



ENSP
ECOLE NATIONALE DE
LA SANTE PUBLIQUE

RENNES

Ingénieur du Génie Sanitaire

Promotion 2005

**CONCEPTION DU PROGRAMME DE
SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE
AUTOUR DE L'INCINERATEUR D'ORDURES
MENAGERES DE LA TRONCHE (38)**

Présenté par :

Claire OUDOT

Ingénieur chimiste de l'ENSCR

Lieu du stage :

*Communauté d'agglomération
de Grenoble Alpes Métropole*

Référent professionnel :

Jean-Bernard GABET-FOURNIER

Référent pédagogique :

Denis BARD

Remerciements

Mes remerciements s'adressent aux personnes suivantes :

- ✓ M. Philippe GLASSER, pour m'avoir accueillie au sein du service Exploitation des Services Urbains de la communauté d'agglomération de Grenoble Alpes Métropole ;
- ✓ M. Jean-Bernard GABET-FOURNIER, pour m'avoir proposé de travailler sur ce sujet et pour m'avoir laissé une grande autonomie tout en étant disponible si nécessaire ;
- ✓ M. Denis BARD, pour son aide ;
- ✓ M. Stéphane VALLA, pour m'avoir renseigné sur le fonctionnement de l'usine, pour m'avoir transmis les informations recherchées ;
- ✓ Toutes les personnes du service qui ont participé à la réalisation de ce mémoire, aussi bien pour l'aspect financier (devis) que pratique ;
- ✓ L'ensemble du personnel et stagiaires du service Exploitation des Services Urbains et du Service Administratif Commun, pour leur accueil et leur sympathie ;
- ✓ Les intervenants extérieurs, pour leurs informations ou leur collaboration active :
 - Mme Francine BERTIER du MEDD ;
 - M. Stéphane SOCQUET de l'ASCOPARG ;
 - Mme Agnès TELOUK, du laboratoire CARSO ;
 - Les personnels des services environnement des communes de Grenoble, Meylan, La Tronche et Saint Martin d'Hères ;
 - M. Gérard LOUBET, Ingénieur chimiste de l'usine d'incinération de La Tronche ;
 - Tous les particuliers qui ont accepté de participer au programme de surveillance.

Merci enfin à toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la rédaction de ce rapport et qui ont contribué au bon déroulement de ce stage.

Sommaire

INTRODUCTION	1
1 LES RAISONS DE LA SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE APPLIQUEE AUX UIOM	3
1.1 Les UIOM : quels rejets, quels impacts ?	3
1.2 Réglementation applicable aux UIOM vis-à-vis des rejets atmosphériques ..	8
1.3 Le programme de surveillance environnementale	9
2 PRESENTATION DE L'USINE D'INCINERATION D'ATHANOR	12
2.1 Historique de l'intercommunalité	12
2.2 Généralités	12
2.3 Situation géographique.....	13
2.4 Tonnages entrants.....	14
2.5 Caractéristiques techniques.....	15
2.6 Rejets atmosphériques	15
3 CONCEPTION DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE	20
3.1 Contexte sanitaire et environnemental.....	20
3.2 Détermination de la zone d'influence de l'incinérateur.....	20
3.3 Identification des autres sources d'émission de dioxines et furannes et métaux lourds	30
3.4 Choix des substances à analyser	32
3.5 Choix des milieux récepteurs	33
3.6 Etablissement du plan d'échantillonnage	36
3.7 Coût des analyses	39
4 PRESENTATION DES PREMIERS RESULTATS DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE.....	40
4.1 Sol	40
4.2 Salades	41
4.3 Oeufs.....	42
4.4 Lichens	45

CONCLUSION	47
BIBLIOGRAPHIE.....	49
LISTE DES ANNEXES.....	LI

Liste des sigles utilisés

ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments
ASTEE : Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement
ASCOPARG : ASSociation pour le CONtrôle et la Préservation de l'Air dans la Région Grenobloise
BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières
BTEX : benzène, toluène, éthylbenzène et xylène
CAREPS : Centre Rhône-Alpes d'Epidémiologie et de Prévention Sanitaire
CCI : Chambre de Commerce et d'Industrie C
CIAG : Compagnie de Chauffage Intercommunale de l'Agglomération Grenobloise
CITEPA : Centre Interprofessionnel Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique
COT : Carbone organique total
COV : Composés Organiques Volatils
CSDU : Centre de Stockage des Déchets Ultimes
DMA : Déchets ménagers et assimilés
DRIRE : Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement
EDF : Electricité De France
EPA : Agence américaine de protection de l'environnement
EPER : Registre Européen des Emissions Polluantes
ERS : Evaluation des Risques Sanitaires
FITNAH : Flow over Irregular Terrain with Natural and Anthropogenic Heat-sources
INSERM : Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale
LASAT : Lagrange-Simulation of Aerosol Transport
MEDD : Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable
Métro : Communauté d'agglomération de Grenoble Alpes Métropole
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
PCB : Polychlorobiphényle
PCDD : Polychlorodibenzodioxines
PCDF : Polychlorodibenzofurannes
REFIOM : Résidus d'Épuration de Fumées de l'Incineration des Ordures Ménagères
RIVM : Institut National de Santé Publique et de l'Environnement des Pays-Bas
SCF : Scientific Committee on Food
SIEPARG : Syndicat Intercommunal d'Etudes et de Programmation pour l'Aménagement de la Région Grenobloise
SIEPURG : Syndicat intercommunal d'Etudes des Problèmes d'Urbanisme
SIRG : Syndicats Intercommunaux de Réalisation de la Région

SFSP : Société Française de Santé Publique

STEP : Station d'épuration

UIOM : Usine d'Incinération des Ordures Ménagères

VTR : Valeur Toxicologique de Référence

Glossaire

Collecte sélective : collecte de certains flux de déchets (recyclables secs et fermentescibles), préalablement séparés par les producteurs, en vue d'une valorisation ou d'un traitement spécifique

Déchet : tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné, ou que son détenteur destine à l'abandon

Déchets industriels banals : déchets industriels banals, pouvant être traités avec les ordures ménagères sans sujétion technique particulière

Déchets ménagers et assimilés : déchets non dangereux des ménages ou provenant des entreprises industrielles, des artisans, commerçants, écoles, services publics, hôpitaux, services tertiaires et collectés dans les mêmes conditions

Dose journalière admissible (DJA) : la dose journalière admissible est la valeur toxicologique de référence utilisée pour les effets toxiques à seuil quand l'exposition a lieu par voie orale ou cutanée. Elle s'exprime généralement en mg/kg.j (milligramme de substance chimique par kilo de poids corporel et par jour). La DJA définit la quantité maximale théorique d'agent toxique qui peut être administrée à un individu, issu d'un groupe sensible ou non, sans provoquer d'effet nuisible à sa santé

Excès de risque collectif : estimation du nombre de cancers en excès, lié à l'exposition étudiée, qui devrait survenir au cours de la vie d'un groupe d'individus

Excès de risque individuel : probabilité que la cible a de développer l'effet associé à une substance cancérogène pendant sa vie, du fait de l'exposition considérée

Excès de risque unitaire : probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu contracte un cancer s'il est exposé pendant une vie entière fixée à 70 ans, 24h/24 à une concentration unitaire de substance cancérogène

Exposition : désigne, dans le domaine sanitaire, le contact entre une situation ou un agent dangereux et un organisme vivant. L'exposition peut aussi être considérée comme la concentration d'un agent dangereux dans le ou les milieux pollués mis en contact avec l'homme.

Immission : concentration d'une substance chimique dans l'air ambiant

Mâchefers : résidus résultant de l'incinération des déchets et sortant du four. Ils peuvent être valorisés, essentiellement en infrastructure routière ou stockés en CSDU de classe II

Modélisation : équation mathématique permettant de reproduire un phénomène physique, biologique ou chimique. Elle est notamment utilisée pour simuler le devenir et le transfert des polluants dans les différents compartiments environnementaux

Quotient de danger (QD) : rapport entre l'estimation d'une exposition (exprimée par une dose ou une concentration pour une période de temps spécifiée) et la VTR* de l'agent dangereux pour la voie et la durée d'exposition correspondantes. Le QD (sans unité) n'est pas une probabilité et concerne uniquement les effets à seuil

Ratio de danger : utilisé pour caractériser le risque liés aux toxiques systémiques. Il correspond à la dose (ou concentration) journalière d'exposition divisée par la dose (ou concentration) toxicologique de référence

Risque : probabilité de survenue d'un danger* (sans unité).

TEQ : valeur donnant une estimation du risque. Elle est obtenue en attribuant à chaque congénère de dioxines et furannes un coefficient de toxicité. Ce coefficient de toxicité (TEF) a été estimé en comparant l'activité du composant à celle du 2,3,7,8 – TCDD. Le

TEQ d'un mélange de congénères est la multiplication des TEF de tous les congénères présents

Scénario d'exposition : définit toutes les caractéristiques physiologiques et comportementales de l'être humain qui sont utilisées pour modéliser l'exposition, notamment : l'âge, le poids, le sexe, le volume respiratoire, la surface cutanée, le budget espace-temps, l'activité réalisée sur le site, la consommation alimentaire, l'ingestion de sol, etc.

Valeur toxicologique de référence (VTR) : appellation générique regroupant tous les types d'indice toxicologique qui permettent d'établir une relation entre une dose et un effet (toxique à seuil d'effet) ou entre une dose et une probabilité d'effet (toxique sans seuil d'effet). Les VTR sont établies par des instances internationales (l'OMS ou le CIPR, par exemple) ou des structures nationales (US-EPA et ATSDR aux Etats-Unis, RIVM aux Pays-Bas, Health Canada, CSHPF en France, etc.)

Valorisation énergétique : récupération de l'énergie produite par les déchets

Liste des tableaux

Tableau 1 : Valeurs toxicologiques de référence par voie d'exposition pour les polluants à effets systémiques [CAREPS, 2004]	6
Tableau 2 : Valeurs toxicologiques de référence par voie d'exposition pour les polluants à effet sans seuil [CAREPS, 2004]	7
Tableau 3 : Valeurs d'émission en mg/Nm ³ imposées par l'arrêté ministériel du 25 janvier 1991 en fonction de la capacité nominale des UIOM	8
Tableau 4 : Moyenne des mesures réalisées sur les trois fours de 1994 à 2004	17
Tableau 5 : Niveaux de rejets de polluants attendus avec le nouveau système de traitement des fumées	19
Tableau 6 : Résultats de mesures dans les retombées atmosphériques	27
Tableau 7 : Concentrations typiques de dioxines et furannes dans des collecteurs de précipitations [INERIS, 2001]	28
Tableau 8 : Valeurs de référence et résultats de mesures dans les sols	28
Tableau 9 : Résultats de mesures dans les végétaux	29
Tableau 10 : Emissions de dioxines par secteur industriel en France en 2002 (CITEPA)	30
Tableau 11 : Métaux émis dans l'air par type d'installation industrielle en France [EPER, 2001]	31
Tableau 12 : Coût hors taxe des différences prestations	39
Tableau 13 : Résultats des mesures dans les sols	40
Tableau 14 : Résultats des mesures de dioxines et furannes dans les salades	42
Tableau 15 : Résultats des mesures de dioxines et furannes dans les œufs	42
Tableau 16 : Concentration en dioxines et furannes dans les œufs de poule en fonction du taux de contamination des sols d'élevage [AFSSA, InVS, 2003]	42
Tableau 17 : Contribution des œufs à l'exposition aux dioxines suivant leur origine : La Taillat ou La Tronche. Comparaison à la situation moyenne nationale	45
Tableau 18 : Résultats des dosages dans les lichens	46

Liste des figures

Figure 1 : Voies d'expositions aux substances émises à l'incinération [AFSSA, InVS, 2003]	5
Figure 2 : Schéma de principe de l'évolution des niveaux de contamination en dioxines et furannes des milieux récepteurs sous influence des rejets atmosphériques d'une UIOM, sous hypothèse d'un bruit de fond constant (cas d'une installation nouvelle et d'une installation existante).....	10
Figure 3 : Localisation de l'UIOM d'Athanor	14
Figure 4 : Historique des entrants à l'UIOM entre 1995 et 2004	14
Figure 5 : Evolution des moyennes annuelles en poussières, HCl, CO et SO ₂	16
Figure 6 : Comparaison des valeurs de SO ₂ mesurées annuellement et en continu (période d'étude : 1996 – 2004).....	17
Figure 7 : Vue aérienne en 3 dimensions du site d'Athanor.....	21
Figure 8 : Rose locale des vents établie à partir des données issues du mât implanté sur le site d'Athanor, de juillet 2002 à juin 2005.....	22
Figure 9 : Fréquence des classes de stabilité	22
Figure 10 : Fréquence des vitesses du vent	22
Figure 11 : Concentrations en dioxines et furannes dans les retombées sèches en pg/m ² /jour – situation actuelle	24
Figure 12 : Concentration en dioxines et furannes dans les retombées en pg/m ² /jour – après mise aux normes du système de traitement des fumées.....	25
Figure 13 : Localisation des points de prélèvements – Campagne d'analyses environnementales 2004.....	27
Figure 14 : Localisation des prélèvements de sol, d'œufs et de salade réalisés pour la campagne 2005 en fonction des zones de retombées modélisées	37
Figure 15 : Localisation des collecteurs de précipitation en fonction des zones de retombées modélisées	38
Figure 16 : Localisation des prélèvements de lichens en fonction des zones de retombées modélisées	38

INTRODUCTION

L'Usine d'Incinération des Ordures Ménagères (UIOM) de la commune de La Tronche, d'une capacité de 185 000 tonnes, a été mise en service en 1972. Elle traite principalement les déchets ménagers et assimilés issus du territoire de la communauté d'agglomération ou apportés dans le cadre des conventions signées entre la Métro et d'autres collectivités. L'énergie produite par la combustion de ces déchets est valorisée sous deux formes : production d'électricité et fourniture de vapeur au réseau de chauffage urbain.

La réglementation applicable aux UIOM, dont l'objectif est d'assurer la protection de la santé et de l'environnement, s'est renforcée depuis les années 1990, fixant des valeurs limites à l'émission de plus en plus sévères pour un plus grand nombre de polluants. Notamment, les UIOM devront respecter la valeur limite d'émission pour les dioxines de 0,1 ng I-TEQ/Nm³ au 28 décembre 2005. Cette évolution de la réglementation a entraîné une modification importante du parc d'incinérateurs en France, les installations émettrices de polluants en quantités jugées trop importante ayant été progressivement fermées par l'administration.

L'UIOM de La Tronche a ainsi dû modifier son process pour répondre aux évolutions réglementaires :

- ✓ Changement des 3 fours et mise en place d'un système de traitement des fumées en 1996 pour répondre aux exigences de l'arrêté ministériel du 25 janvier 1991 ;
- ✓ Des travaux de mise aux normes du système de traitement des fumées sont en cours pour satisfaire les exigences de l'arrêté ministériel du 20 septembre 2002.

L'arrêté de 2002 prévoit notamment la mise en place d'un programme de surveillance environnementale, concernant au moins les dioxines et les métaux lourds, à la charge de l'exploitant. Ce programme, d'une fréquence annuelle, a pour objectifs de :

- ✓ S'assurer du bon fonctionnement de l'usine d'incinération (c'est-à-dire vérifier que les limites d'émission ont bien été respectées) ;
- ✓ Surveiller l'influence de l'installation sur l'environnement, année après année.

Ainsi, des mesures de réduction des émissions de l'UIOM pourront être mises en œuvre en cas d'élévation anormale des taux de contamination des milieux environnementaux liée à un dysfonctionnement de l'installation.

La première partie de ce mémoire est consacrée à une revue de la littérature et des connaissances scientifiques actuelles sur les rejets des UIOM, ainsi que des exigences réglementaires existantes.

Une présentation du fonctionnement technique de l'UIOM de La Tronche et l'analyse de ses rejets s'avère ensuite nécessaire afin d'estimer le potentiel de contamination en dioxines et métaux lourds dans l'environnement.

Enfin, la conception du programme de surveillance et l'interprétation des premiers résultats sont présentées.

Les éléments recueillis ont permis de mener une réflexion sur la pertinence des milieux récepteurs à analyser dans le cadre du programme de surveillance environnementale, et d'aborder les difficultés d'interprétation de certains indicateurs, qui se sont avérés non adaptés.

1 LES RAISONS DE LA SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE APPLIQUEE AUX UIOM

1.1 Les UIOM : quels rejets, quels impacts ?

1.1.1 Etat des lieux de l'incinération en France

L'incinération est un mode de traitement qui permet de réduire la masse des déchets des deux tiers et leur volume des neuf dixièmes, tout en récupérant de l'énergie. Ce mode de traitement entraîne des émissions atmosphériques conséquentes, qui nécessitent la mise en place de techniques d'épuration des fumées pour réduire les rejets de polluants.

