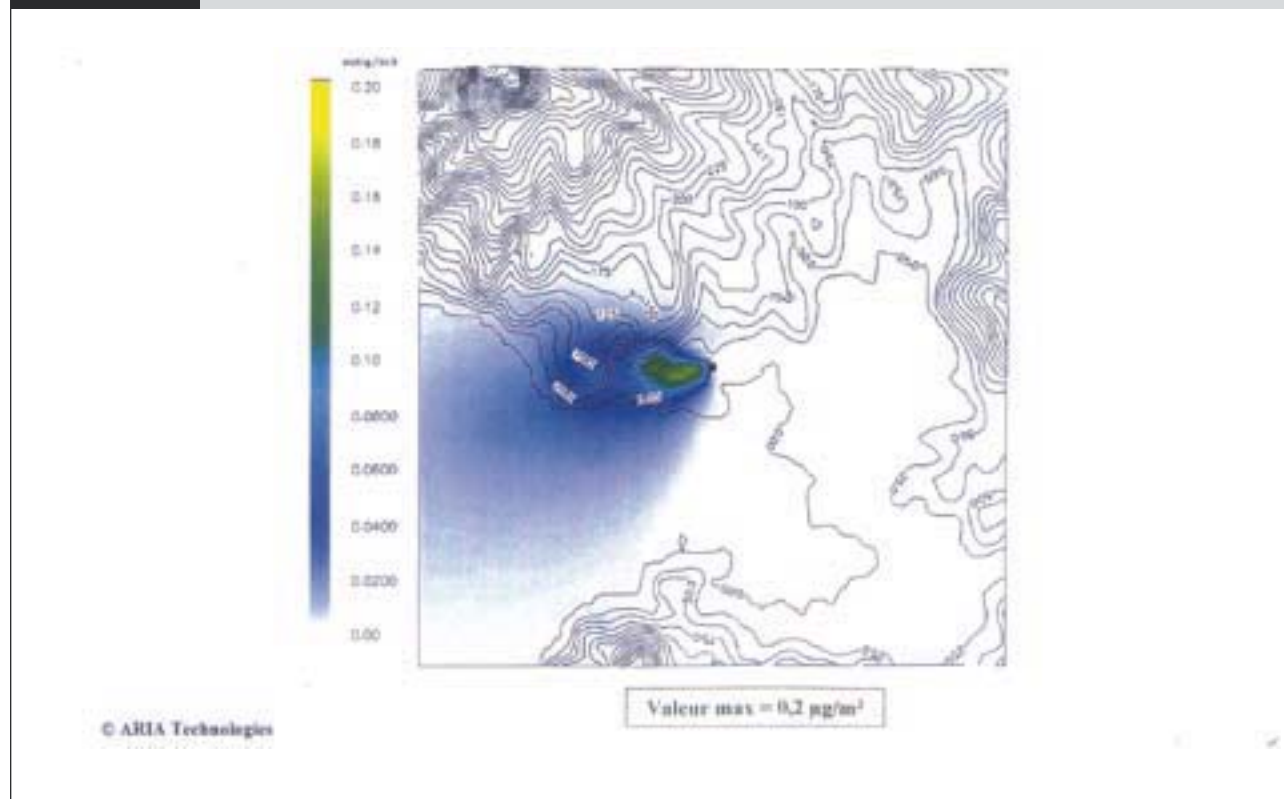
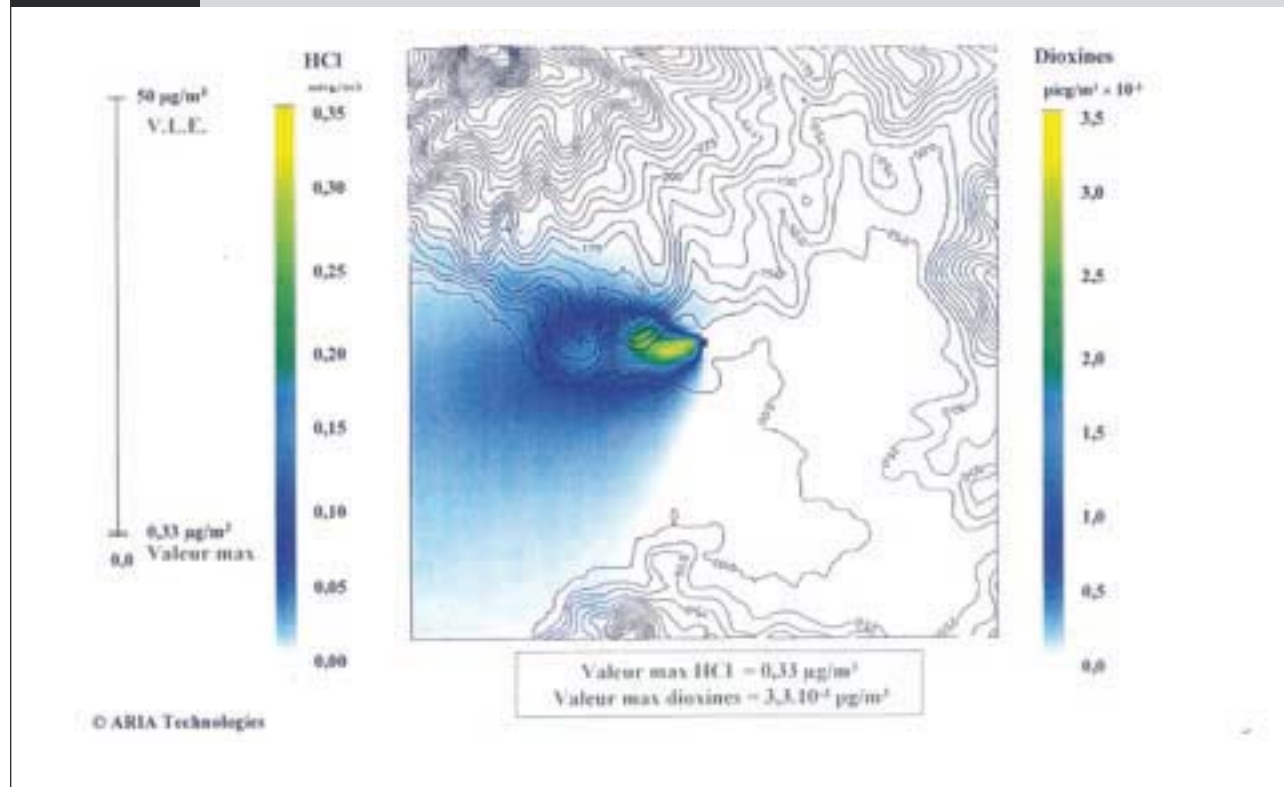
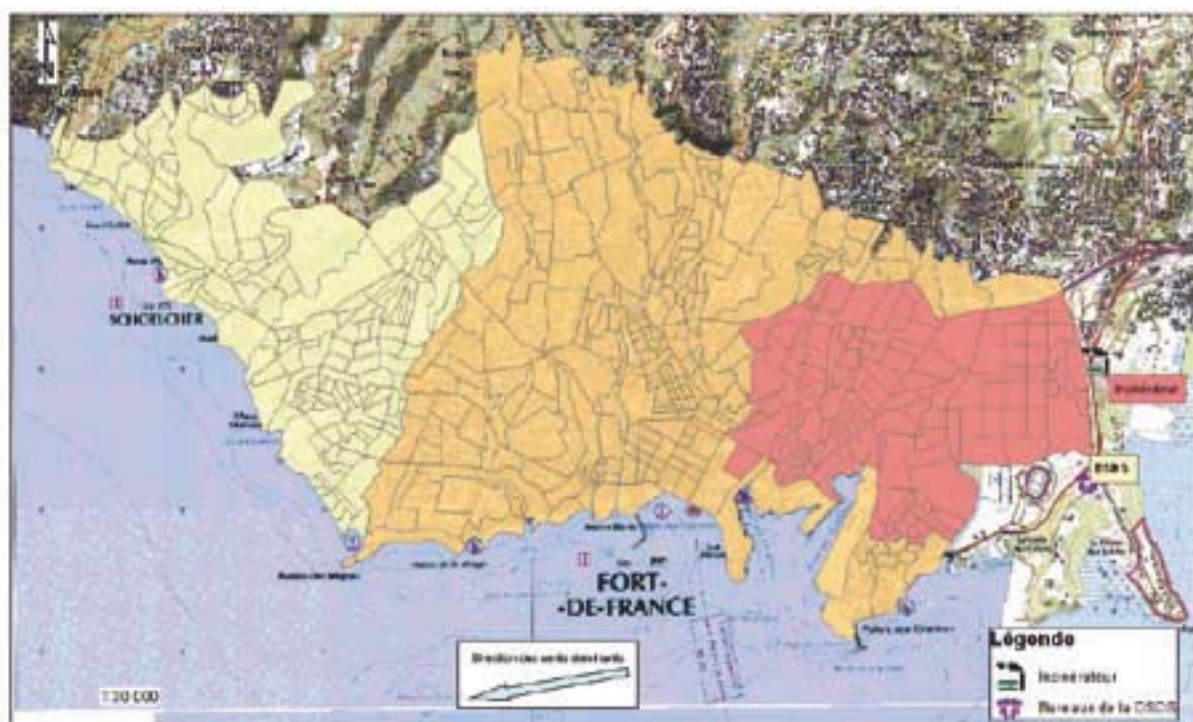