La France dispose du plus grand parc d'incinérateurs de l'Union Européenne. Celui-ci a connu une évolution importante ces dernières années (300 unités en 1998, 125 au début de l'année 2003), les installations émettrices de polluants en quantités jugées trop importante ayant été progressivement fermées par l'administration. Ces fermetures ont concerné essentiellement les petites unités (<6t/h) qui ne pouvaient pas assumer le coût d'une mise aux normes des rejets atmosphériques.

En 2002, 13 millions de tonnes de déchets ont été incinérés. La quasi totalité (94%) de ces déchets ont été incinérés avec valorisation thermique [ADEME, 2002].

1.1.2 Caractérisation des déchets incinérés

Les déchets incinérés en France sont principalement :

- ✓ Les déchets ménagers et assimilés (DMA) qui correspondent aux déchets des ménages, déduction faite des encombrants et des déchets verts, et comprend une part de déchets industriels (petites entreprises, commerces...) collectés avec les ordures ménagères ;
- ✓ Les déchets de l'assainissement (boues et assainissement industriel) ;
- ✓ Les déchets d'activités de soins à risque infectieux ;
- ✓ Les déchets industriels banals (refus de centres de tri, de déchetteries...).

En 2002, les DMA ont représenté 85% des déchets traités par incinération.

La nature des déchets incinérés est extrêmement hétérogène et est sujette à des variations saisonnières. Ces DMA sont principalement composés de déchets putrescibles, de papiers, cartons, textiles, plastiques, verres et de métaux. Ils contiennent également une fraction (0,5 %) de déchets ménagers spéciaux à caractère dangereux comme les piles, les solvants organiques, les huiles usées... Les déchets d'équipement électriques et électroniques représentent environ 5% des déchets ménagers et assimilés.

1.1.3 Emissions atmosphériques des UIOM

Les émissions de produits toxiques des UIOM ont considérablement diminué par rapport au début des années 1990, du fait d'une réglementation des émissions de plus en plus sévère. Par exemple, la baisse était de près de 80% pour les dioxines en 2001. Une nouvelle diminution importante devrait être obtenue en 2006, par l'application des nouvelles valeurs limites de rejets.

La combustion des ordures ménagères s'effectue à haute température et les gaz de combustion atteignent 900 à 1000°C, mais la température baisse ensuite rapidement en sortie de four. Les émissions de polluants sont hétérogènes (du fait de la nature même

des déchets) et leurs caractéristiques se modifient lors de leur refroidissement ou de leur dispersion dans l'environnement [CPP, 2004].

Une tonne d'ordures ménagères génère 5 200 m³ de fumées, qui contiennent des polluants qu'il faut capter, tels des poussières, des composés minéraux, des métaux lourds ou des composés organiques [ADEME, 2002].

A) Poussières

10 à 30 kilos de poussières sont produits par tonne de déchet, avant traitement des fumées. L'épuration des fumées dans les UIOM aux normes en vigueur permet une réduction d'au moins 99% des particules. Les poussières mesurées en sortie de cheminée sont les particules inférieures à 10 µm (PM₁₀).

B) Composés minéraux

Une tonne de déchet produit 1,5 à 2 kg de SO₂, 2 à 2,5 kg de NO_x et 6 à 7 kg de HCl. La majeure partie de ces polluants est captée par les systèmes de traitement des fumées [SFSP, 1999].

C) Métaux

Les déchets à incinérer contiennent environ 4% de métaux, dont une partie se retrouve sous forme gazeuse ou particulaire dans les fumées. En 2001, les UIOM étaient à l'origine de [CPP, 2003] :

- ✓ 1,8 tonnes de cadmium, soit 16% du total national ;
- ✓ 13,8 tonnes de mercure, soit 12 % du total national ;
- ✓ 15,8 tonnes de plomb, soit 9% du total national ;
- ✓ 5,2 tonnes de cuivre, soit 6% du total national ;
- ✓ 170 tonnes de zinc, soit 13% du total national.

D'autres métaux (arsenic, nickel, chrome, antimoine...) sont également rejetés à l'atmosphère par les UIOM, mais avec des flux d'émission plus faibles.

D) Composés organiques

Les incinérateurs émettent différents composés organiques, dont les dioxines et furannes, les polychlorobiphényles (PCB) et des composés organiques volatils (COV).

a) *Dioxines et furannes (PCDD/PCDF)*

Le CITEPA estime que les émissions de dioxines en France s'élevaient à 380 grammes en 2002. Près de 56% de ces émissions sont dûes aux incinérateurs d'ordures ménagères. Entre 1995 et 2004, les rejets de dioxines émis par les UIOM ont été divisés par 6 (source : MEDD). Lorsque toutes les usines respecteront la nouvelle réglementation (cf. paragraphe 1.2), les émissions issues des UIOM seront de l'ordre de 10 à 20 g [ADEME, MEDD, 2004]. Le mode de formation des dioxines et furannes et leurs propriétés physico-chimiques sont indiqués en Annexe 1.

b) *PCB*

Les émissions de PCB des UIOM représentaient environ 20% du total des émissions de PCB en 2001 (soit 43 kg), toutes sources confondues. La mise en conformité des incinérateurs devrait permettre une diminution de la quantité totale émise.

c) COV

Les COV regroupent un grand nombre de substances, dont la toxicité est variable. Le méthane étant en général exclu de ce groupe. Ils contiennent notamment du benzène, du toluène, de l'éthylbenzène et des xylènes (BTEX). La contribution des UIOM à l'ensemble des émissions nationales de COV est faible, mais est difficile à quantifier. Dans la réglementation, les COV émis par les UIOM sont classés dans une rubrique carbone organique total (COT).

1.1.4 Risques sanitaires associés aux polluants émis par les usines d'incinération

A) Voies d'exposition aux polluants émis par les UIOM

La figure ci-dessous représente les différentes voies d'exposition aux émissions des UIOM.

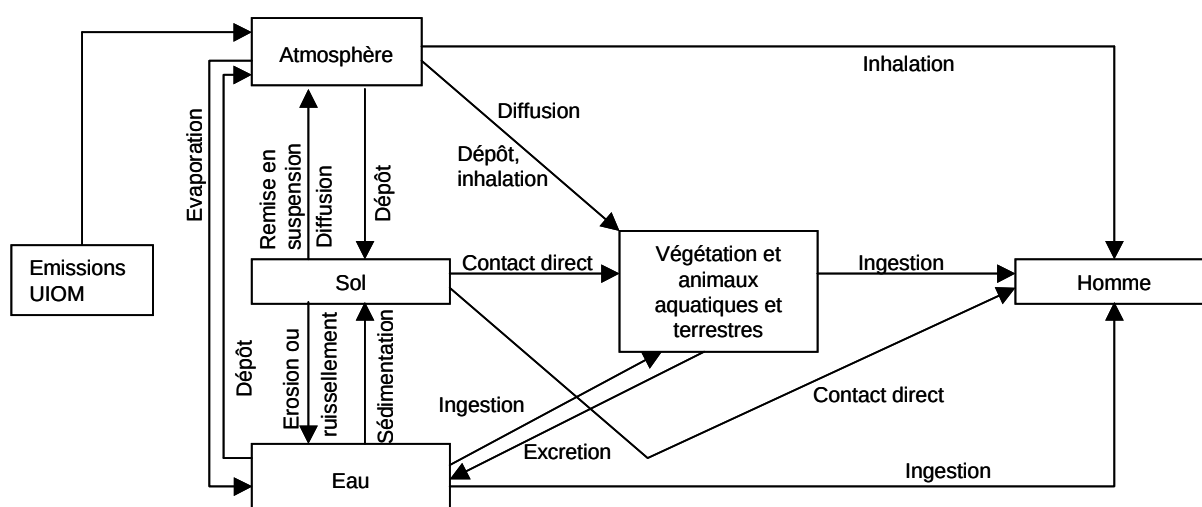


Figure 1 : Voies d'expositions aux substances émises à l'incinération [AFSSA, InVS, 2003]

La voie d'exposition majoritaire de l'homme aux dioxines et furannes et métaux lourds est l'alimentation, sauf pour le mercure, dont la voie d'exposition majoritaire est l'inhalation.

B) Données toxicologiques sur les composés émis à l'atmosphère par les UIOM

Parmi les polluants émis par les UIOM, les substances présentant un intérêt toxicologique et retenues pour les évaluations des risques sanitaires sont [ASTEE, 2003 ; CAREPS, 2004] :

- ✓ L'acide chlorhydrique ;
- ✓ Le benzène ;
- ✓ Les dioxines et furannes ;
- ✓ L'arsenic, le cadmium, le chrome VI, le manganèse, le mercure, le nickel et le plomb ;
- ✓ Les poussières.

a) Risques systémiques par inhalation ou par ingestion

Les polluants présentant un risque d'atteinte d'organe par inhalation ou par ingestion sont consignés dans le tableau ci-dessous. Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) sont également présentées pour chacune des voies d'exposition.

Substance	Voie d'exposition	Effets systémiques principaux	Effet critique	VTR
Acide chlorhydrique	Inhalation	Irritant des tissus de l'appareil respiratoire, érosion des dents	Hyperplasie nasale	20 µg/m ³
Arsenic inorganique	Inhalation	Troubles cutanés, neurologiques, atteintes sanguines	Tératogène	0,03 µg/m ³
	Ingestion		Cancer pulmonaire ¹	1 µg/m ³
			Cutané	0,3 µg/kg/j
Benzène	Inhalation	Atteinte de la moelle osseuse, troubles neurologiques	Immunitaire	30 µg/m ³
Cadmium	Inhalation	Troubles rénaux	Rénal	5 ng/m ³
	Ingestion		Microprotéinurie	0,2 µg/kg/j
Chrome VI	Inhalation	Atrophie de la cloison nasale	Pulmonaire	0,2 µg/m ³
Dioxines et furannes ²	Ingestion	Cancer du foie, lymphome, cancer broncho-pulmonaire, troubles de la reproduction et du développement	Malformations	1-4 pg/kg/j
			Anomalies de la reproduction et du développement chez la descendance	70 pg/kg/mois
Manganèse	Inhalation	Atteintes du système nerveux central	Neurotoxicité	0,04 µg/m ³
Mercure inorganique	Inhalation	Troubles neurologiques et rénaux	Neurologique	0,09 µg/m ³
	Ingestion		Effets rénaux	2 µg/kg/j
Mercure organique	Inhalation	Troubles neurologiques et rénaux	Neurologique	0,09 µg/m ³
	Ingestion		Troubles neuropsychologiques	0,1 µg/kg/j
Nickel	Inhalation	Inflammation pulmonaire, atteintes sanguines	Pulmonaire	0,05 µg/m ³
	Ingestion		Modification du poids de certains organes	50 µg/kg/j
Plomb	Inhalation	Troubles neurologiques, atteintes rénales, anémie, baisse de la croissance osseuse	Plombémie	0,5 µg/m ³
	Ingestion		Neurologique et hématologique	25 µg/kg/semaine
Poussières	Inhalation	Affections respiratoires et cardio-vasculaires	Respiratoire et cardio-vasculaire	30 µg/m ³

Tableau 1 : Valeurs toxicologiques de référence par voie d'exposition pour les polluants à effets systémiques [CAREPS, 2004]

b) Risques cancérogènes

¹ Le RIVM considère le risque de cancer par inhalation d'arsenic inorganique comme étant un risque à seuil

² L'EPA estime que les dioxines et furannes sont des cancérigènes sans seuil. Pour l'OMS, il existe des arguments en faveur d'un effet de promotion de la cancérogénèse, qui ne s'exercerait

L'arsenic inorganique, le benzène, le cadmium, le chrome VI et le nickel présentent des risques de cancer (effets sans seuil) par inhalation ou par ingestion. Le tableau ci-dessous présente les VTR retenues pour chacune des voies d'exposition.

Substance	Voie d'exposition	Localisation	Excès de risque unitaire
Arsenic inorganique	Inhalation	Cancer du poumon	$3,3 \cdot 10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$
	Ingestion	Cancer de la peau	$1,5 (\text{mg}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$
Benzène	Inhalation	Leucémie	$2,2 \cdot 10^{-6}$ à $7,8 \cdot 10^{-6} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$
Cadmium	Inhalation	Cancer du poumon	$4,2 \cdot 10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$
Nickel	Inhalation	Cancer du poumon	$4,8 \cdot 10^{-4} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$

Tableau 2 : Valeurs toxicologiques de référence par voie d'exposition pour les polluants à effet sans seuil [CAREPS, 2004]

L'excès de risque unitaire correspond à la probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu contracte un cancer s'il est exposé pendant une vie entière fixée à 70 ans, 24h/24 à une concentration unitaire de substance cancérigène.

C) Etudes épidémiologiques et évaluations des risques sanitaires

Les études épidémiologiques réalisées autour des incinérateurs sont peu nombreuses, et la plupart s'intéressent aux effets des émissions de dioxines sur la santé. Etant donné le temps de latence entre exposition et pathologie (5 à 50 ans dans le cas des cancers par exemple), ces études ne peuvent porter que sur les effets actuels d'exposition passées [BARD D., 2005]. Les principaux effets étudiés ont été les troubles respiratoires, les effets sur la reproduction et sur le développement chez l'enfant et les cancers. Bien qu'un certain nombre d'effets nocifs est suspecté être lié aux polluants émis lors de l'incinération, les études épidémiologiques ne permettent pas d'établir formellement une association entre ces effets et l'activité des incinérateurs. Cela est essentiellement dû au fait qu'il est difficile de caractériser des expositions spécifiques aux UIOM et que celles-ci sont faibles.

Afin de surmonter les limites des études épidémiologiques, des études d'évaluation des risques ont été menées depuis la fin des années 90 en France et à l'étranger. Il ressort de ces travaux que dans l'état actuel des connaissances, l'impact prépondérant est dû aux émissions de dioxines, et dans une moindre mesure, aux émissions de certains métaux lourds (cadmium, mercure, plomb) ainsi que des poussières. Ces études concluent :

- ✓ Si les installations respectent la réglementation actuelle, alors, en l'état des connaissances, les risques encourus sont faibles du point de vue populationnel (excès de risque inférieurs à 10^{-6} pour les risques cancérigènes génotoxiques, et ratios de danger inférieurs à 50% de la dose de référence pour les risques non génotoxiques) ;
- ✓ A l'inverse, si cette réglementation n'est pas respectée, alors les conséquences néfastes sur la santé des populations deviendraient préoccupantes (excès de risque égal ou supérieur à 10^{-4} et dose de référence dépassée) [InVS, 2003].

Une étude réalisée par l'INSERM en 2000, a notamment conclu qu'un niveau de concentration à l'émission ne dépassant pas la valeur réglementaire de $0,1 \text{ ng I-TEQ}/\text{Nm}^3$ (cf. chapitre 1.2) est suffisant pour garantir une exposition de la population par voie alimentaire inférieure ou égale à 0,3% de la dose journalière admissible recommandée par le CSHPF ($1 \text{ pg I-TEQ}/\text{kg}/\text{jour}$).

qu'à partir d'un seuil. Seule l'approche de l'OMS a été validée à ce jour et est suivie par le CSHPF et l'AFSSA.

Cependant, de nombreuses incertitudes demeurent car la quantification des risques est essentiellement établie à partir d'expositions actuelles, et non passées. Or, les effets observés actuellement sont principalement liés aux émissions passées du fait du délai d'apparition de la pathologie après exposition et des émissions des UIOM plus importantes dans le passé.

1.2 Réglementation applicable aux UIOM vis-à-vis des rejets atmosphériques

1.2.1 Arrêté ministériel du 25 janvier 1991

L'arrêté ministériel du 25 janvier 1991 réglementant actuellement les usines d'incinération d'ordures ménagères a été pris sur la base des exigences de deux directives européennes de 1989 sur l'incinération des déchets municipaux. Il fixe les conditions de combustion à respecter et des valeurs limites à l'émission pour les paramètres suivants :

Paramètres	Capacité nominale		
	<1 t/h	De 1 t/h à moins de 3 t/h	3 t/h et plus
Poussières totales (PM ₁₀)	200	100	30
Acide chlorhydrique (HCl)	250	100	50
Composés organiques exprimés en COT	20	20	20
Pb + Cr + Cu + Mn	-	5	5
Ni + As	-	1	1
Cd + Hg	-	0,2	0,2
Acide fluorhydrique (HF)	-	4	2
Anhydride sulfureux (SO ₂)	-	300	300

Tableau 3 : Valeurs d'émission en mg/Nm³ imposées par l'arrêté ministériel du 25 janvier 1991 en fonction de la capacité nominale des UIOM

Dans le cas d'installations de capacité nominale égale ou supérieure à 1t/h, les teneurs en poussières totales, en monoxyde de carbone, en oxygène et en acide chlorhydrique doivent être mesurées en continu. Les autres paramètres doivent être mesurés avec une fréquence au moins annuelle.

Les périodes de pannes, de dysfonctionnement ou d'arrêts des dispositifs d'épuration pendant lesquelles les teneurs en substances dépassent les valeurs limites doivent être inférieures à 8 heures consécutives et leur durée cumulée sur une année doit être inférieure à 96 heures.

Le texte n'impose pas de valeur limite à l'émission pour les dioxines et furannes, mais fixe des obligations de moyens (porter les gaz issus de la combustion des déchets à 850°C pendant 2 secondes) pour prévenir la formation de ces composés. Ces contraintes s'appliquent depuis décembre 1996 aux installations existantes d'une capacité supérieure à 6 tonnes par heure et depuis décembre 2000 aux installations d'une capacité inférieure à 6 tonnes par heure.

1.2.2 Directive européenne du 4 décembre 2000

L'objectif de cette directive relative à l'incinération des déchets est : « de prévenir ou de limiter dans toute la mesure du possible les effets négatifs de l'incinération et de la co-incinération de déchets sur l'environnement et en particulier la pollution due aux émissions dans l'air, le sol, les eaux de surface et les eaux souterraines, ainsi que les risques qui en résultent pour les personnes. »

Ainsi, la directive impose des conditions d'exploitation et des exigences techniques strictes, et des valeurs limites d'émission pour les installations d'incinération. Elle fixe notamment une valeur seuil à l'émission pour les dioxines et furannes de 0,1 ngI-TEQ/Nm³, et des valeurs limites pour les émissions d'oxydes d'azote. En plus des 8 métaux réglementés dans l'arrêté du 25 janvier 1991, l'antimoine, le cobalt, le vanadium et le thallium doivent également être mesurés en sortie de cheminée. Le contrôle du respect des valeurs limites de rejet de dioxines et furannes et métaux lourds est imposé par la réalisation d'au moins deux mesures annuelles à l'émission.

1.2.3 Arrêté ministériel du 20 septembre 2002

L'« arrêté du 20 septembre 2002 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux » transpose en droit français la directive européenne du 4 décembre 2000. Il entrera en vigueur pour les installations existantes d'une capacité supérieure à 6 t/h le 28 décembre 2005.

A la demande du Conseil Supérieur des Installations Classées, l'arrêté prévoit la **mise en place d'un programme de surveillance environnementale**, d'une fréquence au moins annuelle, concernant au moins les métaux lourds et les dioxines. Ainsi, cette nouvelle disposition est une **spécificité française**.

Le programme est déterminé et mis en œuvre sous la responsabilité de l'exploitant et à ses frais. Ses modalités sont précisées dans l'arrêté préfectoral d'autorisation. Les mesures doivent être réalisées en des lieux où l'impact de l'installation est supposé être le plus important.

Les résultats de ce programme de surveillance sont ensuite intégrés au rapport annuel d'activité de l'UIOM et communiqués à la commission locale d'information et de surveillance lorsqu'elle existe.

1.2.4 Circulaire du 9 octobre 2002

La Circulaire du 9 octobre 2002 relative aux installations classées stipule : « sans attendre l'entrée en vigueur des arrêtés du 20/09/2002, et dès lors que le flux annuel de dioxines émis sur un site dépasse 0,5 g par an, il conviendra de prescrire à l'exploitant de réaliser des mesures de dioxines dans l'environnement, tout particulièrement si des élevages sont situés à moins de 5 km. L'inspection des installations classées devra examiner rapidement une proposition de l'exploitant pour mettre en place ou faire évoluer le dispositif de surveillance (lieux, fréquences,...). »

1.3 Le programme de surveillance environnementale

1.3.1 Définition et objectifs du programme de surveillance environnementale

L'arrêté du 20 septembre 2002 impose la mesure bi-annuelle à l'émission des dioxines et furannes et métaux lourds. Or, compte tenu des incertitudes sur les conditions réelles d'exploitation et leur variabilité, il est peu probable que ce type de mesures soit

représentatif du fonctionnement réel de l'installation sur une année (cf. chapitre 2.6.). Des systèmes de mesure des dioxines et furannes en semi-continu existent, mais restent très onéreux.

Le programme de surveillance environnementale, d'une fréquence annuelle, a donc pour objectifs de :

- ✓ S'assurer du bon fonctionnement de l'usine d'incinération (c'est-à-dire vérifier que les limites d'émission ont bien été respectées) ;
- ✓ Surveiller l'influence de l'installation sur l'environnement, année après année.

Ce programme consiste à réaliser des prélèvements d'échantillons de différents milieux environnementaux, dans des zones impactées par les émissions de l'UIOM, et dans des zones « témoin » non impactées. La comparaison des niveaux de contamination des zones sous influence du panache de l'incinérateur et des zones témoin permet de déterminer l'impact éventuel de l'installation sur l'environnement.

1.3.2 Principe de la surveillance environnementale

Le programme de surveillance environnementale doit permettre de mettre en évidence un dysfonctionnement de l'usine d'incinération (conduisant au non-respect des valeurs limites d'émissions) afin que des mesures de réduction des émissions de l'UIOM puissent être mises en œuvre rapidement.

La figure ci-dessous schématise l'évolution des niveaux de contamination des milieux récepteurs en cas de dysfonctionnement d'une UIOM (cas d'une installation nouvelle et d'une installation existante). L'exemple choisi porte sur les dioxines et furannes, le principe étant identique pour les métaux lourds (seules les valeurs d'émission diffèrent).

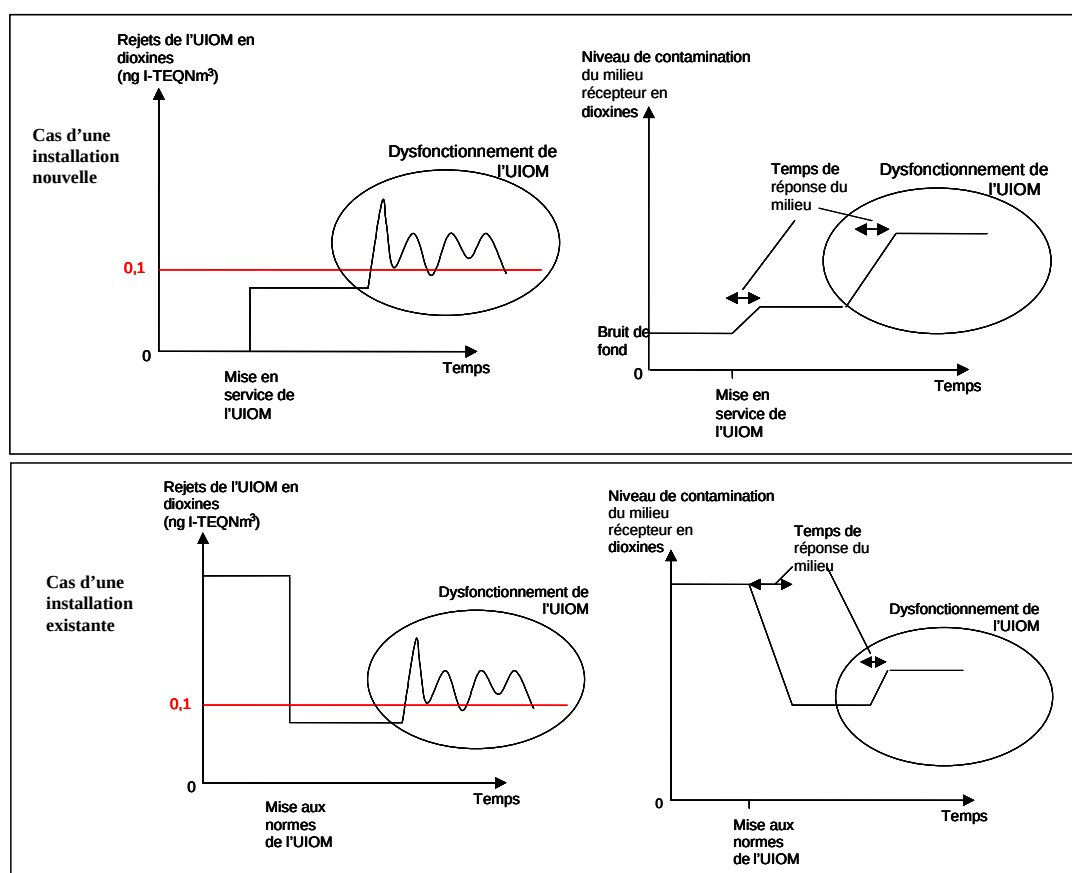


Figure 2 : Schéma de principe de l'évolution des niveaux de contamination en dioxines et furannes des milieux récepteurs sous influence des rejets atmosphériques d'une UIOM, sous hypothèse d'un bruit de fond constant (cas d'une installation nouvelle et d'une installation existante)

Pour les nouvelles installations, les mesures dans l'environnement réalisées avant leur mise en route (point zéro) définissent le bruit de fond en dioxines et furannes et métaux lourds. La comparaison des niveaux de contamination des milieux récepteurs avant et après mise en route de l'installation permet de déterminer l'impact des rejets atmosphériques de l'UIOM sur l'environnement. Dans le cas d'une installation existante, la réalisation de mesures dans l'environnement avant et après la mise aux normes de l'installation permet de mettre en évidence l'efficacité du système de traitement des fumées mis en place. **Les points de prélèvements et les milieux récepteurs utilisés doivent être identiques d'une année sur l'autre, afin de pouvoir comparer et interpréter les résultats.**

Dans le cas simple d'un bruit de fond constant, la comparaison des niveaux de contamination des milieux récepteurs de l'année n avec l'année n+1 permet de vérifier la conformité des rejets de l'UIOM sur l'année écoulée. En cas de dépassement régulier des valeurs limites de rejets de l'UIOM, les niveaux de contamination des milieux récepteurs augmenteront, témoignant du dysfonctionnement de l'installation. Des mesures de réduction des émissions pourront alors être mises en œuvre.

Les niveaux de contamination des milieux récepteurs correspondent à la somme du bruit de fond et des rejets atmosphériques de l'UIOM. Pour déterminer l'impact de l'installation sur l'environnement, la connaissance du bruit de fond est indispensable. C'est pourquoi le programme de surveillance prévoit des points de prélèvements en zone témoin, hors influence des rejets de l'installation.

Par ailleurs, la responsabilité de l'UIOM dans l'augmentation des niveaux de contamination observés doit pouvoir être établie. Le plan d'échantillonnage des prélèvements doit donc être conçu de manière à mettre en évidence la décroissance des niveaux de contamination en fonction de la distance à l'usine d'incinération.

Le logigramme du déroulement du programme de surveillance pour une installation nouvelle et existante est consultable en Annexe 2 et Annexe 3.

1.3.3 Critères de choix des milieux récepteurs

Les milieux récepteurs doivent réunir plusieurs critères :

- ✓ Mesurer effectivement le bruit de fond en dioxines et furannes et métaux lourds et les rejets atmosphériques de l'UIOM, sans que d'autres facteurs puissent modifier le niveau de contamination du milieu récepteur ;
- ✓ Etre suffisamment sensibles pour détecter des variations de concentrations extrêmement fines, car les quantités de dioxines et furannes et métaux lourds émises par les installations sont inférieures à 1 ng/Nm³ ;
- ✓ Répondre aux variations de la qualité atmosphérique avec des temps de réponse les plus faibles possibles, pour que des actions puissent être menées rapidement en cas de dysfonctionnement de l'usine d'incinération ;
- ✓ Etre représentatifs de la zone étudiée ;
- ✓ Avoir des limites ou seuils auxquels être comparés pour s'assurer que les niveaux de contamination observés sont conformes avec la protection sanitaire de la population.

Des contraintes techniques et analytiques y sont associées : les mesures doivent être fiables et répétables dans le temps.

Le marqueur privilégié pour réaliser des mesures dans l'environnement à jusqu'à présent été le lait, car des références sont disponibles pour interpréter les résultats de mesures dans cette matrice. En effet, la réglementation communautaire définit un taux maximum de dioxines dans le lait (3 pg I-TEQ/g de matière grasse) ainsi qu'un taux au-delà duquel des investigations sont à mener pour déterminer la source de dioxines (2 pg I-TEQ/g de matière grasse). Par ailleurs, les nombreuses mesures réalisées par la profession

permettent d'évaluer les teneurs habituellement rencontrées en l'absence de sources identifiées (entre 0,3 et 0,8 pg I-TEQ/g de matière grasse). Ainsi, une teneur mesurée de 1,8 pg I-TEQ/g de matière grasse ne nécessite pas de prendre des mesures particulières (retrait de la vente ou investigations pour déterminer la source), mais elle traduit un niveau significativement plus élevé que le bruit de fond : c'est bien l'impact d'une source de dioxines. Ce milieu permet également d'évaluer l'exposition de l'homme aux dioxines par ingestion de lait.

Depuis la fin de l'année 2002, les mesures réalisées dans le lait, à proximité des UIOM n'ont pas mis en évidence de taux supérieurs à la normale. Ce point confirme que l'arrêt du 25 janvier 1991 permet déjà de garantir un haut niveau de protection de l'environnement. Par ailleurs, le lait n'est pas un indicateur suffisamment fin pour évaluer l'impact éventuel d'une unité (cf. chapitre 3.5.2).

Le MEDD recommande l'utilisation de végétaux aériens et de lichens pour évaluer le suivi d'une UIOM dans l'environnement [ADEME, MEDD, 2004].

2 PRESENTATION DE L'USINE D'INCINERATION D'ATHANOR

La présentation de l'usine est nécessaire pour comprendre son fonctionnement et estimer les émissions atmosphériques actuelles.

2.1 Historique de l'intercommunalité

Le SIEPURG (Syndicat intercommunal d'Etudes des Problèmes d'Urbanisme) a été fondé en 1965 sur le principe du volontariat. Organisé sur la base d'une représentation paritaire des 23 communes adhérentes, ses dépenses de fonctionnement étaient calculées proportionnellement à la population de chacune. La création du SIRG (Syndicats Intercommunaux de Réalisation de la Région Grenobloise) en 1968 a représenté un stade de coopération plus avancé, centré sur les problèmes d'exécution.

La fusion du SIEPURG et du SIRG a eu lieu en janvier 1973, créant le SIEPARG (Syndicat Intercommunal d'Etudes et de Programmation pour l'Aménagement de la Région Grenobloise). Le SIEPARG est ensuite devenu la communauté d'agglomération Grenoble Alpes Métropole (Métro) en 2000, toujours avec 23 communes. En 2004, quatre autres communes ont rejoint la communauté d'agglomération et depuis le 1^{er} janvier 2005, 26 communes sont membres de la Métro.

2.2 Généralités

Le SIRG a eu en charge des réalisations concrètes, comme l'UIOM d'Athanor, qui fonctionne depuis 1972. Ce fut la première usine d'incinération avec un taux de valorisation thermique proche de 100%.

Le site Athanor est localisé à La Tronche (Isère), au lieu-dit « L'île d'Amour ». Il comprend un centre de tri et une usine d'incinération des déchets ménagers (UIOM).

L'exploitation de l'usine a été déléguée à une société d'économie mixte, la CCIAG (Compagnie de Chauffage Intercommunale de l'Agglomération Grenobloise) depuis le 1^{er} janvier 2005.

L'UIOM, d'une capacité de 185 000 tonnes, traite les DMA issu du territoire de la communauté d'agglomération ainsi que les DMA apportés dans le cadre des conventions signées entre la Métro et d'autres collectivités, les refus de centre de tri, les déchets d'activité de soins à risque infectieux, les refus de compostage, les broyats d'encombrants

et incinérables de déchetterie de la collectivité. Le délégataire est également autorisé à recevoir les DMA de tiers et d'autres communes extérieures à la Métro, dans la limite de la capacité annuelle de l'usine. Ce large périmètre d'action, conforme aux orientations du plan départemental d'élimination des déchets, souligne l'importance de cette unité pour le traitement des ordures ménagères au sein du département de l'Isère.

En 2004, environ 166 000 tonnes de déchets ont été incinérées sur le site. L'énergie produite par la combustion de ces déchets est valorisée sous deux formes : production d'électricité et fourniture de vapeur au réseau de chauffage urbain³, à hauteur de 30 000 équivalents logements (soit le tiers des besoins annuels du réseau).

2.3 Situation géographique

Le lieu d'implantation de l'UIOM a été choisi en 1969, en raison de sa proximité avec la zone hospitalière pour assurer son alimentation en chaleur, au sud de la commune de La Tronche au lieu-dit « l'Île d'Amour », à proximité de l'Isère (cf. Figure 3).

Cinq communes sont situées à moins de deux kilomètres de l'usine :

- ✓ Corenc (3 856 habitants),
- ✓ Gières (6 127 habitants),
- ✓ Meylan (18 741 habitants),
- ✓ Saint Martin d'Hères (35 777 habitants)
- ✓ Grenoble (153 317 habitants).

La commune de La Tronche compte 6433 habitants (source : recensement INSEE 1999).

Sous la pression foncière de la région Grenobloise, l'environnement de l'installation à dominante rurale en 1969 est devenu essentiellement urbain. La RN 90 reliant Grenoble à Chambéry passe au nord du site, à environ 70 mètres de l'usine d'Athanol.