FIGURE 6

CONCENTRATION EN MOYENNE ANNUELLE POUR LE HCl ET LES DIOXINES





Zones géographiques sous l'influence du panache de l'incinérateur de la CACEM

Carte réalisée par la CIRE Antilles-Guyane à partir du Scan 25 de l'IGN, des Tels 1:5 de l'INSEE et des données de Mairie de Fort-de-France

Deux zones d'exposition de la population peuvent être identifiées :

- **la zone 1** (1^{er} cône) est celle où l'exposition aux émissions atmosphériques de l'UIOM est la plus importante. Dans cette zone, la taille de la population exposée est estimée à 21 646 ha (RP 99). Il s'agit d'une zone urbaine et péri-urbaine, principalement composée d'habitations, de bureaux et de commerces. Elle ne comporte pas d'exploitations agricoles ;
- **la zone 2** est une zone d'exposition moyenne à faible. Dans cette zone, la taille de la population exposée est estimée à 44 253 ha (RP 99).

On peut donc estimer que la taille de la population exposée aux émissions atmosphériques de l'UIOM est voisine de 66 000 ha.

4.3.3 RISQUES SANITAIRES

L'UIOM de la Cacem est une installation récente. Ses conditions de fonctionnement sont réglementées par les arrêtés de septembre 2002.

Si les normes fixées par ces arrêtés sont effectivement respectées, les risques sanitaires encourus par la population exposée aux rejets de l'usine, sont comparables à ceux présentés dans les rapports cités précédemment.

En ne tenant compte que de la voie d'inhalation, hypothèse qui, compte tenu de l'environnement de l'UIOM de la Cacem, est la plus réaliste, selon l'approche de l'US-EPA, le risque de développer un cancer du fait de l'exposition aux dioxines attribuables à l'UIOM serait de $5,6 \cdot 10^{-7}$ soit, 0,037 cancer en excès sur une période de 70 ans.

En envisageant une hypothèse très défavorable où la voie d'ingestion (alimentaire) serait prise en compte, le risque de survenue de cancers liés aux émissions de l'UIOM serait de $1,2 \cdot 10^{-5}$, toujours selon l'approche de l'US-EPA. Dans ce cas, le risque, rapporté à la population exposée aux émissions de l'UIOM de la Cacem (zone 1 + zone 2), entraînerait un nombre de cas de cancers en excès sur une vie entière (70 ans) de 0,79.

5. Recueil des données de fonctionnement de l'UIOM de la Cacem

Ce recueil visait à vérifier le respect, par l'incinérateur, de normes citées ci-dessus.

Les données de mesure disponibles ont été recensées à partir des documents suivants :

- **dossier de demande d'autorisation d'exploiter l'UIOM (avril 1999) ;**
- **arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter l'UIOM (janvier 2000) ;**
- **données de contrôles externes (en sortie de cheminée) :**
 - SOCOTEC : mesure de concentrations en polluants dans les rejets atmosphériques de l'UIOM de Fort-de-France, janvier 2003,
 - Apave : rapport n° 03507107 17384 00P-R02-Rèv0 – Contrôle des rejets gazeux et particuliers issus des deux lignes de l'UIOM de Fort-de-France. mars 2004,
- Apave : rapport N°04 507 107 10087 00 I-R02-Rèv0 – Contrôle des rejets gazeux et particuliers issus des deux lignes de l'UIOM de Fort-de-France, novembre 2004 ;
- **les données d'autosurveillance et les données de contrôle :**
 - Compte rendu d'exploitation de l'unité de traitement des déchets de la Cacem – année 2002,
 - Rapports mensuels envoyés à la DIRE – Année 2003 ;
- **les données de mesures dans l'environnement :**
 - Apave : rapport n° 01507107 20164 00P – Contrôle de la qualité de l'air dans l'environnement de la future UIOM de Fort-de-France, octobre 2001,
 - Apave : rapport n° 03507107 17384 00P-R3- Rèv1 – Contrôle de la qualité de l'air dans l'environnement de l'UIOM de Fort-de-France, mai 2004 ;
- **diagnostic de mise en conformité – UIOM de Fort-de-France (juillet 2003). Socotec.**

6. Analyse des résultats

6.1 Dossier de demande d'autorisation d'exploiter l'UIOM (avril 1999)

Ce dossier comporte trois volets :

- un descriptif technique du projet ;
- une étude d'impact ;
- une étude de dangers ainsi qu'une notice d'hygiène et sécurité du personnel.