L'UIOM est entourée de zones aux vocations multiples dans un rayon de 2 kilomètres (cf. Figure 3):

- ✓ Des zones vertes (symbolisées en vert) ;
- ✓ Le domaine universitaire de Saint-Martin d'Hères (symbolisé en bleu) ;
- ✓ La zone en devenir du Polygone du génie (symbolisée en rouge) ;
- ✓ Le Centre Hospitalier Universitaire A. Michallon (symbolisé en jaune) ;
- ✓ Des secteurs d'habitat résidentiel.

N.B. : Comme indiqué dans le chapitre 3.2, la zone d'influence de l'incinérateur est comprise dans un rayon de 2 kilomètres

³ Le réseau de chauffage urbain grenoblois est le deuxième réseau français le plus important après Paris

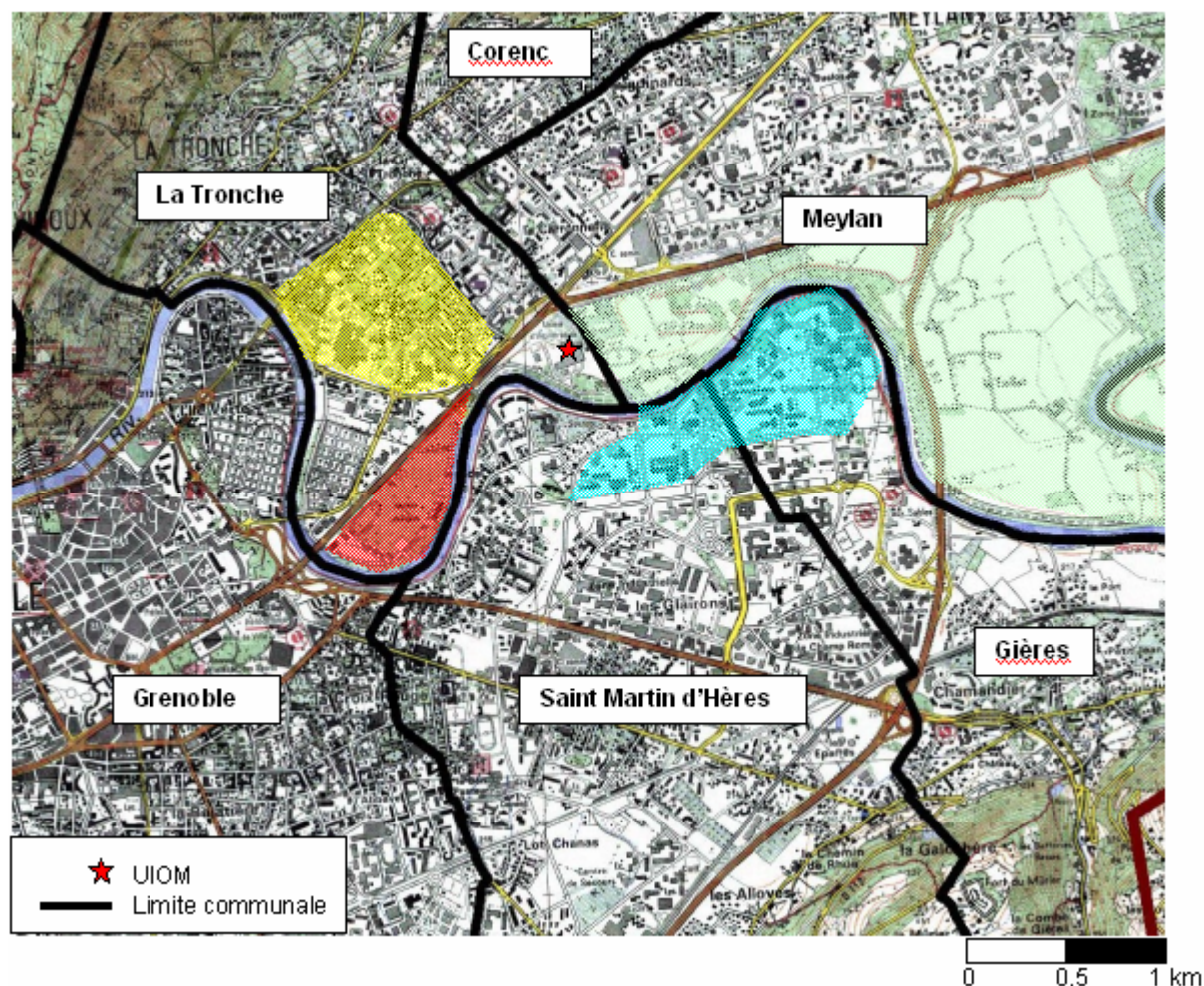


Figure 3 : Localisation de l'UIOM d'Athanol

2.4 Tonnages entrants

Les tonnages entrants à l'usine d'incinération sont en progression depuis dix ans, passant de 100 000 tonnes environ en 1995 à plus de 166 000 tonnes en 2004. Ceci s'explique du fait de l'évolution démographique que connaît la région grenobloise (450 000 habitants en 1996 et 500 000 en 2004) et de l'augmentation des déchets produits par individu.

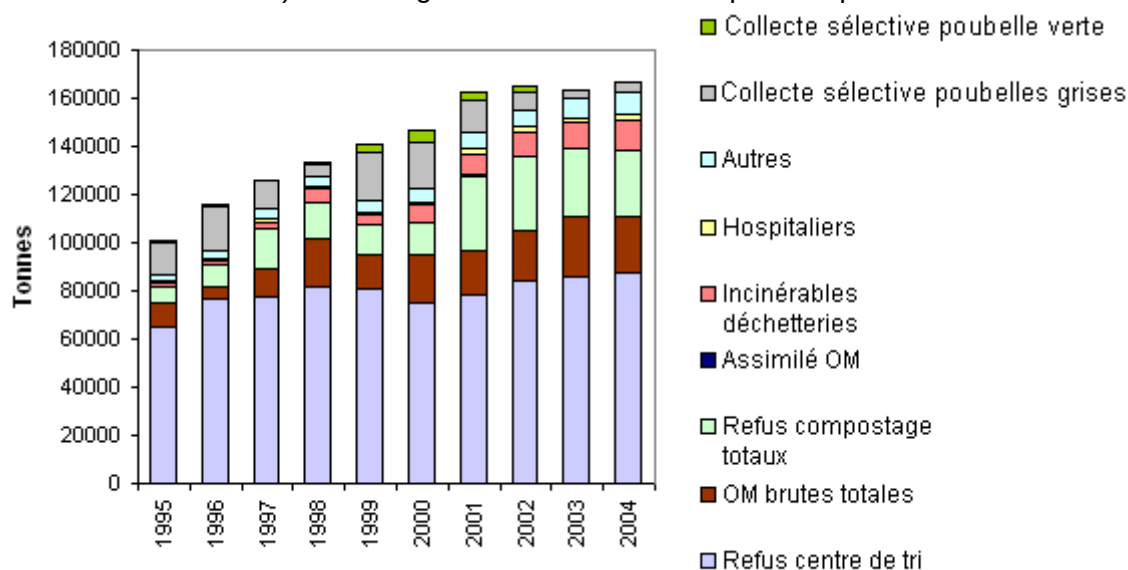


Figure 4 : Historique des entrants à l'UIOM entre 1995 et 2004

2.5 Caractéristiques techniques

A sa création en 1972, l'UIOM disposait de 2 fours à grilles, d'une capacité nominale de 6,25 t/h. Un troisième four, de même capacité a été mis en service en 1977. Afin de répondre à l'augmentation de la production des déchets et aux nouvelles valeurs limites de rejets imposées par la réglementation du 25 janvier 1991, les 3 fours ont été remplacés en 1996 par trois nouvelles lignes d'incinération, d'une capacité unitaire de 8,6 t/h. La capacité nominale de l'usine est de 185 000 t/an.

Chaque ligne d'incinération est équipée de deux brûleurs d'appoint fonctionnant au gaz situés en haut et en bas de la chambre de combustion. Les brûleurs permettent d'atteindre la température requise de 850°C pendant 2 secondes dès la mise en marche des fours à grille. L'injection d'air, nécessaire pour assurer une bonne combustion, est effectuée à co-courant. Chaque four est relié à un système de traitement des fumées, permettant de respecter les valeurs limites de rejet imposées par l'arrêté du 25 janvier 1991. Les rejets atmosphériques de l'usine sont canalisés dans 3 cheminées, situées à 50 mètres de hauteur.

Les Résidus d'Épuration de Fumées de l'Incinération des Ordures Ménagères (REFIOM) sont collectés au niveau des chaudières, des réacteurs et des électrofiltres. Ces résidus sont envoyés en CSDU de classe 1, en Mayenne.

L'énergie est valorisée sous forme électrique et thermique. La valorisation électrique est effectuée via un turboalternateur qui fournit l'énergie nécessaire au fonctionnement de l'usine d'incinération et dont l'excédent est revendu à EDF. La valorisation thermique est réalisée via des échangeurs hautes et basses pressions qui alimentent en eau chaude le réseau de chauffage urbain de la CCIAG.

L'Annexe 4 présente le schéma de procédé de l'UIOM.

2.6 Rejets atmosphériques

2.6.1 Situation actuelle

A) Présentation du système actuel de traitement des fumées

Le traitement des fumées est prévu pour respecter les valeurs limites de rejets imposées dans l'arrêté ministériel du 25 janvier 1991 (cf. chapitre 1.2.1). Il consiste en un réacteur de refroidissement par injection d'eau industrielle, un électrofiltre, et deux tours de lavage.

L'électrofiltre permet l'abattement des poussières contenues dans les fumées. La première tour de lavage (injection de lait de chaux) assure la captation complémentaire des poussières fines, l'élimination des acides HCl et HF, la réduction d'environ 40% du SO₂ et la captation des métaux lourds volatils (Hg-Cd). La seconde tour de lavage (injection de soude) assure une élimination complémentaire des oxydes de soufre et des autres polluants.

Les purges de lavage sont neutralisées puis pulvérisées dans le réacteur, ce qui permet d'éviter tout rejet aqueux relatif au lavage des fumées. Le procédé de traitement actuel des fumées est illustré en Annexe 5.

B) Dispositifs de contrôle de la combustion

Des capteurs situés en haut de la chambre de combustion permettent de contrôler en continu les gaz de combustion afin qu'ils soient bien, conformément à la législation, portés à la température de 850°C pendant 2 secondes, en présence d'au moins 6% d'oxygène mesuré dans les conditions réelles. En cas de fonctionnement dégradé, le blocage de l'alimentation des fours est assuré par un système numérique de contrôle commande.

Les analyseurs de fumées installés depuis 1996 sur les cheminées transmettent en continu au centre de commande les données relatives à la qualité des gaz d'émission (poussières, SO₂, CO, HCl, O₂).

C) Conformité des rejets atmosphériques

a) Mesures en continu

Comme indiqué au paragraphe 2.6.1, cinq paramètres sont mesurés en continu à la sortie de chacun des fours. Les bilans hebdomadaires sont transmis tous les mois à la DRIRE.

Depuis 1996, la concentration moyenne annuelle en HCl est globalement constante dans les fumées rejetées, tandis que celles du SO₂ et des poussières sont en diminution sensible du fait de l'utilisation de quantités de réactifs plus importantes dans les laveurs. La concentration en CO est variable d'une année sur l'autre et dépend de la gestion de la conduite de la combustion dans les fours. (cf. Figure 5).

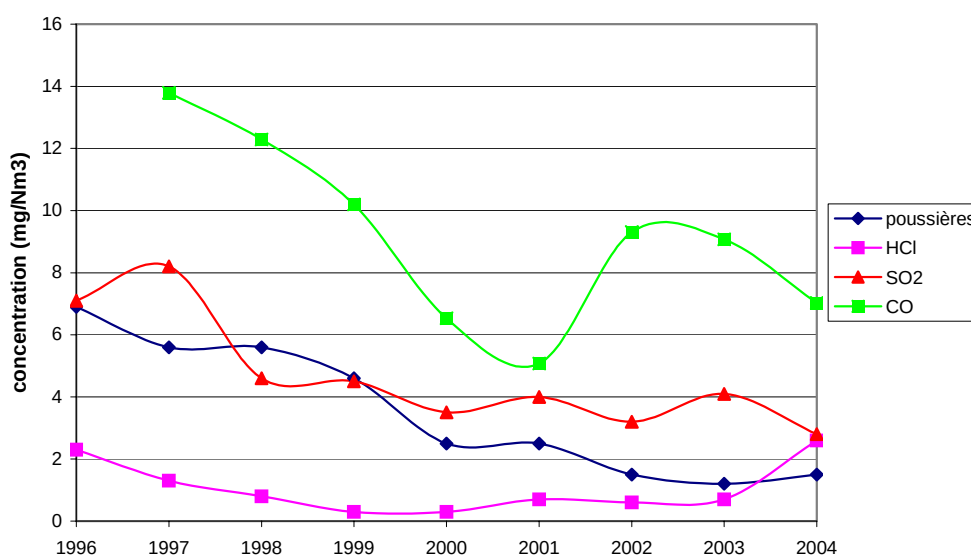


Figure 5 : Evolution des moyennes annuelles en poussières, HCl, CO et SO₂

Le four 3 est sujet tous les ans à des dépassements des valeurs limites, allant jusqu'à 342h en 2003 (tous polluants confondus). Ces dépassements sont essentiellement dûs au monoxyde de carbone (82%). Les fours 1 et 2 dépassent occasionnellement les 96 heures autorisées de rejets non conformes, principalement vis-à-vis du CO et des poussières (maximum de 143 heures en 2002).

b) Mesures annuelles

Les mesures effectuées annuellement à la sortie des cheminées des trois fours ont été mises en œuvre à partir de 1994 pour les polluants réglementés dans l'arrêté de janvier 1991. Des mesures annuelles d'oxydes d'azote et de dioxines et furannes ont été réalisées à partir de 1997. Pour autant, aucune valeur limite de rejet n'était applicable à ces composés.

Le tableau ci-dessous présente les résultats d'analyses obtenus depuis 1994.

Paramètres	Valeurs limites d'émission 1991 (mg/Nm ³)	Mesures de concentration (mg/Nm ³)										
		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Poussières	30	14,00	5,60	8,67	6,57	5,00	7,13	2,37	2,59	9,79	2,68	4,60
HCl	50	9,50	5,70	4,43	0,95	3,33	2,83	2,73	2,10	1,76	0,47	1,07
Composés organiques (exprimés en COT)	20	2,30	6,50	8,80	3,16	0,90	3,43	3,67	0,57	0,71	1,0	1,47
Pb+Cr+Cu+Mn	5	0,58	0,12	0,45	0,14	0,18	0,32	0,05	0,19	0,29	0,25	0,11
Ni+As	1	0,02	0,05	0,05	0,01	0,01	0,004	0,01	0,03	0,12	0,003	0,03
Cd+Hg	0,2	0,03	0,11	0,06	0,03	0,03	0,05	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02
HF	2	0,04	0,07	0,27	0,50	0,23	0,08	0,04	0,24	0,26	0,01	0,05
SO ₂	300	<2	22,1	90,27	41,06	3,77	6,97	9,15	4,02	2,79	0,16	14,18
CO	100	<10	<10	6,00	2,85	2,75	7,95	3,67	1,34	5,55	0,18	3,77
NOx	-	-	-	-	265,08	123,00	277,67	249,00	258,50	248,36	242,00	195,97
PCDD/PCDF (ng I-TEQ/Nm ³)	-	-	-	-	2,55	4,96	3,59	4,12	5,30	4,69	3,45	2,45

Tableau 4 : Moyenne des mesures réalisées sur les trois fours de 1994 à 2004

Les mesures ne révèlent aucun dépassement des valeurs d'émission autorisées entre 1994 et 2004.

Les concentrations mesurées varient de manière importante d'une année sur l'autre. Un facteur 2 est observé entre les émissions minimales et maximales de NOx et dioxines/furannes pour les campagnes de mesures effectuées entre 1997 et 2004. Pour les métaux, ce facteur se situe entre 5 et 40, il dépasse la valeur 40 pour le dioxyde de soufre, l'acide fluorhydrique et le monoxyde de carbone.

A titre d'exemple, la Figure 6 illustre la non représentativité des valeurs de SO₂ mesurées annuellement par rapport aux valeurs moyennes annuelles de SO₂ issues des mesures en continu.

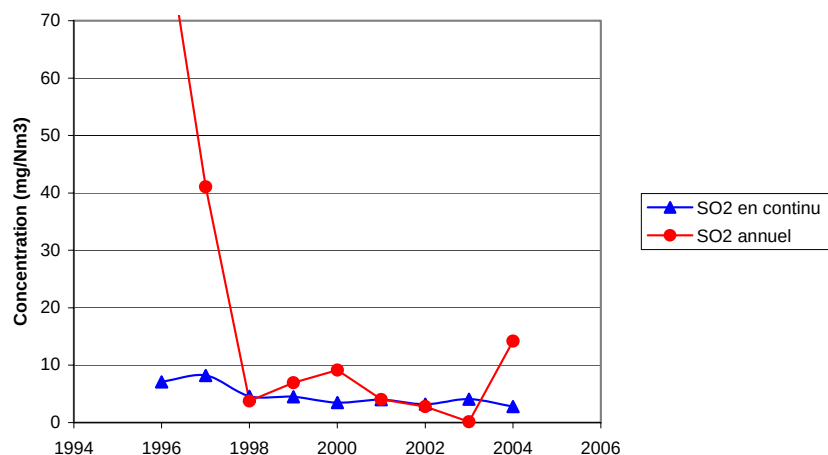


Figure 6 : Comparaison des valeurs de SO₂ mesurées annuellement et en continu (période d'étude : 1996 – 2004)

N.B. : La variabilité observée est principalement due au matériel incinéré, à la conduite des fours et à la gestion du système de traitement des fumées.

Ces mesures, d'une fréquence annuelle, ne peuvent donc pas être représentatives du fonctionnement réel de l'incinérateur.

2.6.2 Mise aux normes des rejets atmosphériques

Les valeurs limites des émissions atmosphériques du 25 janvier 1991 vont être remplacées au 28 décembre 2005 par celles de l'arrêté ministériel du 20 septembre 2002.

Le système de traitement des fumées actuel permettrait de respecter les nouvelles valeurs limites, à l'exception des oxydes d'azote et des dioxines et furannes, composés ne faisant pas l'objet de valeurs limites à l'émission dans l'arrêté de 1991.

C'est pourquoi, en 2005, l'UIOM s'équipe d'un nouveau système de traitement des fumées qui permettra de répondre aux exigences réglementaires.

A) Présentation du futur système de traitement des fumées

Les deux laveurs seront remplacés par un réacteur suivi d'un filtre à manches et d'un catalyseur basse température, qui assurera l'élimination des oxydes d'azote.

L'injection de bicarbonate et de chaux permettra de neutraliser les gaz acides et absorbe une partie des métaux lourds. L'injection de coke de lignite ou de charbon actif au niveau du réacteur permettra d'adsorber certains métaux lourds (mercure principalement) et des dioxines/furannes (abattement de 95% à 98 %). Le filtre à manche retiendra l'ensemble des particules macroscopiques tout en augmentant l'efficacité de l'adsorption par formation d'un média filtrant sur les manches. La température des fumées sèches rejetées étant de l'ordre de 180 °C, la dispersion atmosphérique sera améliorée.

L'Annexe 5 présente le schéma de procédé de ce système de traitement des fumées.

B) Valeurs de rejets garanties

La société AREA IMPIANTI, retenue pour la mise en place du système de traitement des fumées, garantit les qualités de rejets suivantes :

Paramètres	Arrêté du 20/09/2002		Valeurs garanties par AREA IMPIANTI	
	Valeur en moyenne journalière	Valeur en moyenne sur une demi-heure	Valeur en moyenne journalière	Valeur en moyenne sur une demi-heure
Monoxyde de carbone	50 mg/Nm ³	100 mg/Nm ³	-	
Poussières totales	10 mg/Nm ³	30 mg/Nm ³	8 mg/Nm ³	12 mg/Nm ³
Substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur exprimées en carbone organique total (COT)	10 mg/Nm ³	20 mg/Nm ³	8 mg/Nm ³	12 mg/Nm ³
Chlorure d'hydrogène (HCl)	10 mg/Nm ³	60 mg/Nm ³	10 mg/Nm ³	60 mg/Nm ³
Fluorure d'hydrogène (HF)	1 mg/Nm ³	4 mg/Nm ³	1 mg/Nm ³	4 mg/Nm ³
Dioxyde de soufre (SO ₂)	50 mg/Nm ³	200 mg/Nm ³	13 mg/Nm ³	20mg/Nm ³

Paramètres	Arrêté du 20/09/2002		Valeurs garanties par AREA IMPIANTI	
	Valeur en moyenne journalière	Valeur en moyenne sur une demi-heure	Valeur en moyenne journalière	Valeur en moyenne sur une demi-heure
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/Nm ³	400 mg/Nm ³	80 mg/Nm ³	150 mg/Nm ³
Cadmium et ses composés, exprimés en cadmium (Cd) + thallium et ses composés, exprimés en thallium (Tl)		0,05 mg/Nm ³	0,05 mg/Nm ³	
Mercure et ses composés, exprimés en mercure (Hg)		0,05 mg/Nm ³	0,05 mg/Nm ³	
Total des autres métaux lourds (Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V)		0,5 mg/Nm ³	0,5 mg/Nm ³	
Dioxines et furannes (I-TEQ)		0,1 ng/Nm ³	0,05 ng/Nm ³	

Tableau 5 : Niveaux de rejets de polluants attendus avec le nouveau système de traitement des fumées

N.B. : Aucune garantie de rejet n'est fixée par la société AREA IMPIANTI sur le CO car ce paramètre est fonction de la conduite des fours et de la qualité de la combustion, non du système de traitement des fumées.

Dans l'arrêté préfectoral n°2004-15955 du 21 décembre 2004, les valeurs limites de rejets autorisées pour les NOx sont plus contraignantes :

- ✓ 300 mg/Nm³ en moyenne journalière entre le 28 décembre 2005 et le 1^{er} janvier 2005 ;
- ✓ 100 mg/Nm³ en moyenne journalière à partir du 1^{er} janvier 2005 ;
- ✓ 200 mg/Nm³ en moyenne sur une demi-heure à partir du 1^{er} janvier 2005.

Chaque ligne sera raccordée au nouveau système traitement des fumées, puis testée avant d'être remise en fonctionnement.

Il en sera de même pour les nouveaux analyseurs de fumées qui vont être installés dans le cadre des travaux de mise aux normes de traitement de fumées.

En cas de dépassement des valeurs limites d'émission, ou en cas de baisse de température du foyer, l'arrêt de l'alimentation des fours sera automatiquement assuré.

3 CONCEPTION DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

3.1 Contexte sanitaire et environnemental

Le programme de surveillance environnementale s'inscrit dans un contexte sanitaire et environnemental riche :

- ✓ Le projet de mise aux normes retenu par la communauté d'agglomération a donné lieu à une nouvelle modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques de l'incinérateur, ainsi qu'à une nouvelle étude sanitaire, réalisée par le CAREPS ;
- ✓ Une campagne de mesures environnementales a été réalisée en 2004, imposée par l'arrêté préfectoral du 15 avril 2003 ;
- ✓ Un atlas des cancers de l'agglomération a été réalisé par le Registre du Cancer de l'Isère à la demande de La Métro ;
- ✓ Une Commission Locale d'Information et de Surveillance (CLIS) sur Athanor va être mise en place prochainement par la Préfecture.

Le programme de surveillance a été conçu en intégrant certains de ces éléments.

3.2 Détermination de la zone d'influence de l'incinérateur

La zone d'influence de l'incinérateur doit être connue pour pouvoir établir le plan d'échantillonnage du programme de surveillance environnementale. Celle-ci a été déterminée à l'aide :

- ✓ Des données météorologiques locales ;
- ✓ De la modélisation de la dispersion des rejets atmosphériques de l'UIOM ;
- ✓ De la campagne d'analyses environnementales réalisée en 2004.

3.2.1 Contexte météorologique

L'agglomération grenobloise est entourée de massifs montagneux importants (cf. Figure 7), avec :

- ✓ Le massif de la Chartreuse, au nord, culminant à 2 082 mètres (Chamechaude) et d'une altitude moyenne de 1 000 mètres ;
- ✓ Le massif du Vercors, à l'ouest, dont le sommet est le Grand Veymont (2 341 mètres) et dont l'altitude moyenne est de 1 200 mètres ;
- ✓ Le massif de Belledonne, à l'est, est le plus élevé (Grand Pic de Belledonne à 2 977 mètres).

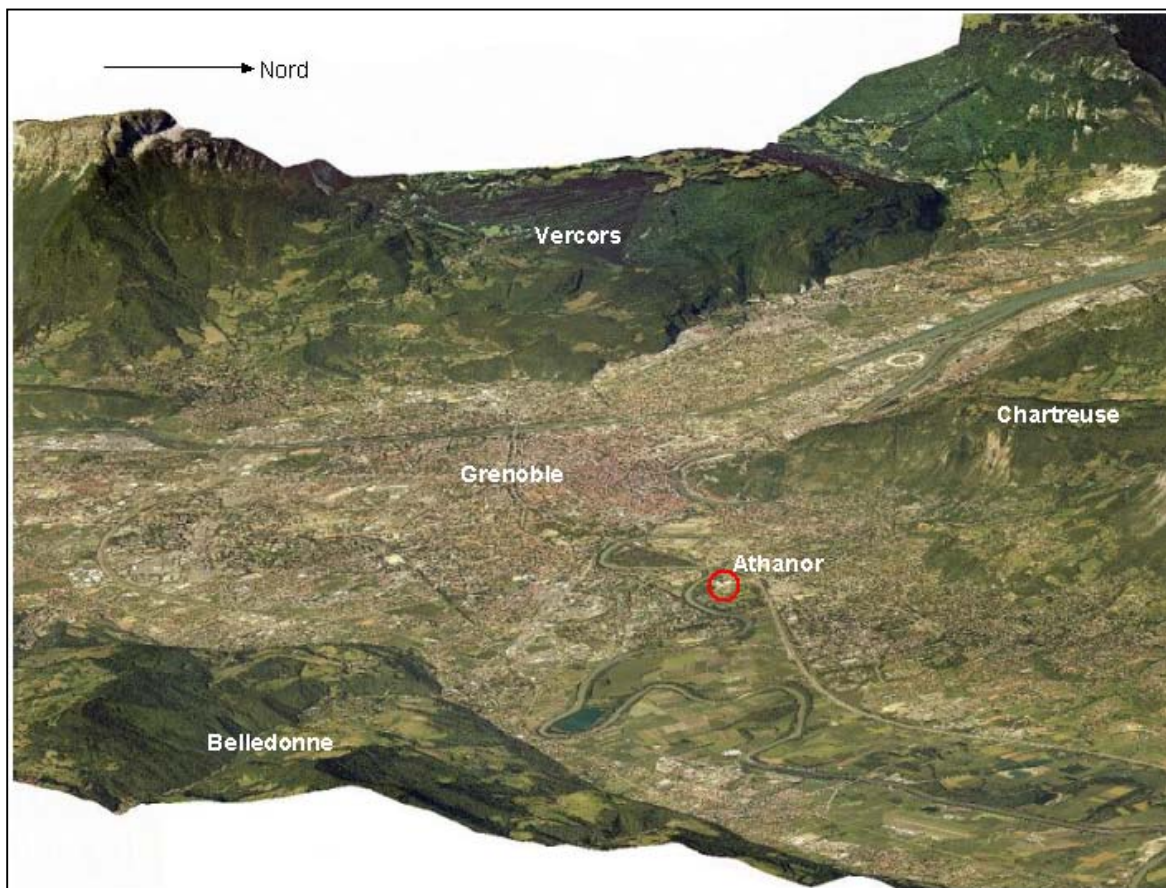


Figure 7 : Vue aérienne en 3 dimensions du site d'Athanor

Cette configuration topographique très particulière génère une dynamique atmosphérique propre à la région. Une circulation locale des masses d'air, manifestée par l'alternance de brises de montagne et de vallée, se substitue généralement à la circulation générale. Ainsi, l'air pollué ne s'évacue pas de l'agglomération jusqu'à ce qu'un vent suffisamment fort ou des précipitations interviennent.

D'autre part, la présence de reliefs facilite la création d'inversions de température, obstacles défavorables à la dispersion verticale des masses d'air pollué [ASCOPARG, 2003].

Cette situation météorologique locale particulière explique que la rose des vents de la station Météo France du Versoud (à une dizaine de kilomètres à l'Est de l'incinérateur) ne soit pas représentative des vents rencontrés sur le site d'ATHANOR. Par ailleurs, la rose des vents fournie par le mât météorologique situé en toiture de l'incinérateur s'est révélée inutilisable (girouette mal orientée, sensibilité aux vents faibles insuffisante). Un mât METEC à ultrasons a donc été mis en place sur le site durant l'été 2002. Il mesure la température, la direction, la vitesse horizontale et verticale du vent ainsi que le paramètre de stabilité Monin Obukhov. Cet appareil présente l'avantage de pouvoir mesurer les faibles vitesses avec leurs directions correspondantes avec une précision acceptable. Les résultats sont fournis sous forme de moyenne horaire, qui représente la moyenne arithmétique des valeurs quart horaires. Les résultats sont transmis à l'ASCOPARG qui transfère régulièrement les données à la Métro.

La transformation des données brutes collectées depuis le 4 juillet 2002 jusqu'au 9 juin 2005 permet de modéliser la rose des vents locaux, le profil des fréquences des vitesses des vents ainsi que le profil de stabilité de l'atmosphère.

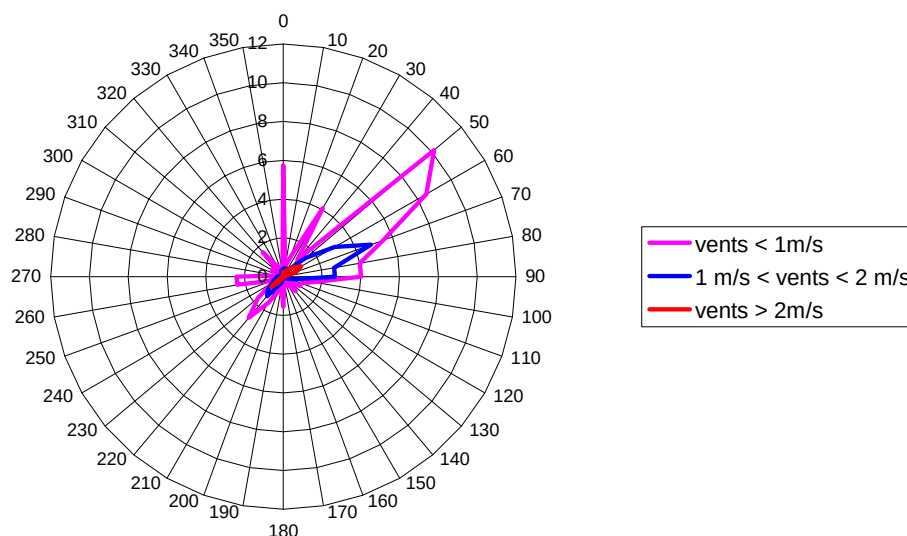


Figure 8 : Rose locale des vents établie à partir des données issues du mât implanté sur le site d'Athanor, de juillet 2002 à juin 2005

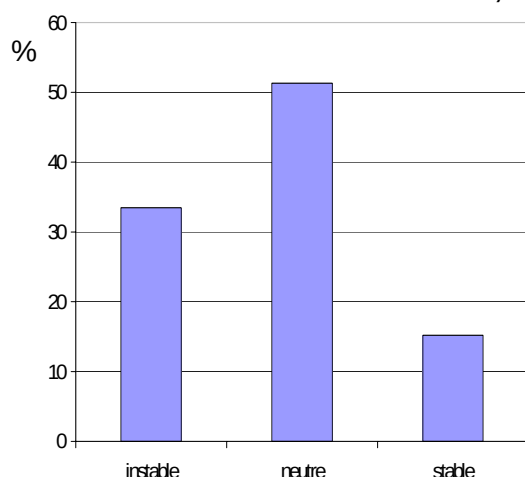


Figure 9 : Fréquence des classes de stabilité

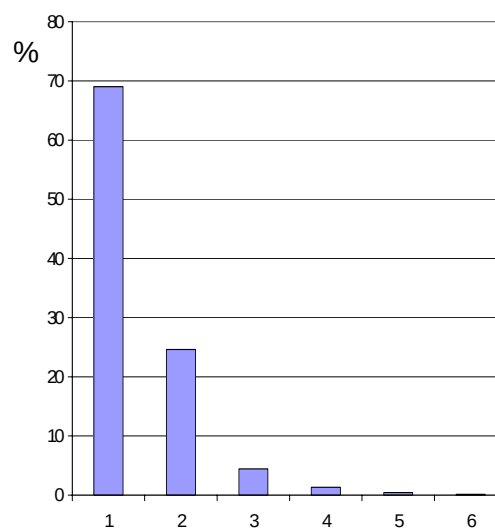


Figure 10 : Fréquence des vitesses du vent

Près de 70% des vents ont une vitesse inférieure à 1 m/s, ce qui est défavorable à une bonne dispersion du panache. Ces vents viennent principalement du nord-est, du nord et du sud-ouest. Les vents modérés à forts, contribuant à la dispersion du panache, viennent des directions nord-est et sud-ouest.