Ces éléments sont ceux retrouvés classiquement dans les dossiers de demandes d'autorisation pour des installations classées.

Dans ce document, l'impact sur la faune et la flore est jugé peu important compte tenu de l'emplacement de l'usine, de la faible surface occupée et de la nature "banale" de la flore retrouvée sur le site (pas d'espèces protégées).

D'autre part, ce document considère que l'impact sur l'air est extrêmement limité au regard de l'état initial (présence de nombreuses sources polluantes dans le périmètre de l'usine).

6.2 Arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter l'UIOM (janvier 2000)

Cet arrêté préfectoral, en date du 21 décembre 1999, définit les conditions d'exploitation de l'installation. Il prend en compte les

avis remis par les différentes administrations en charge du dossier et précise le cadre réglementaire dans lequel devra s'exercer l'activité. Il donne les conditions de rejet à l'atmosphère et les valeurs limites d'émission.

Il est à noter que les valeurs seuil établies dans cet arrêté préfectoral pour les rejets atmosphériques sont identiques ou inférieures à celles de l'arrêté de 2002.

6.3 Données de contrôles externes (en sortie de cheminée)

Les mesures réalisées en contrôle externe par la société Socotec en janvier 2003 ont été effectuées sur les deux lignes d'incinération ; pour chaque ligne, trois séries de mesures ont été effectuées :

- à 100 % de fonctionnement ;
- à 75 % de fonctionnement ;
- et à un fonctionnement correspondant au minimum technique de l'usine.

Les résultats sont reportés dans le tableau 6. Les concentrations sont exprimées sur gaz sec et rapportées à 11 % d'oxygène (Nm³).

TABLEAU 6		MESURES DE CONCENTRATIONS EN POLLUANTS DANS LES REJETS DES DEUX LIGNES D'INCINÉRATION (DU 15/01/03 AU 22/01/03) – MOYENNE JOURNALIÈRE						
Paramètres	Unité	100 %		75 %		Minimum technique		Valeur limite
		Ligne 1	Ligne 2	Ligne 1	Ligne 2	Ligne 1	Ligne 2	Moyenne journalière
Vitesse d'émission des fumées	m/s	13,0	12,4	10,7	9,5	7,5	7,0	12 (minimum autorisé)
CO	mg/Nm ³	2,8	0,59	2,0	1,0	1,9	1,1	50
COV	mg/Nm ³	2,5	2,8	2,6	2,7	2,6	2,6	10
NOx	mg/Nm ³	156,6	160	134,4	170,7	130,4	163	200
Poussières	mg/Nm ³	<LD *	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	5
SO ₂	mg/Nm ³	0,78	1,8	3,1	10,9	6,2	0,3	20
HCl	mg/Nm ³	0,19	<LD	0,73	0,3	0,20	0,1	10
HF	mg/Nm ³	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,8
PCDD (Dioxines)	ng I-TEQNm ³	0,041	0,016	0,032	0,015	0,020	0,033	0,1
Hg	mg/Nm ³	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,05
Cd+Tl	mg/Nm ³	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,05
As+Sn+Sb+Cr+Co+Mn+Ni+Pb +V+Te+Se+Cu	mg/Nm ³	0,03	0,007	0,005	0,018	0,02	0,036	0,5
As+Sn+Sb+Cr+Co+Mn+Ni+Pb +V+Te+Se+Cu+Zn	mg/Nm ³	0,04	0,017	0,1	0,032	0,02	0,062	5

* LD : limite de détection.

Dans le cadre du contrôle réglementaire annuel, l'Apave a été chargée d'effectuer plusieurs mesures sur les effluents gazeux issus des deux

lignes d'incinération. Les résultats de ces mesures sont présentés dans le tableau 7.

TABLEAU 7		MESURES EFFECTUÉES SUR LES EFFLUENTS GAZEUX ISSUS DES DEUX LIGNES D'INCINÉRATION (01/2003 ET 11/2003) – MOYENNE JOURNALIÈRE				
Paramètres	Unité (à 11 % O ₂)	Fin janvier 2003 Moyenne sur 3 jours		Fin novembre 2003 Moyenne sur 2 jours		Valeur limite
		Ligne 1	Ligne 2	Ligne 1	Ligne 2	Moyenne journalière
CO	mg/Nm ³	2,8	0,59	5	6	50
NOx	mg/Nm ³	156,6	160	147	123	200
Poussières	mg/Nm ³	<LD *	<LD	<1,0	3,5	5
SO ₂	mg/Nm ³	0,78	1,8	<2	1,9	20
HCl	mg/Nm ³	0,19	<LD	<0,7	<0,7	10
COT	mg/Nm ³	-	-	<6	<7	10
HF	mg/Nm ³	-	-	0,3	0,2	0,8
Cd+Tl	mg/Nm ³	-	-	<0,014	<0,016	0,05
Hg	mg/Nm ³	-	-	<0,002	<0,002	0,05
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V +Sn+Se+Te	mg/Nm ³	-	-	0,09	0,1	0,5
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V +Sn+Se+Te+Zn	mg/Nm ³	-	-	0,17	0,16	5
Dioxines (PCDD/PCDF)	ng/Nm ³	0,03	0,02	0,01	0,01	0,1
Vitesse d'émission des fumées	m/s	-	-	17,5	14,3	12 (minimum autorisé)

* LD : limite de détection.

Lors de ces essais, les paramètres mesurés sont conformes aux valeurs limites définies par l'arrêté préfectoral.

TABLEAU 8

MESURES EFFECTUÉES SUR LES EFFLUENTS GAZEUX ISSUS DES DEUX LIGNES D'INCINÉRATION EN NOVEMBRE 2004 – MOYENNE JOURNALIÈRE

Paramètres	Unité (à 11 % O ₂)	Fin novembre 2004 Moyenne sur 1 jour		Valeur limite
		Ligne 1	Ligne 2	Moyenne journalière
CO	mg/Nm ³	5	5	50
NO _x	mg/Nm ³	176	164	200
Poussières	mg/Nm ³	2,5	1,6	5
SO ₂	mg/Nm ³	0,8	2	20
HCl	mg/Nm ³	0,7	0,3	10
COT	mg/Nm ³	<1	1	10
HF	mg/Nm ³	<0,1	<0,04	0,8
Cd+Tl	mg/Nm ³	<0,0004	<0,0004	0,05
Hg	mg/Nm ³	<0,001	<0,003	0,05
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn+Se+Te	mg/Nm ³	0,1	0,1	0,5
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn+Se+Te+Zn	mg/Nm ³	0,16	0,11	5
Dioxines (PCDD/PCDF)	ng/Nm ³	0,012	0,018	0,1
Vitesse d'émission des fumées	m/s	11,8	16	12 (minimum autorisé)

Lors de ces essais, les paramètres mesurés sont conformes aux valeurs limites définies par l'arrêté préfectoral, sauf en ce qui concerne la vitesse d'émission des fumées sur la ligne 1. Celle-ci étant légèrement inférieure au minimum autorisé.

6.4 Les mesures dans l'environnement

La mesure des polluants dans l'environnement a été réalisée à deux reprises par l'Apave, organisme agréé pour la mesure des polluants émis par les UIOM. La première série de mesures a été réalisée entre le 22 octobre et le 31 octobre 2001. La seconde campagne de mesures a été réalisée les 27 et 28 novembre 2003, soit plus d'un an après la mise en fonctionnement de l'usine. Ces campagnes de mesures ont été réalisées en 3 points différents :

- point 1 : entrée sud du chantier de l'UIOM ;
- point 2 : école primaire Constant Eudarc ;
- point 3 : bureau des affaires maritimes.



Emplacement de l'incinérateur de Fort de France et des points de contrôle de la qualité de l'air

Carte réalisée par la CIRC Antilles-Guyane à partir du plan 25 de l'IGN, des lots 15 de l'INSEE et des données de Madinair

TABLEAU 9

MESURES EFFECTUÉES DANS L'ENVIRONNEMENT DE L'UIOM (2001) –
MESURES ATMOSPHÉRIQUES

Paramètre	Valeurs environnementales en zones urbaines $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Point 1		Point 2		Point 3	
		Moyenne $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valeur max	Moyenne $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valeur max	Moyenne $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valeur max
PM 10	7-30* 29***	56	140	61	140	9	10
Cadmium	0,5**	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,4	<0,4
Plomb	<2**	0,9	0,9	<1	<1	<2	<2
HCl	50**	42	129	20	47	16	30
SO ₂	4,7***	ND	ND	ND	9	ND	3
NOx	21***	ND	ND	ND	47	ND	20

* Ifen (2002).

** IPCS.

*** Madinair (moyenne mensuelle - année 2004).

TABLEAU 10 MESURES EFFECTUÉES DANS L'ENVIRONNEMENT DE L'UIOM (2003) – MESURES ATMOSPHÉRIQUES							
Paramètre	Valeurs environnementales en zones urbaines µg/m³	Point 1		Point 2		Point 3	
		Moyenne µg/m³	Valeur max	Moyenne µg/m³	Valeur max	Moyenne µg/m³	Valeur max
PM 10	7-30* 29***	60	79	23	25	29	40
Cadmium	0,5**	<0,1	<0,1	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Plomb	<2**	<1	<1	0,3	0,4	0,25	0,5
HCl	50**	9,5	17	4,7	5	2,2	3
SO ₂	4,7***	ND	<12	ND	<14	ND	<13
NOx	21***	ND	<19	ND	23	ND	20

* Ifen (2002).
 ** IPCS.
 *** Madinainair (moyenne mensuelle - année 2004).

Des mesures de dioxines ont aussi été réalisées lors de ces deux campagnes. Les résultats de ces mesures sont présentés dans le tableau 11.

TABLEAU 11 MESURES EFFECTUÉES DANS L'ENVIRONNEMENT DE L'UIOM (2003) – MESURES ATMOSPHÉRIQUES ET DANS LE SOL						
AIR			SOL			
Valeurs environnementales habituellement retrouvées en zones urbaines (IPCS)	0,1-0,4 pg I-TEQ/Nm³ *		0,2-17 * pg I-TEQ/g MS de sol			
Point de prélèvement	école primaire Constant Eudaric		zone sous le panache de l'UIOM		zone sous l'influence de l'ancienne décharge	
Année	2001	2003	2001	2003	2001	2003
Total des PCDD et PCDF exprimés 2,3,7,8 T4 CDD	0,019 **	0,004 **	2,1	0,79	0,88	5
	pg I-TEQ/Nm³		pg I-TEQ/g MS de sol			

* Valeurs environnementales habituellement retrouvées en zones urbaines (données Ineris 1999/2001).
 ** Limites de détection comprises.

6.5 Comparaison des données de contrôle interne et des valeurs réglementaires

Les données d'autocontrôle des années 2002 et 2003 ont été fournies par la Cacem, par le biais du compte-rendu d'activité. Ce document comporte un chapitre "Compte-rendu technique" qui regroupe entre autres les résultats des analyses réalisées en continu sur les rejets atmosphériques en sortie de cheminée ainsi que les principaux dysfonctionnements observés au cours de l'année.

Les comptes-rendus d'activité portent sur la période allant du 08/03/2002 au 31/12/2002 (année de mise en route) et celle allant du 01/01/2003 au 31/12/2003.

Principaux résultats de l'année 2002 :

- 53 jours d'arrêt de fonctionnement (les 2 lignes), plus 46 jours d'arrêts sur la ligne 1 ;
- principaux motifs d'arrêt :
 - modification des économiseurs,
 - blocage de vanne,

- modification de la ligne de traitement des mâchefers,
- changement de manches troués sur le filtre de la ligne 1.

Le mois de décembre 2002 a été le premier mois de fonctionnement normal de l'usine.