Si l'atmosphère est verticalement stable, la turbulence est faible, ce qui empêche le mélange et la dilution d'un polluant. Il peut alors être transporté loin de la source. De telles situations sont fréquemment rencontrées pendant des périodes hivernales de haute pression, caractérisées par des vents faibles et une inversion de la température proche du sol. Si l'atmosphère est labile, l'ensoleillement provoque un mélange des masses d'air supplémentaire à la turbulence créée par le vent. Le polluant est alors d'avantage dilué, et rabattu à proximité de la source. Cette deuxième situation est plus fréquemment rencontrée sur le site d'Athanor.

Par ailleurs, l'influence de l'Isère et de la couverture végétale de proximité favorise également les retombées atmosphériques de proximité.

Les conditions météorologiques ne favorisent donc pas une bonne dispersion du panache de l'UIOM d'Athanor, qui reste localisé à proximité de l'usine.

3.2.2 Modélisation des rejets atmosphériques de l'incinérateur avant et après la mise aux normes du système de traitement des fumées

Une première modélisation de la dispersion des émissions de l'UIOM d'Athanor a été réalisée en 2003 par la société KTT-IMA, dans le cadre de la révision de l'étude d'impact de l'installation. Cette modélisation a fait l'objet d'un audit technique de l'INERIS le 31 octobre 2003 [ROUIL L. & DURIF M., 2003]. Une seconde étude de dispersion a été réalisée en 2004, s'appuyant sur les recommandations de l'INERIS. Cette modélisation tient compte des caractéristiques de rejets de l'installation actuelle et après mise aux normes du traitement de fumées.

A) Présentation des modèles de dispersion

Etant donnée la complexité de la situation géographique, il est nécessaire de mettre en œuvre des outils de modélisation adaptés, qui rendent compte des régimes météorologiques spécifiques (effets de brises, inversions thermiques). Les modèles de type gaussiens ne sont alors pas adaptés. [ROUIL L. & DURIF M., 2003]

C'est pourquoi le bureau d'études KTT-IMA a proposé l'application d'un modèle de type lagrangien, LASAT, couplé au modèle météorologique FITNAH pour intégrer des situations météorologiques particulières.

Le modèle LASAT calcule la dispersion tridimensionnelle de polluants passifs en prenant en compte les données issues du mât METEC d'Athanor entre juillet 2002 et juillet 2003 (direction, vitesse, turbulence). Cette méthode trouve ses limites dans certaines situations (vents faibles, fortes instabilités). Afin d'y pallier, le modèle tridimensionnel non hydrostatique FITNAH, adapté à la modélisation des écoulements complexes induits par les flux thermiques a été utilisé. Ce modèle calcule les paramètres flux, turbulence, température, humidité et concentration de polluants. Etant donné les temps de calcul conséquents, ce modèle ne peut être appliqué que pour la modélisation d'épisodes météorologiques typiques, et non pas pour la modélisation d'une année entière. Ces résultats peuvent ensuite être intégrés dans les approches statistiques du modèle de dispersion LASAT [KTT-IMA, 2004].

La modélisation a permis de calculer les concentrations moyennes annuelles en dioxines, poussières, oxydes d'azote, oxydes de soufre et métaux dans l'air ambiant, ainsi que les concentrations moyennes annuelles en dioxines et poussières dans les retombées. Ces teneurs ont été calculées sur un domaine d'étude de 16 km x 16 km centré sur l'installation.

La modélisation de la pollution atmosphérique due à la circulation routière sur les principaux axes a également été réalisée à l'aide du logiciel MISKAM (modèle 3D eulérien) afin de comparer l'impact de l'UIOM et celui du trafic routier. Cette modélisation a porté sur les poussières (PM₁₀), les NO_x, le SO₂, le benzène, les COV et le CO. La validation de ce modèle a été réalisée via plusieurs études européennes.

B) Situation actuelle

La modélisation des émissions a permis d'identifier deux zones pour lesquelles les concentrations annuelles des retombées atmosphériques sont maximales, à l'est et à l'ouest de l'usine d'incinération (direction des vents dominants) (cf. Figure 11).

La zone d'influence de l'incinérateur couvre une zone de 2 kilomètres de rayon environ.

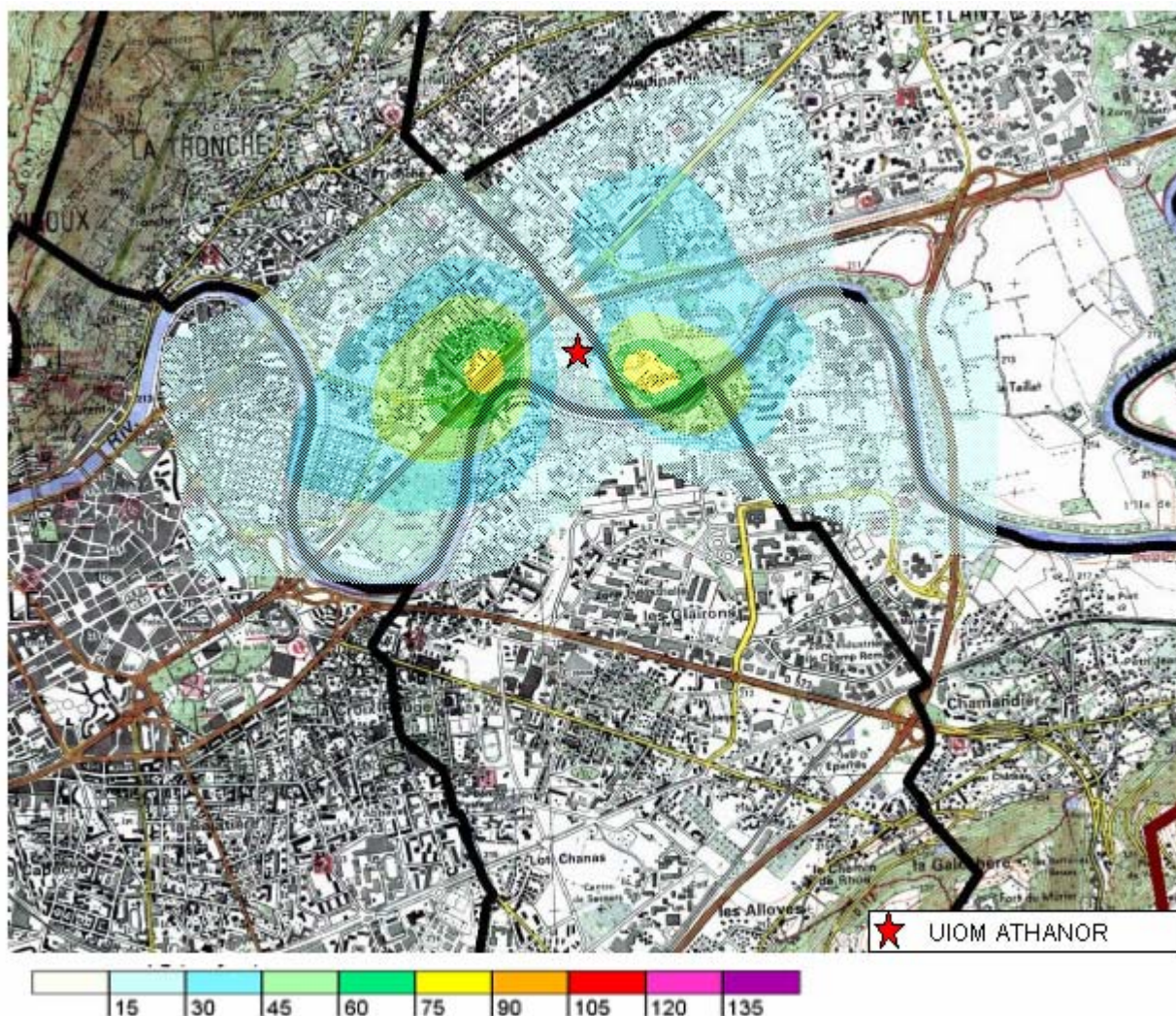


Figure 11 : Concentrations en dioxines et furannes dans les retombées sèches en pg/m²/jour – situation actuelle

A l'est, la zone d'impact majoritaire comprend :

- ✓ Un secteur résidentiel, constitué de maisons avec jardins (dont jardins potagers) sur la commune de Meylan ;
- ✓ Le jardin pédagogique, situé sur la commune de Meylan ;
- ✓ Une zone récréative (stade et gymnase ASPTT) ;
- ✓ Le parc de l'île d'amour ;
- ✓ Une partie du domaine universitaire ;
- ✓ Une partie de la zone commerciale de la commune de Meylan ;
- ✓ Des voies de circulation, principalement la N 90 et l'A41.

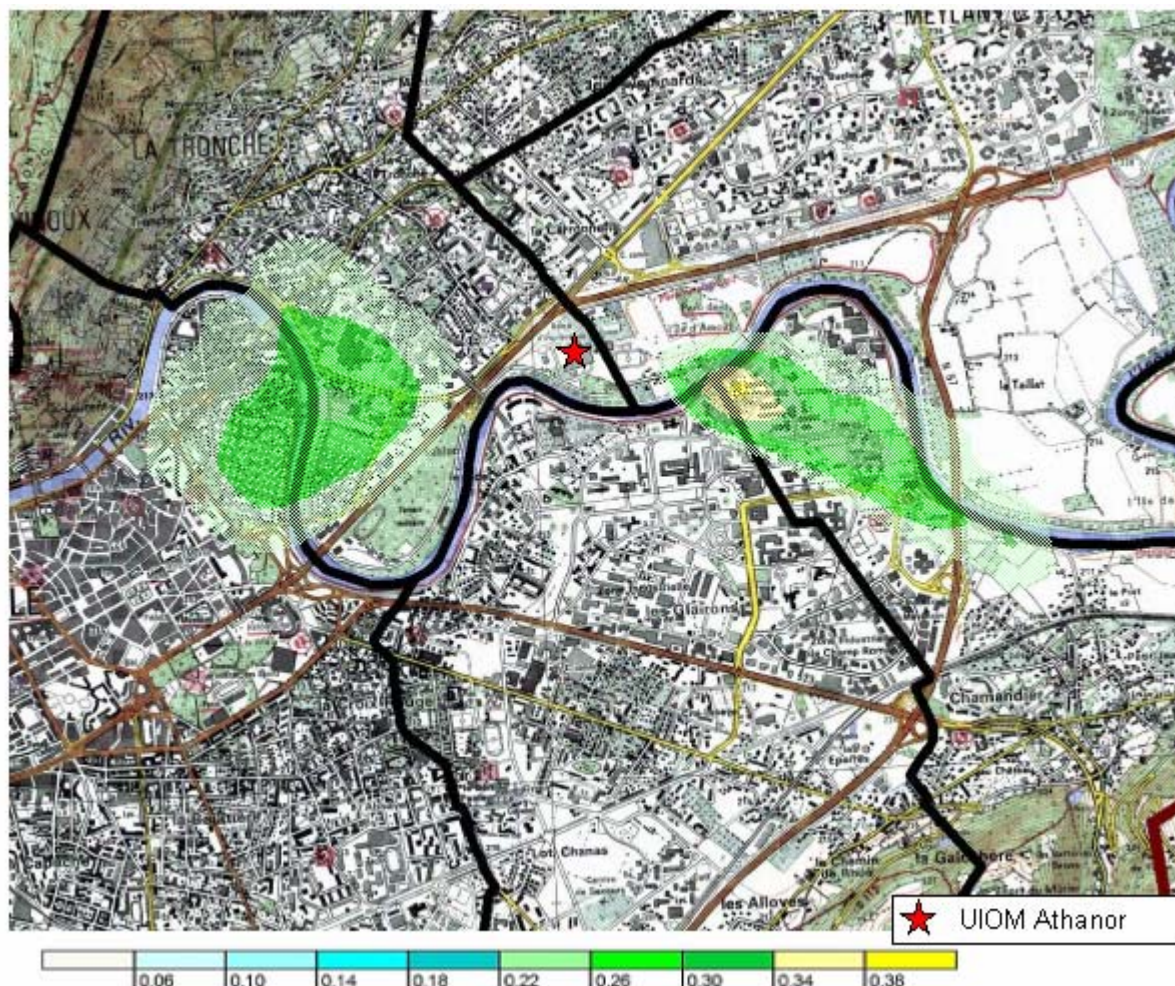
A l'ouest, la zone de retombées comprend :

- ✓ Un secteur résidentiel, sur les communes de La Tronche et Saint Martin d'Hères ;
- ✓ Le terrain des Sablons, sur la commune de La Tronche ;
- ✓ Le cimetière de la commune de La Tronche ;
- ✓ Un quartier résidentiel de la commune de La Tronche, dans lequel se trouvent 2 jardins publics équipés d'espaces de jeux pour enfants (le parc de l'avenue des Cèdres et le parc du Vercors) ;
- ✓ Des voies de circulation, principalement la N90.

C) Situation future, après mise aux normes du système de traitement des fumées

Les résultats montrent une très importante amélioration de l'impact de l'incinérateur après la mise en service de la nouvelle unité de traitement des fumées. A titre d'exemple, les concentrations en dioxines dans l'air ambiant et dans les retombées seront mille fois plus faibles qu'actuellement.

La modification de profil de panache est liée aux modifications physico-chimiques des rejets, notamment une diminution de la température d'émission.



D) Limites et incertitudes de la modélisation

La modélisation des émissions se base sur les données météorologiques disponibles entre juillet 2002 et juillet 2003. Un historique d'une année est généralement insuffisant pour qualifier une situation moyenne. Il est difficile de mesurer l'impact de ces approximations sur les concentrations finalement simulées. C'est pourquoi la société KTT-IMA, sur les recommandations de l'INERIS, a évalué la validité des résultats obtenus par le modèle FITNAH et a travaillé la phase de calage du modèle.

a) Validation des résultats météorologiques obtenus par le modèle FITNAH

Les températures, vitesses et directions des vents obtenus lors de la modélisation FITNAH ont été comparés à :

- ✓ Des données issues du mât METEC du site d'Athanol pour 3 journées types (situation printanière, situation estivale et situation automnale) ;
- ✓ Des chroniques d'un épisode thermique d'une durée de 3 jours issues de 4 stations météorologiques autour de Grenoble.

Cette comparaison a mis en évidence une bonne adéquation entre les champs de vitesse et de direction des vents observés et modélisés.

b) Calage du modèle

La validation qualitative du modèle a été réalisée en comparant le panache modélisé pour le NO₂ avec les concentrations de fond annuelles mesurées par ASCOPARG. Déduction faite de l'impact du trafic routier, l'allure du panache de l'UIOM est retrouvée.

La validation quantitative du modèle n'a pas été réalisée car les mesures à l'immission sont réalisées sur de courtes périodes, et ne peuvent pas être comparées à des valeurs moyennes annuelles modélisées. Cependant, les concentrations maximales modélisées se situent autour de 80 pg I-TEQ/m²/jour, et les concentrations maximales mesurées durant la campagne environnementale de 2004 est de 18 pg I-TEQ/m²/jour (cf. chapitre 3.2.3).

La modélisation de la dispersion des émissions de l'UIOM est donc un outil qui permet de déterminer l'allure du panache et d'estimer l'ordre de grandeur des concentrations en polluants attendues à l'immission et dans les retombées.

E) Comparaison de l'impact de l'UIOM et de la circulation routière

Les concentrations en polluants émis par l'UIOM (situation actuelle) modélisées ont été comparées à celles modélisées pour le trafic routier, en 4 secteurs autour de l'UIOM.

Les polluants sur lesquels ont porté cette comparaison sont les composés pour lesquels des résultats de mesures à l'émission de l'UIOM étaient disponibles et dont les facteurs d'émission du trafic routier sont connus, soit les poussières, le NOx et le SO₂.

Suivant la zone géographique considérée (comprise dans un rayon de 1 km autour de l'UIOM), la contribution de l'UIOM par rapport au trafic routier varie [KTT-IMA, 2003]:

- ✓ De 0,2 à 1% pour les PM₁₀ ;
- ✓ De 5 à 15 % pour les NOx ;
- ✓ De 10 à 16% pour le SO₂.

L'impact de l'incinérateur est donc faible par rapport à celui lié à la circulation routière. Cet impact diminuera encore suite à la mise aux normes du système de traitement des fumées de l'UIOM.

3.2.3 Campagne d'analyses environnementales 2004

Une campagne de mesures environnementales a été conçue par les services de Grenoble Alpes Métropole, et confiée au laboratoire agréé CARSO en 2004.

A) Plan d'échantillonnage

Les points de prélèvement ont été choisis dans les zones de retombées maximales établies par la modélisation des émissions de l'UIOM. Des prélèvements « témoin » ont également été réalisés dans des secteurs a priori non exposés aux émissions de l'incinérateur. Les matrices analysées ont été les retombées atmosphériques, le sol et les végétaux.

La figure ci-dessous représente la localisation des points de prélèvements.