Pour l'année 2003, les résultats sont les suivants :

- 48 jours d'arrêt sur la ligne 1 et 20 jours d'arrêt sur la ligne 2 ;
- principaux motifs d'arrêt :
 - tests,
 - nettoyage des réacteurs,
 - dépassement des taux de poussières et changements des manches des filtres,
 - mise en place d'un nouveau compteur,
 - changement du roulement du ventilateur,
 - réparation du puits à mâchefers,
 - maintenance de l'extracteur à mâchefers ;
- dépassements ponctuels des seuils d'émission atmosphérique (tableau 12).

TABLEAU 12

JOURS DE DÉPASSEMENT DES SEUILS DE REJETS ATMOSPHÉRIQUES POUR CHAQUE LIGNE EN 2003 ET VALEURS MAXIMALES ATTEINTES

Paramètre mesuré (valeur seuil)	Ligne 1		Ligne 2	
	Nombre total de jours de dépassement des seuils réglementaires	Valeur maximale atteinte (mg/Nm ³)	Nombre total de jours de dépassement des seuils réglementaires	Valeur maximale atteinte (mg/Nm ³)
HCl (10 mg/Nm ³)	3	13,2	0	Sans objet
CO (100 mg/Nm ³)	4	719,5	6	409,5
SO ₂ (20 mg/Nm ³)	0	Sans objet	1	25,6
NO (200 mg/Nm ³)	21 *	277,2	3	208
Poussières (5 mg/Nm ³)	8	35,4	3	19
Vitesse d'émission (sup. à 12)	1	10,4 m/s (vitesse minimale observée)	0	Sans objet

* Dont 16 jours en décembre 2003.

6.6 Mise aux normes à effectuer

En juillet 2003, la Cacem a confié à la Socotec une étude de mise en conformité de son incinérateur, en vue de la future application de l'arrêté du 20 septembre 2002. Même si lors de sa mise en route en juillet 2002, l'UIOM de la Cacem respectait déjà la réglementation en matière d'émissions, notamment pour les dioxines, certains aménagements restaient encore à réaliser. La comparaison entre l'arrêté de 2002 et l'arrêté d'autorisation d'exploitation du site a permis de mettre en évidence un certain nombre de mises en conformité devant être réalisées avant le 28 décembre 2005.

Sept non-conformités ont été ciblées par cette étude, parmi lesquelles nous ne rapporterons que celles pouvant avoir un impact sur la qualité des rejets atmosphériques.

6.6.1 INDISPONIBILITÉS

"Dans l'arrêté de 2002, il est prévu que les périodes d'indisponibilités des dispositifs de traitement engendrant le dépassement des valeurs limites de rejet soient au maximum de 4 heures sans interruption et d'un total de 60 heures par an et par four. De plus, pendant ces périodes, la concentration en poussières ne doit pas dépasser 150 mg/Nm³ et les valeurs limites en CO et COT ne peuvent être dépassées. Or, en 2003, les consignes d'exploitation intègrent des durées d'indisponibilité de 8 heures consécutives et de 96 heures par an et la teneur en poussières peut atteindre les 600 mg/m³. Ces consignes devront être modifiées."

6.6.2 CONDITIONS DE RESPECT DES VALEURS LIMITES DU REJET DANS L'AIR

"Les moyennes sont calculées en tenant compte des périodes de démarrage, d'arrêt et d'indisponibilités. Le calcul de moyenne n'intègre pas les intervalles de confiance. Il n'y a pas de paramètres définis

pour la validation des moyennes journalières. De ce fait, le logiciel d'exploitation des données devra être modifié ou remplacé afin que les différentes moyennes soient calculées en accord avec la nouvelle réglementation."

6.6.3 CONDITIONS GÉNÉRALES DE LA SURVEILLANCE DES REJETS

"L'arrêté de 2002 précise que les appareils de mesure en continu doivent être vérifiés périodiquement par un organisme compétent et étalonnés par un organisme accrédité Cofrac", ce qui n'était pas le cas lors de l'étude de mise en conformité.

6.6.4 SURVEILLANCE DES REJETS ATMOSPHÉRIQUES

"L'arrêté de 2002 prévoit la mesure en continu du COT. L'UIOM de Fort-de-France doit donc s'équiper de cet analyseur de COT".

"D'autre part, un seul contrôle par un organisme extérieur est prévu, alors que l'arrêté de 2002 en prévoit 2."

6.6.5 SURVEILLANCE DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT AU VOISINAGE DE L'EXPLOITATION

"L'exploitant doit mettre en place un programme de surveillance de l'impact de l'installation sur l'environnement concernant au moins les dioxines et les métaux avec une vérification annuelle." À ce jour, un point zéro – intégrant les paramètres HCl, métaux, poussières, COV, SO₂, NOx et dioxines et furanes – a été réalisé en 2001 (tableau 9). Une deuxième série de mesures environnementales a également été réalisée en 2003 (tableaux 10 et 11).

7. Discussion

7.1 Synthèse des résultats

7.1.1 DONNÉES DE CONTRÔLE EXTERNE, EN SORTIE DE CHEMINÉE

Au vu des informations recueillies, il s'avère que les quantités de polluants émis en sortie de cheminée sont conformes à la réglementation. L'ensemble des concentrations mesurées pendant les essais est conforme aux valeurs limites fixées par l'arrêté préfectoral. Seules certaines vitesses d'émissions des fumées mesurées en janvier 2003 et novembre 2004 (ligne 1) sont inférieures à la valeur limite minimale.

De ce fait, le risque encouru par la population vivant ou travaillant dans les zones exposées au panache de l'UIOM est du même ordre de grandeur que celui estimé par le rapport de la SFSP pour les UIOM récentes.

Comme présenté précédemment, ce risque est faible puisque, notamment pour les cancers, il n'excède pas 10^{-5} pour les métaux lourds et $1,2 \cdot 10^{-5}$ pour les dioxines (en considérant l'approche de l'US-EPA et les deux voies d'exposition, inhalation et ingestion).

En ne considérant que la voie d'inhalation (hypothèse la plus proche de la réalité) le nombre de cancers en excès dans la population exposée aux dioxines émises par l'UIOM serait de 0,037 cas sur 70 ans.

7.1.2 DONNÉES ENVIRONNEMENTALES

L'analyse des mesures environnementales réalisées en 2001 et 2003, sur les points 2 et 3 (École primaire Eudarc et Bureau des affaires maritimes) montre une diminution des concentrations en dioxines dans l'air ou dans le sol. Par contre les mesures effectuées entre 2001 et 2003 au niveau du point 1 (zone sous l'influence de la décharge de la Trompeuse) montrent une élévation de la concentration en dioxine dans le sol. Celle-ci passant de 0,88 (2001) à 5 pg I-TEQ/g MS de sol (2003). Ce point de prélèvement n'est pas directement exposé aux émissions de l'UIOM (il est au vent de l'usine), par contre, il est directement sous l'influence de la décharge de la Trompeuse. Cette décharge a connu de nombreux incendies ces dernières années (24 entre 1998 et 2004). Compte tenu de la nature des déchets brûlant lors de ces incendies, de fortes quantités de dioxines sont produites. Cela pourrait expliquer en partie le fait de retrouver des quantités de dioxines dans le sol, 5 fois plus élevées au niveau du point 1 entre 2001 et 2003.

Compte tenu des données disponibles et des connaissances scientifiques actuelles, on peut considérer que le risque sanitaire résultant des émissions de l'UIOM de la Cacem est extrêmement faible. Les émissions, notamment de dioxines, émises par cette usine, sont bien en deçà des normes en vigueur et les concentrations atmosphériques de la zone exposée, en moyenne journalière, sont inférieures aux valeurs retrouvées en milieu urbain dans la littérature.

7.2 Validité des données

Les données utilisées pour caractériser le risque sanitaire lié aux émissions atmosphériques de l'UIOM de la CACEM ne portent que sur deux années d'exploitation. Nous n'avons donc que peu de recul sur les émissions de cet incinérateur. De plus, les mesures effectuées par les organismes extérieurs, à la fois en sortie de cheminée et dans l'environnement de l'incinérateur ont été recueillies lors de campagnes de mesures très courtes, de l'ordre de 1 à 3 jours. Pour avoir une idée plus précise des émissions de cet incinérateur, il aurait fallu disposer de plusieurs années de recul sur des données recueillies sur de plus longues durées.

7.3 Choix méthodologique

Dans cette étude, seule la voie d'inhalation a été prise en compte pour caractériser le risque sanitaire encouru par les populations riveraines. Cette approche a semblé la plus réaliste compte tenu de l'environnement de l'usine et de la structure socio-économique des zones exposées (zones urbaines ou péri-urbaines, sans activité agricole d'importance). Il est toutefois possible que des potagers et/ou des élevages domestiques soient disséminés dans la zone sous influence du panache de l'UIOM. Les personnes qui s'alimenteraient principalement à partir des produits de leur jardin cumuleraient à la fois une exposition par la voie d'inhalation et une exposition indirecte par ingestion.

Compte tenu des connaissances sur la proportion de personnes s'alimentant à partir des productions de leur jardin en Martinique ($\approx 10\%$ - enquête Escal 2004) et de la taille totale de la population exposée (66 000), on peut estimer qu'environ 6 600 personnes sont exposées aux dioxines, à la fois par la voie d'inhalation et par la voie d'ingestion.

Comme vu précédemment, le risque cancérigène sur une période de 70 ans, pour des personnes cumulant les deux voies d'exposition est de $1,2 \cdot 10^{-5}$. Pour la population d'étude, le nombre de cas de cancers en excès dus aux émissions de dioxines de l'UIOM serait donc de 0,079. Là encore, le nombre de cas est extrêmement faible.

8. Conclusion

Cette étude confirme que l'UIOM de la Cacem, dans son mode de fonctionnement actuel, respecte la réglementation en vigueur. De ce fait les risques sanitaires liés aux émissions de cette usine sont très faibles. Le maintien de ces risques sanitaires à un niveau très bas dépend du respect des normes d'émission.

Il est donc important que les résultats des contrôles annuels, réalisés par des sociétés externes, soient transmis et analysés régulièrement.

D'autre part, il est indispensable que l'ensemble des mesures de mise aux normes, préconisées dans le rapport de la Socotec soient réalisées.

Si le risque sanitaire est faible, il n'en demeure pas moins que des nuisances (principalement olfactives) peuvent être ressenties par les riverains les plus proches de l'usine, principalement au niveau du quartier "Les Hauts de Dillon". Il est important que ces nuisances soient prises en considération et diminuées par l'exploitant dans le cadre de son process.

Étude des risques sanitaires liés au fonctionnement de l'usine d'incinération d'ordures ménagères de la Cacem (Martinique)

Lors du Comité d'hygiène et de sécurité de la DSDS de Martinique du 19 mai 2006, les représentants syndicaux ont demandé à ce que le calcul de risque "vie entière" soit réalisé sur 100 ans et non 70 ans.

De ce fait, en tenant compte d'une durée d'exposition vie entière de 100 ans, le nombre attendu de cancer en excès, pour la voie d'inhalation, est de 0,052. Ce nombre est de 0,037 pour une durée d'exposition de 70 ans.

Si on maximise le risque en tenant compte à la fois de la voie d'inhalation et de la voie d'ingestion, le nombre attendu de cas de cancer en excès est de 0,11. Ce nombre est de 0,079 pour une durée d'exposition de 70 ans.

Fort-de-France, le 26 avril 2006

Références bibliographiques

- [1] Ademe-AGHTM. Incinération des déchets ménagers en France – Situation en 2000 – Évolution et perspective au 31 décembre 2002.
- [2] Grimot M, Ornellas C. L'usine d'incinération d'Ordures ménagères de Cluny – Rapport après contradictoire ; octobre 2002.
- [3] Arrêté du 25 janvier 1991 relatif aux installations d'incinération de résidus urbains. <http://aida.ineris.fr/textes/arretes/text0318.htm>
- [4] Arrêté du 10 octobre 1996 relatif aux installations spécialisées d'incinération et aux installations de co-incinération de certains déchets industriels spéciaux. <http://aida.ineris.fr/textes/arretes/text0006.htm>
- [5] Arrêté du 20 septembre 2002 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux. <http://aida.ineris.fr/textes/arretes/text3343.htm>
- [6] SFSP. L'incinération des déchets ménagers et la santé publique : bilan des connaissances récentes et évaluation du risque. Collection Santé et Société, n° 7. Édition Lavoisier ; novembre 1999.
- [7] Nerrière E, Zimrou D. Évaluation du risque pour la santé lié aux émissions atmosphériques des incinérateurs soumis aux nouvelles valeurs limites de l'Union européenne. Rapport final ; septembre 2001.
- [8] Comité de la prévention et de la précaution. Les incinérateurs d'ordures ménagères : quels risques ? Quelles politiques ? Rapport final ; octobre 2004.