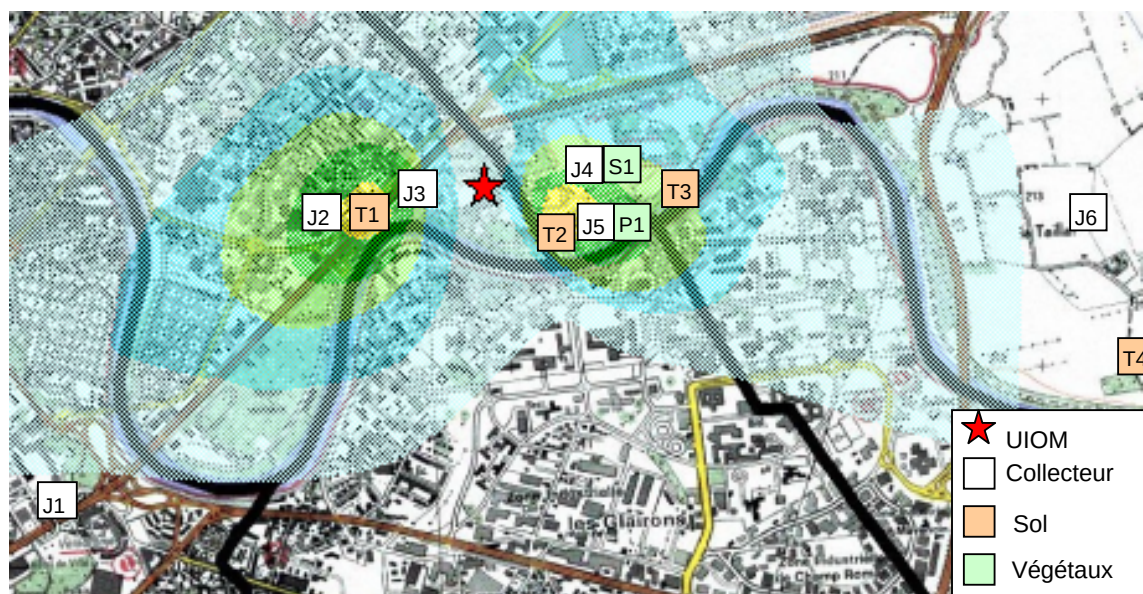


Figure 13 : Localisation des points de prélèvements – Campagne d’analyses environnementales 2004

B) Présentation des résultats.

L’incertitude des mesures est de l’ordre de 15%. L’incertitude globale (prélèvement + analyses) est estimée à 30% par le laboratoire CARSO. Ainsi, des valeurs s’écartant de plus de 30% de la valeur du bruit de fond témoignent d’une augmentation significative du taux de contamination du milieu analysé.

a) *Retombées atmosphériques*

Des collecteurs de précipitations ont été installés pendant une durée de 2 mois (de septembre à novembre 2004), pour analyse de dioxines et furannes dans les retombées atmosphériques.

Le tableau ci-dessous récapitule les résultats d’analyses obtenus.

Collecteur	Concentration en PCDD/PCDF dans les dépôts (pg I-TEQ/m ² /jour)	Distance à l’UIOM (mètres)
J1 – Grenoble, immeuble « Le Forum »	4,76	500
J2 – La Tronche, immeuble « Le Président »	1,70	550
J3 – La Tronche, SIRTOM	18,05	170
J4 – Meylan, jardins pédagogiques	1,10	450
J5 – Meylan, jardins pédagogiques	0,96	490
J6 – Meylan, zone maraîchère La Taillat	0,21	2400

Tableau 6 : Résultats de mesures dans les retombées atmosphériques

Il n’existe pas de niveau réglementaire dans les retombées, mais des valeurs typiques peuvent servir de référence aux résultats de mesures, comme celles proposées par l’INERIS (cf. tableau 7).

Valeur de recommandation (pg I-TEQ/m ² /jour)	40
Zone rurale (pg I-TEQ/m ² /jour)	<20
Zone urbaine (pg I-TEQ/m ² /jour)	10 à 85
Proche d'une source (pg I-TEQ/m ² /jour)	Jusqu'à 1000

Tableau 7 : Concentrations typiques de dioxines et furannes dans des collecteurs de précipitations [INERIS, 2001]

Les valeurs mesurées correspondent à la fourchette basse des concentrations habituellement rencontrées dans un environnement urbain. **Les résultats obtenus confirment les conclusions de la modélisation qui indiquent que les retombées atmosphériques de l'usine d'Athanol restent localisées à proximité de l'usine. La faible valeur obtenue pour le collecteur E3 confirme que la zone maraîchère de La Taillat, sur la commune de Meylan est bien située hors influence des émissions de l'UIOM.** La valeur mesurée pour le point O3, situé en toiture d'immeuble à Grenoble, témoigne de la présence d'autres sources de dioxines et furannes en milieu urbain.

b) Sol

Les résultats des mesures réalisées dans les sols sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

	Sol T1 – La Tronche, La Chantourne	Sol T2 – Meylan, Ile d'Amour	Sol T3 – Meylan, Ile d'Amour	Sol T4 – Meylan, La Taillat	Valeurs de référence	Valeur de constat d'impact pour usage sensible ⁽³⁾
Distance à l'UIOM (m)	390	330	500	3 000		
Manganèse (mg/kg MS)	614	709	837	691	-	-
Cadmium (mg/kg MS)	0,34	0,32	0,30	0,33	2 ⁽¹⁾	20
Plomb (mg/kg MS)	42,0	41,0	40,0	27,0	100 ⁽¹⁾	400
Mercure (mg/kg MS)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1 ⁽¹⁾	7
Nickel (mg/kg MS)	34	33,0	40,0	35,0	50 ⁽¹⁾	140
PCDD/PCDF (ng I-TEQ/kg MS)	12,7	15,0	11,0	4,9	40 ⁽²⁾	1 000

Tableau 8 : Valeurs de référence et résultats de mesures dans les sols

⁽¹⁾ : Valeur limite de l'arrêté du 08/01/1998 relatif à l'épandage de boues sur les sols agricoles

⁽²⁾ : Valeur de recommandation allemande pour la restriction des sols à usage agricole

⁽³⁾ : Valeurs de constat d'impact établies par le BRGM. Elles reposent sur l'évaluation des risques liés à l'exposition de ces substances (ingestion de fruits et légumes auto-produits, ingestion de sol ou de poussières, absorption cutanée de sol ou de poussières). L'usage sensible correspond à un scénario « résidentiel avec culture d'un jardin potager ». [BRGM, 2002]

Dioxines et furannes

Il n'existe pas en France de valeur réglementaire fixant des valeurs seuil à ne pas dépasser dans les sols. L'Allemagne a émis les recommandations suivantes :

- ✓ Objectif : < 5 ng I-TEQ/kg MS ;

- ✓ Entre 5 et 40 ng I-TEQ/kg MS : pas de restrictions à l'usage agricole
- ✓ > 40 ng I-TEQ/kg MS : restrictions à l'usage agricole.

La Hollande a estimé que le bruit de fond dans son sol est de 1-20 ng I-TEQ/kg de sol (matière sèche) et a émis une recommandation de 10 ng I-TEQ/kg pour l'élevage laitier.

Dans les zones rurales, on note des valeurs de 3 à 14 pg TEQ/g de sol en Autriche, de 2 à 9 pg TEQ/g en Belgique, de 1 à 5 pg TEQ/g en Allemagne. En Bavière, 90 % des sols ruraux mesurés se trouvaient en dessous de 1 pgTEQ/g. En milieu urbain, les données allemandes montrent des teneurs entre 10 et 30 pg TEQ/g de sol. On peut trouver des valeurs de contamination plus élevées dans certaines forêts (de 40 à 63 pg TEQ/g en Autriche et en Allemagne). Des fortes teneurs se trouvent près des sources de pollution industrielle (>100 pg I-TEQ/g MS) [INSERM, 2000].

Les concentrations en dioxines et furannes mesurées sont typiques d'un environnement urbain et diminuent avec la distance à l'UIOM, ce qui traduit l'impact de l'UIOM sur l'environnement. Toutes les valeurs mesurées sont bien inférieures au seuil de restriction à l'usage agricole.

Métaux lourds

Les seules valeurs réglementaires françaises concernant les teneurs en éléments traces dans les sols émanent de l'arrêté du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles. Elles sont plus contraignantes que les valeurs de constat d'impact établies par le BRGM.

Les concentrations en métaux lourds (Hg, Mn, Ni, Cd, Pb) rencontrées dans les sols sont toutes inférieures aux valeurs limites. Seules les concentrations en plomb décroissent avec la distance à l'UIOM, ce qui témoigne de l'impact de l'usine sur l'environnement.

c) Végétaux

Deux prélèvements de végétaux (poireaux et salades) ont été effectués au niveau des jardins pédagogiques, sur la commune de Meylan, sous influence du panache, pour analyse de dioxines et furannes. Les résultats des mesures sont consignés dans le tableau ci-dessous.

	Salades S1 – Meylan, jardins pédagogiques	Poireaux P1 – Meylan, jardins pédagogiques	Recommandations CE du 04/03/2002
Concentration en PCDD/PCDF (ng I-TEQ/kg de matière brute)	0,04	0,03	0,40

Tableau 9 : Résultats de mesures dans les végétaux

Les concentrations en dioxines mesurées dans les légumes sont 10 fois inférieures aux teneurs limites recommandées par la Commission des Communautés européennes le 04 mars 2002 sur la réduction de la présence de dioxines, de furannes et de PCB dans les aliments pour animaux et les denrées alimentaires [CE, 2002].

L'absence de prélèvement réalisé en zone témoin ne permet pas de définir l'impact éventuel de l'UIOM.

3.2.4 Conclusion

La zone d'influence des émissions de l'UIOM, établie à partir des données météorologiques, de la modélisation des émissions et de la campagne d'analyse environnementale de 2004 est comprise dans un rayon de 2 kilomètres (situation

actuelle). Les retombées atmosphériques de polluants ont essentiellement lieu à proximité de l'UIOM, selon la direction des vents dominants (nord-est et sud-ouest).

3.3 Identification des autres sources d'émission de dioxines et furannes et métaux lourds

La responsabilité de l'UIOM doit pouvoir être déterminée en cas d'élévation des niveaux de contamination des milieux récepteurs choisis. Pour cela, il est nécessaire de localiser les autres sources d'émission de dioxines et furannes et métaux lourds.

3.3.1 Sources anthropiques d'émission de dioxines et furannes

Le CITEPA estime que les émissions de dioxines en France s'élevaient à 380 grammes en 2002. Près de 56% de ces émissions sont dûes aux incinérateurs d'ordures ménagères.

Secteurs	Emissions de dioxines en 2002 (g I-TEQ)	Pourcentage
UIOM	212,2	55,8 %
Agglomération de minerai	55,7	14,7 %
Brûlage de câbles	40,0	10,5 %
Combustion du bois dans le résidentiel	28,7	7,6 %
Aciérie électrique	13,6	3,6 %
Aluminium de 2 ^{nde} fusion	6,0	1,6 %
Incinération des boues de STEP	5,8	1,5 %
Sources diverses	14,5	3,8 %
Total France	380,0	100,0 %

Tableau 10 : Emissions de dioxines par secteur industriel en France en 2002 (CITEPA)

Les industries de chimie organique utilisant du chlore, le raffinage de pétrole, les grandes installations de combustion, les cimenteries, les entreprises de blanchiment de pâte à papier et l'industrie du verre sont également des sources d'émissions de dioxines et furannes.

Toute activité de combustion peut générer des émissions de dioxines. Les feux de jardin, les feux de cheminée et le trafic routier émettent des concentrations de dioxines et furannes non négligeables avec des distances d'impact très réduites.

3.3.2 Sources anthropiques d'émission de métaux lourds

Le Registre Européen des Emissions Polluantes (EPER) recense les principales sources industrielles d'émissions de métaux lourds également émis par les UIOM, tels que l'arsenic, le cadmium, le chrome, le cuivre, le plomb, le mercure, le nickel, et le zinc. Aucune information n'est donnée sur les industries émettrices d'antimoine, de cobalt, de vanadium ou de thallium.

Le tableau ci-dessous recense les métaux émis dans l'air par type d'installation.

Installation	Métaux
Incinérateurs de déchets dangereux et de déchets municipaux	Cadmium, chrome, cuivre, plomb, mercure, nickel, zinc
Industrie des métaux (fonderie, métallurgie, sidérurgie)	Arsenic, cadmium, chrome, cuivre, plomb, mercure, nickel, zinc
Installations de production de ciment, verre, substances minérales, céramiques ou de chaux	Arsenic, cadmium, chrome, plomb, mercure, nickel, zinc
Installations de combustion	Arsenic, cadmium, chrome, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb
Raffineries de gaz et huiles minérales	Arsenic, cadmium, plomb, mercure, nickel
Industrie chimie organique	Arsenic, cadmium, cuivre, mercure, zinc, plomb, nickel
Installations de production de carbone ou graphite	Cuivre, plomb, mercure
Abattoirs, usines de production laitière	Nickel

Tableau 11 : Métaux émis dans l'air par type d'installation industrielle en France [EPER, 2001]

N.B : Depuis l'interdiction des essences au plomb en 2000, le trafic automobile ne représente plus une source de plomb importante.

3.3.3 Recensement des sources émettrices de dioxines et furannes et métaux lourds dans les communes voisines de la commune de La Tronche

A) Sources industrielles

D'après les informations recueillies auprès de la DRIRE, de l'EPER, du registre français des émissions polluantes, et de la CCI, aucune installation émettrice de dioxines et furannes ou métaux lourds n'est présente dans un rayon de 2 km autour de l'usine d'Athanor (cf. Annexe 6). La plus proche source d'émission est la Chaufferie de La Poterne, située à 3 km de l'UIOM. Cette chaufferie utilise le fioul, le bois, le charbon et les farines animales comme combustibles. Elle fonctionne du mois d'octobre au mois de mars à avril. Etant donnée la situation météorologique locale (vents dominants de direction est-ouest) et la distance à l'usine d'Athanor, l'influence de cette chaufferie sur l'impact environnemental en dioxines et furannes et métaux lourds autour de l'usine d'incinération peut être jugée négligeable.

B) Sources non contrôlées ou diffuses

a) Voies de circulation routière

Les principales voies de circulation situées à proximité de l'usine d'Athanor sont :

- ✓ La RN 90 (6 277 véhicules/jour en moyenne annuelle) ;
- ✓ Le boulevard de la Chantourne, sur la commune de La Tronche (1 936 véhicules/jour)
- ✓ A 41 (8 658 véhicules/jour).

Ces axes sont des sources d'émissions de dioxines et furannes, ayant des distances d'impact très réduites.

b) Brûlage de câbles

Un terrain d'accueil des gens du voyage est situé en limite de propriété sud de l'usine d'Athanor. Le brûlage de câbles électriques à l'air libre à proximité de l'UIOM est une pratique courante (de fréquence hebdomadaire), bien qu'étant interdite. Cette technique a pour but de récupérer le cuivre.

Les câbles sont disposés sur des palettes en bois et des pneus. Le tout est enflammé à l'aide d'huile de vidange. Toutes ces conditions sont favorables à la synthèse de dioxines et furannes : mauvaise combustion, présence de précurseurs, de catalyseurs...

Le volume de câbles brûlés varie entre 1 et 2 m³ par semaine.

Il existe peu de données sur les quantités de dioxines et furannes émises par ce type d'opération. Le RIVM a publié en 1991 une valeur de 500 µg I-TEQ/tonne de câbles et moteurs incinérés.

L'INERIS a conçu un programme d'essais sur de petites quantités dans des conditions contrôlées pour acquérir des données supplémentaires. Le facteur d'émission évalué dans cette étude varie de 200 et 2600 µg I-TEQ/tonne de câbles électriques brûlés (moyenne de 980 µg I-TEQ/tonne de câbles, soit une concentration de 25,3 ng/Nm³). Cette étude n'est certes pas représentative des conditions de brûlage dans des conditions réelles, mais permet d'affirmer que la contribution de cette pratique aux émissions de dioxines et furannes est non négligeable.

La proximité de cette source d'émission à l'usine d'Athanor ne permet pas de différencier les responsabilités en terme d'impact sur l'environnement. Cependant, du fait de la présence de barrières végétales au voisinage des lieux de brûlage de câbles (berges de l'Isère) et de la faible hauteur d'émission des fumées, l'impact de cette source reste a priori localisé autour du site d'Athanor.

c) Autres sources

Les poêles à bois, les cheminées, ou toute autre activité de combustion non maîtrisée produisent également des dioxines, mais ne peuvent pas être identifiées ou quantifiées.

3.4 Choix des substances à analyser

Le programme de surveillance environnementale doit porter a minima sur les dioxines et furannes et les métaux lourds. Cependant, le détail des métaux à analyser n'est pas clairement défini dans l'arrêté du 20/09/2002 ni dans les arrêtés préfectoraux d'autorisation d'exploiter l'UIOM.