Annexe 1. Valeurs limites de rejets pour les effluents aqueux issus des installations

Paramètre	Valeur limite de rejet exprimée en concentration massique pour des échantillons non filtrés
1. Total des solides en suspension	30 mg/l
2. Carbone organique total (COT)	40 mg/l
3. Demande chimique en oxygène (DCO)	125 mg/l
4. Mercure et ses composés, exprimés en mercure (Hg)	0,03 mg/l
5. Cadmium et ses composés, exprimés en cadmium (Cd)	0,05 mg/l
6. Thallium et ses composés, exprimés en thallium (Tl)	0,05 mg/l
7. Arsenic et ses composés, exprimés en arsenic (As)	0,1 mg/l
8. Plomb et ses composés, exprimés en plomb (Pb)	0,2 mg/l
9. Chrome et ses composés, exprimés en chrome (Cr)	0,5 mg/l (dont Cr ⁶⁺ : 0,1 mg/l)
10. Cuivre et ses composés, exprimés en cuivre (Cu)	0,5 mg/l
11. Nickel et ses composés, exprimés en nickel (Ni)	0,5 mg/l
12. Zinc et ses composés, exprimés en zinc (Zn)	1,5 mg/l
13. Fluorures	15 mg/l
14. CN libres	0,1 mg/l
15. Hydrocarbures totaux	5 mg/l
16. AOX	5 mg/l
17. Dioxines et furanes	0,3 ng/l

Annexe 2. Effets sanitaires connus des polluants émis par les UIOM

LES DIOXINES ET LES FURANES

Chez l'homme, de nombreux effets subaigus ont été décrits mais sont, pour la plupart, non spécifiques. L'effet aigu le plus caractéristique, imputable aux dioxines et furanes, est l'acnée chlorique (ou chloacnée). Les altérations du système enzymatique hépatique ainsi que l'atteinte des conduction nerveuses ont également été décrites. Les effets sur le système immunitaire sont encore très discutés. Concernant les effets chroniques, quatre catégories de cancer sont associées à ces substances : cancers broncho-pulmonaires, lymphomes non hodgkiniens, sarcomes des tissus mous, cancer du foie. Une baisse de la fertilité et des malformations congénitales sont retrouvées dans certaines études ainsi qu'une proportion plus élevée de filles parmi les nouveau-nés.

L'US-EPA retient que les HAPC agissent en cancérrogènes complets, donc sans seuil. D'autres, comme l'OMS, constatent qu'il existe des arguments forts en faveur d'un effet uniquement promoteur de la cancérogénèse par les HAPC et donc qu'il existe un seuil pour les effets toxiques.

LES POUSSIÈRES

Les effets biologiques des particules peuvent être classés schématiquement sous trois rubriques :

- immunotoxiques donc allergiques ;
- génotoxiques donc cancérrogènes ;
- réactions inflammatoires non spécifiques.

La composition chimique des particules détermine largement la nature des effets biologiques et sanitaires. Cependant, au-delà de leurs caractéristiques chimiques, le caractère irritant des particules inhalées entraîne des phénomènes inflammatoires bien décrits.

LES MÉTAUX LOURDS

Le cadmium

Le rein est le principal organe cible du cadmium. Une exposition à long terme peut entraîner une néphropathie pouvant évoluer vers une insuffisance rénale.

Il a été observé des atteintes du squelette comme l'ostéomalacie et l'ostéoporose diffuse liées à une excrétion excessive de calcium.

Différentes études épidémiologiques ont montré que le cadmium pouvait jouer un rôle dans l'hypertension artérielle.

Concernant les effets sur la reproduction et le développement, il a été observé chez les rongeurs qu'une exposition aiguë provoque des atteintes testiculaires et une diminution de la fertilité des mâles : l'impact reste faible sur la population humaine masculine.

Expérimentalement, l'exposition pré et postnatale au cadmium produit des effets foetotoxiques et tératogènes chez plusieurs familles de rongeurs. De plus, l'exposition maternelle au cadmium entraîne une accumulation placentaire préférentielle de celui-ci par rapport au zinc. Ceci pourrait engendrer une réduction de la croissance fœtale. Les données épidémiologiques ne confirment pas ces données expérimentales.

Le Circ (Centre international de recherche contre le cancer) a classé le cadmium dans le groupe 1 des substances cancérigènes pour l'Homme (1993). Les experts de l'Union européenne ont classé dans leur groupe 2 des substances probablement cancérigènes pour l'Homme le chlorure de cadmium, l'oxyde de cadmium, le sulfate de cadmium. Seul le sulfure de cadmium a été classé dans le groupe 3 des substances préoccupantes pour l'Homme en raison des effets cancérigènes possibles. L'US-EPA a classé le cadmium dans le groupe B1 des substances probablement cancérigène pour l'Homme (1987).

Le plomb

Les organes cibles les plus sensibles au plomb sont les systèmes nerveux périphérique et central, et le système hématopoïétique.

Effets sur le système nerveux central

On observe des encéphalopathies aiguës chez les adultes pour de fortes intoxications (plombémie > 1 000 µg/l de sang). Pour des concentrations inférieures à 1 000 µg/l, on peut observer des troubles neurologiques chez l'adulte comme chez l'enfant. Cependant, ces troubles sont peu spécifiques à une intoxication au plomb.

Effets sur le système nerveux périphérique

Pour une plombémie supérieure à 1 200 µg/l, on peut observer des paralysies partielles, notamment des membres supérieurs. Les niveaux d'intoxications actuels étant nettement en deçà des 1 200 µg/l, on

observe des manifestations infracliniques avec une diminution de la vitesse de conduction nerveuse.

Effets hématologiques

On peut observer une anémie de type normochrome et normocytaire.

Pour l'Union européenne, seule l'arséniate de plomb est classé dans les substances cancérigènes (catégorie 1).

Pour le Circ, les chromates et arsénates de plomb sont considérés séparément et classés comme cancérigènes pour l'homme (groupe 1). Le plomb et ses dérivés inorganiques sont classés dans le groupe 2B des substances potentiellement cancérigènes pour l'homme

Pour l'US-EPA, le plomb et ses dérivés inorganiques sont classés dans le groupe B2 des substances potentiellement cancérigènes pour l'homme.

Le mercure

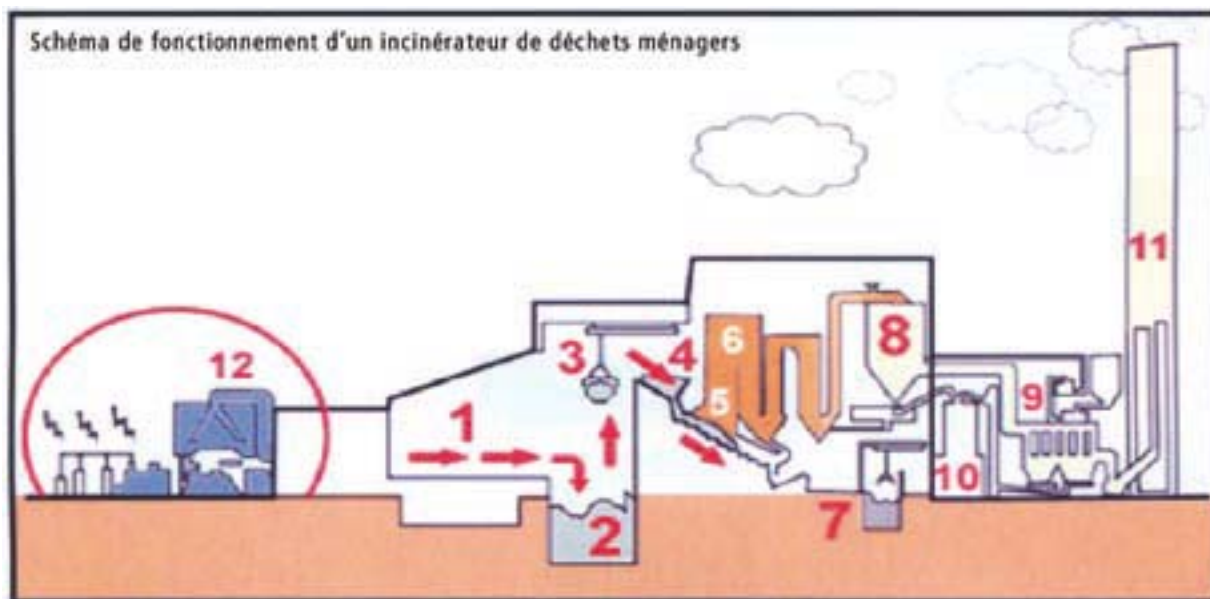
Les organes cibles du mercure élémentaire ou inorganique sont le système nerveux central et le rein. Pour le mercure élémentaire, on observe les symptômes suivants : tremblements des mains pouvant s'étendre à d'autres parties du corps, irritabilité, timidité excessive, perte de confiance, nervosité, insomnie. Des atteintes neuromusculaires ont aussi été rapportées.

Pour le mercure inorganique, on observe deux types d'atteinte rénale : tubulopathie et glomérulopathie.

L'organe cible du mercure organique est le système nerveux central. Le méthylmercure est particulièrement toxique pour le fœtus : on observe des anomalies du développement neurologique même si aucune intoxication maternelle n'est observée.

Pour l'Union européenne, aucune des 3 formes de mercure n'est classée vis-à-vis de son potentiel cancérigène. Pour le CIRC, seul le méthylmercure est considéré comme potentiellement cancérigène pour l'homme (groupe 2B). Pour l'US-EPA, les 3 formes de mercure sont classées comme substance cancérigène possible (groupe C).

Annexe 3. Schéma de fonctionnement d'un incinérateur de déchets ménagers



Source : N. Mabit, Fédération éco-citoyenne de Vendée.

1 - Arrivée des ordures

2 - Fosse à déchets

3 - Grues de chargement

4 - Trémie d'alimentation

5 - Grille d'incinérateur

6 - Chaudière

7 - Mâchefers

8 - Traitement des effluents gazeux

9 - Filtres à manche

10 - Cendres volantes

11 - Cheminée

12 - Turbines à vapeur

Étude des risques sanitaires liés au fonctionnement de l'usine d'incinération d'ordures ménagères de la Cacem (Martinique)

En Martinique, la mise en route en 2002 de l'UIOM de la Cacem sur le site de la Trompeuse à Fort-de-France a suscité des craintes d'une partie des riverains, mais aussi de la part de salariés travaillant dans la zone située sous le vent des fumées de l'UIOM. Une étude visant à étudier les risques sanitaires potentiels liés au fonctionnement de cette installation a été menée en 2005.

Au vu des informations recueillies, il s'avère que les quantités de polluants émis en sortie de cheminée sont conformes à la réglementation en vigueur depuis 2002. L'ensemble des concentrations mesurées pendant les essais est conforme aux valeurs limites fixées par arrêté préfectoral. Il s'avère donc que le risque encouru par la population vivant ou travaillant dans les zones exposées au panache de l'UIOM est du même ordre de grandeur que celui estimé par le rapport de la Société française de santé publique pour les UIOM récentes.

Ce risque est faible puisque, notamment pour les cancers, il n'excède pas 10^{-5} pour les métaux lourds et $1,2 \cdot 10^{-5}$ pour les dioxines.

En ne considérant que la voie d'inhalation comme source d'exposition (hypothèse la plus proche de la réalité), le nombre de cancers en excès dans la population exposée aux dioxines émises par l'UIOM serait de 0,037 cas sur 70 ans.

Cette étude montre que l'UIOM de la Cacem, dans son mode de fonctionnement actuel, respecte la réglementation en vigueur. De ce fait, les risques sanitaires liés aux émissions de cette usine sont très faibles. Le maintien de ces risques sanitaires à un niveau très bas dépend du respect des normes d'émission.

Survey on health hazards linked to Cacem solid waste incinerator, Martinique, French West Indies

In Martinique in 2002, on the Trompeuse area in Fort-de-France, the implementation of the Cacem solid waste incinerator raised concern among a part of the population living in the vicinity, and among employees working in the area exposed to the incinerator plume. A survey was carried out in 2005 to assess the potential health hazards linked to this facility.

The collected data show that the amount of pollutants released from the chimney meets the 2002 legal requirements. The concentrations measured during the tests comply with the threshold limit values determined by a decree of regional authorities. The risk for the population living or working in the areas exposed to the waste incinerator plume can be compared to the one estimated in the French public health society report for recent incinerators. This risk is low, concerning cancers particularly, as it does not exceed 10^{-5} for heavy metals and $1.2 \cdot 10^{-5}$ for dioxins.

If the inhalation route is considered as the only exposure source (and this hypothesis is the most likely to be true), the number of excess cancers in the population exposed to the dioxins released by the incinerator would be 0.037 cases over 70 years.

This survey shows that the Cacem incinerator meets the current legal requirements. Thus, the health hazards linked to the pollutant emissions of this plant are very low. The emission standards must be respected to help keeping health hazards at a very low level.