3.4.1 Considérations générales

Les mesures bi-annuelles à l'émission des rejets atmosphériques imposées par l'arrêté ministériel du 20/09/2002 concernent 12 métaux lourds : l'antimoine, l'arsenic, le plomb, le chrome, le cobalt, le cuivre, le manganèse, le nickel, le vanadium, le mercure, le cadmium et le thallium. D'après le rapport d'analyse des rejets atmosphériques de l'UIOM d'Athanor en 2004, le plomb, le nickel, le chrome et le mercure sont les composés ayant les flux d'émission les plus importants. Les substances ayant les flux les plus faibles sont le manganèse, le thallium et l'arsenic. L'Annexe 7 présente les flux de métaux lourds (sous forme gazeuse et particulaire) émis par l'installation en 2004.

Les métaux lourds retenus systématiquement lors d'une évaluation quantitative du risque sanitaire d'une UIOM sont le plomb, le mercure, le cadmium, le nickel, le chrome VI, l'arsenic et le manganèse, du fait de leur toxicité. Les autres métaux lourds ne sont pas pris en compte, car leur toxicité et les quantités émises ne le justifient pas [ASTEE, 2003].

Il n'existe pas de registre recensant les sources de thallium, vanadium, cobalt ou antimoine. Il n'est alors pas possible d'identifier ces sources autour de l'UIOM, et d'interpréter les résultats des milieux récepteurs en cas d'élévation de leur niveau de contamination.

Il semblerait donc pertinent de retenir les métaux :

- ✓ **présentant un intérêt toxicologique ou environnemental ;**
- ✓ **dont les sources d'émissions sont bien définies.**

Ainsi, 8 métaux pourraient être analysés : le plomb, le mercure, le cadmium, le nickel, le chrome VI, l'arsenic, le manganèse et le cuivre.

3.4.2 Approche de la DRIRE

Par courrier du 20 juillet 2005 émanant de la Préfecture, la DRIRE fait part de ses observations sur le projet de programme de surveillance environnementale pour l'année 2005. Elle demande notamment que l'ensemble des 12 métaux mesurés en sortie de cheminée soient analysés.

La surveillance environnementale portera donc sur les dioxines et furannes et sur les 12 métaux réglementés à l'émission.

3.5 Choix des milieux récepteurs

L'arrêté du 20 septembre 2002 n'impose pas de milieux récepteurs. Le MEDD laisse à l'exploitant la charge de concevoir le programme de surveillance, en fonction de l'environnement propre du site. Ce programme doit ensuite être validé par la DRIRE.

Pour l'usine d'Athanor, les milieux de prélèvement ont été imposés par la DRIRE Rhône Alpes.

3.5.1 Prescriptions imposées par la DRIRE

A la lecture des différents arrêtés préfectoraux de l'usine d'incinération, une évolution des milieux de prélèvement est mise en évidence :

- ✓ Arrêté préfectoral du 15/04/2003 : « sauf impossibilité justifiée, les mesures doivent porter sur : le lait de vache, ou à défaut le lait de chèvre ou de brebis, ou à défaut des œufs, un panier de légumes (de type aérien et racinaire) et de végétaux alimentaires persistants de type thym ou laurier, les lichens, les sols (horizons des premiers centimètres), l'eau (sédiments). »
- ✓ Arrêté préfectoral du 21/12/2004 : « le plan de surveillance porte a minima sur : le lait de vache ou à défaut de chèvre ou de brebis, ou à défaut des œufs, un panier de légumes de type aérien. L'inspecteur des installations classées pourra demander que des analyses soient réalisées sur d'autres compartiments ». Il est précisé que cet arrêté reprend en un seul document les principales prescriptions actuellement imposées au site d'Athanor dans les divers arrêtés préfectoraux.

Par ailleurs, le courrier du 08 mars 2005 émanant de la Préfecture impose de compléter la campagne d'analyses environnementales de 2004 :

- ✓ En réalisant des analyses sur des prélèvements de lait (et/ou d'œufs) ;
- ✓ En réalisant systématiquement pour chaque compartiment investigué (a minima lait et/ou œufs, sol, végétaux aériens et retombées) un prélèvement en zone témoin hors influence de l'usine.
- ✓ En complétant, le cas échéant, son programme de surveillance par des prélèvements complémentaires pour tenir compte de l'éventuelle modification de

la zone d'influence de l'usine d'incinération après sa mise aux normes par rapport à l'arrêté ministériel du 20 septembre 2002.

La DRIRE semble avoir pris en compte l'ensemble des demandes des associations et des riverains dans le choix des milieux de prélèvements imposés. Cependant, ces milieux récepteurs ne répondent pas forcément tous aux objectifs du programme de surveillance.

3.5.2 Pertinence des milieux récepteurs imposés par la DRIRE vis-à-vis des objectifs du programme de surveillance

A) Sol

Les dioxines et furannes émis se déposent sur le sol, essentiellement sous forme particulaire. Du fait de leur coefficient de partage octanol/eau élevé, les dioxines et furannes se lient aux colloïdes du sol, et vont se retrouver à 95% dans les 10 premiers centimètres du sol. Leur persistance dans les sols est très longue, la demi-vie des congénères augmentant avec le nombre d'atomes de chlore (cf. Annexe 1) [AFSSA, InVS, 2003].

Les métaux lourds se retrouvent également dans les premiers centimètres du sol, sauf le cadmium et le nickel qui sont légèrement plus mobiles.

En raison de la persistance des métaux lourds et des dioxines et furannes dans les sols, ce milieu reflète une pollution cumulée. L'historique des sols doit être parfaitement connue sur une période de 75 ans avant de choisir les points de prélèvement [INERIS, 2001]. Ainsi, ce milieu récepteur ne peut être utilisé pour suivre des variations à court terme de dépôts. De plus, l'efficacité du nouveau système de traitement des fumées ne pourra pas être mise en évidence.

Les sols ne sont donc pas un milieu récepteur pertinent dans le cadre d'une surveillance environnementale.

B) Lait

Comme indiqué dans le paragraphe 1.3.3, le lait a jusqu'à présent été le milieu récepteur privilégié pour le programme de surveillance environnementale autour des UIOM concernant les émissions de dioxines et furannes.

En France, les mesures réalisées autour d'installations aux normes de 1991 n'ont pas mis en évidence de taux supérieurs à la normale.

Dans le Connecticut (Etats-Unis), un suivi de la contamination du lait de 5 fermes situées entre 5 et 15 km sous le vent d'un incinérateur moderne installé un an auparavant n'a pas montré de différence significative entre les taux de dioxines et furannes avant et après mise en service [AFSSA, InVS, 2003].

La valeur limite de 0,1 ng I-TEQ/Nm³ imposée par l'arrêté du 20 septembre 2002 réduira encore les émissions de dioxines et furannes des UIOM en France. Le lait ne pourra donc pas mettre en évidence une augmentation significative des quantités de dioxines et furannes émises à l'atmosphère en cas de dysfonctionnement de l'unité d'incinération.

Le lait n'est donc pas un indicateur suffisamment sensible pour la surveillance environnementale des UIOM.

C) Œufs

De 5 à 30% des quantités de dioxines et furannes ingérées par les poules pondeuses sont excrétées dans les œufs.

Des essais réalisés sur des poules pondeuses montrent que la teneur en dioxines et furannes dans les œufs est directement liée au taux de contamination des sols sur lesquels les poules sont élevées [AFSSA, InVS, 2003].

Or, les sols ne sont pas adaptés pour une surveillance environnementale du fait de l'historique des pollutions passées. De la même manière, les œufs ne sont donc pas des milieux récepteurs indiqués pour le programme de surveillance.

D) Végétaux aériens

Les retombées atmosphériques particulières de dioxines et furannes restent en surface du végétal. Les composés gazeux se fixent dans la couche cireuse qui recouvre les végétaux, mais semblent peu migrer vers l'intérieur. Du fait de leur forte affinité pour les colloïdes du sol, le transfert par voie racinaire des dioxines et furannes du sol vers les végétaux est très limité (sauf pour les cucurbitacées).

Des études espagnoles ont mis en évidence une décroissance des taux de contamination de végétaux corrélée à une diminution des émissions d'une UIOM année après année, ce qui indiquerait que les plantes peuvent être de bons indicateurs des émissions atmosphériques de dioxines et furannes [AFSSA, InVS, 2003].

Cependant, pour des végétaux prélevés sur site, la durée et la surface d'exposition ne sont pas connues, ce qui peut rendre l'interprétation des résultats délicate. Le choix de ce milieu récepteur implique de n'utiliser qu'une seule espèce de végétaux, les comparaisons inter-espèces étant peu significatives [INERIS, 2001]. Les taux de contamination observés dans les légumes peuvent être comparés à des valeurs de recommandations européennes.

E) Retombées atmosphériques

La détermination des retombées atmosphériques totales par des collecteurs de précipitation est une technique normalisée (norme NF X 43-014). La surface d'exposition des jauges est parfaitement connue, ce qui permet d'évaluer les dépôts atmosphériques (les résultats sont exprimés en pg I-TEQ/m²/jour). Ces collecteurs ne permettent pas de capter les émissions gazeuses ou les particules fines, et la durée de prélèvement est relativement longue (environ 2 mois) pour que les concentrations mesurées soient supérieures au seuil de détection analytique. Cette technique nécessite l'installation d'un matériel normalisé. Pour qu'il n'y ait pas d'interférences analytiques lors de la mesure de dioxines et furannes, les jauges sont en verre. Elles doivent être opaques pour empêcher la prolifération d'algues sous l'action de la lumière.

La météorologie a une influence sur l'échantillonnage des retombées atmosphériques :

- ✓ Les retombées sèches (en absence de pluie) présentent un caractère aléatoire, essentiellement dû à la direction et à la vitesse du vent. De ce fait, l'incertitude sur l'échantillonnage peut être assez importante. Le vent peut entraîner des particules collectées auparavant en absence de pluie depuis le collecteur ou son entonnoir ;
- ✓ La pluie influe sur les émissions à la source, sur le transport des particules vers les collecteurs et sur la collecte. Une pluie de courte durée peut permettre par entraînement une collecte plus importante de particules, une pluie de longue durée peut modifier, voire empêcher le transport des particules vers le collecteur ;
- ✓ La température et l'intensité lumineuse peuvent influencer sur la forme physico-chimique des échantillons et sur la dissolution dans l'eau collectée d'une partie des retombées sèches ;
- ✓ Des chutes importantes de neige peuvent obstruer l'entonnoir du collecteur.

Pour autant, la répétabilité des mesures de retombées atmosphériques sur le long terme donne de bons résultats (les écarts relatifs entre les moyennes des métaux et éléments

minéraux mesurés dans 2 jauges pendant 12 ans se situent entre 14,6 et 17,6%) [AFNOR, 2003].

Cette technique est plus contraignante que des mesures réalisées directement dans l'environnement car elle nécessite la mise en place des jauges. De plus, les résultats des mesures ne sont rapportables à aucune référence réglementaire. Cependant, elle peut s'avérer utile dans des milieux essentiellement urbains.

N.B : Les mesures réalisées sur les matrices lait, œufs et végétaux aériens permettent un contrôle sanitaire des produits consommés à proximité de l'UIOM. Les résultats doivent être correctement interprétés car l'UIOM peut ne pas être la seule source de contamination (cf. chapitre 4.3).

3.5.3 Milieux récepteurs retenus pour le programme de surveillance

L'ensemble des milieux récepteurs imposés par la DRIRE ont été retenus, à l'exception du lait du fait de l'absence d'élevage bovin dans un rayon de 4 kilomètres autour de l'UIOM (source : Direction des Services Vétérinaires). Les salades ont été retenues comme milieu récepteur de type végétal aérien, car elles ont l'avantage d'avoir une surface d'exposition importante.

Les lichens ont également été retenus comme milieu récepteur, car ils répondent à l'ensemble des critères recherchés :

- ✓ Grande sensibilité : des variations fines de la qualité atmosphérique peuvent être mises en évidence ;
- ✓ Profil identique à l'air ambiant (équilibre air/lichen) : si le profil mesuré dans les lichens diffère significativement de celui de l'UIOM, une autre source pourra être suspectée ;
- ✓ Intégration des phases gazeuses et particulaires (contrairement aux sols et aux collecteurs de précipitation) ;
- ✓ Surface d'exposition stable (car la croissance des lichens est très lente), contrairement aux végétaux aériens ;
- ✓ Bonne représentativité : les lichens croissent naturellement sur des supports verticaux, même en milieu urbain ;
- ✓ Technique validée et recommandée par le MEDD [ADEME, MEDD, 2004].

De plus, selon des études réalisées par la société Aair Lichens, les lichens accumuleraient les dioxines et furannes avec un rapport 4 à 5 vis-à-vis des sols, pour lesquels des valeurs-objectifs existent [AAIR LICHENS, 2005].

3.6 Etablissement du plan d'échantillonnage

Le plan d'échantillonnage a été établi en fonction de la rose des vents, de la modélisation des émissions de l'UIOM, de la campagne environnementale de 2004, des contraintes géographiques spécifiques aux milieux récepteurs et des facilités d'accès aux sites.

Il doit être établi de manière à ce qu'aucune source secondaire n'interfère, ou, à défaut, que l'interprétation des résultats soit aisée.

3.6.1 Sol, œufs, salade

Le 10 juin 2005, le laboratoire CARSO a réalisé les prélèvements de :

- ✓ 4 échantillons de sol pour analyse de dioxines et furannes et métaux lourds ;
- ✓ 2 échantillons d'œufs (provenant d'élevages particuliers du fait de l'absence d'élevages industriels à proximité de l'UIOM) ;

- ✓ 2 échantillons de salades.

Un troisième prélèvement d'œufs a été réalisé le 5 août 2005 pour répondre aux exigences de la DRIRE, qui demande 2 prélèvements d'œufs en zone impactée, 1 en zone de référence. Pour chacun de ces compartiments, un prélèvement en zone témoin a été réalisé. Les caractéristiques des points de prélèvements choisis sont consultables en Annexe 8.

La figure ci-dessous représente la localisation des points de prélèvements effectués.

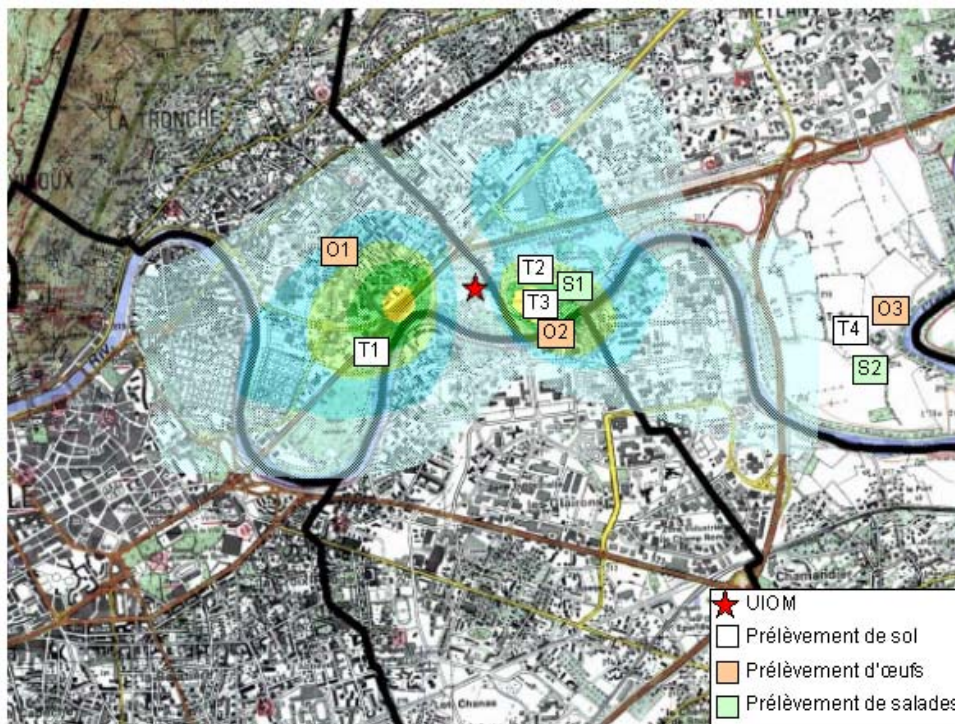


Figure 14 : Localisation des prélèvements de sol, d'œufs et de salade réalisés pour la campagne 2005 en fonction des zones de retombées modélisées

3.6.2 Collecteurs de précipitations

La Métro a fait l'acquisition de 8 collecteurs de précipitation de type jauges Owen. 7 collecteurs ont été mis en place le vendredi 5 août 2005, le dernier étant utilisé en tant que blanc pour s'assurer que les manipulations n'entraînent pas de contamination parasite. La durée de prélèvement sera de 2 mois.

Les caractéristiques des points d'implantation des jauges sont indiquées en Annexe 8.

La localisation des jauges a été définie en fonction :

- ✓ De l'accessibilité aux sites (les sites appartenant à la Métro ou les terrains communaux ont été privilégiés) ;
- ✓ De la sûreté des sites (contrôle de l'accès, terrains grillagés...) pour éviter le vandalisme des jauges ;
- ✓ De l'absence de barrière végétale ou architecturale qui pourrait perturber la collecte des retombées.

La figure ci-dessous présente la localisation des jauges.

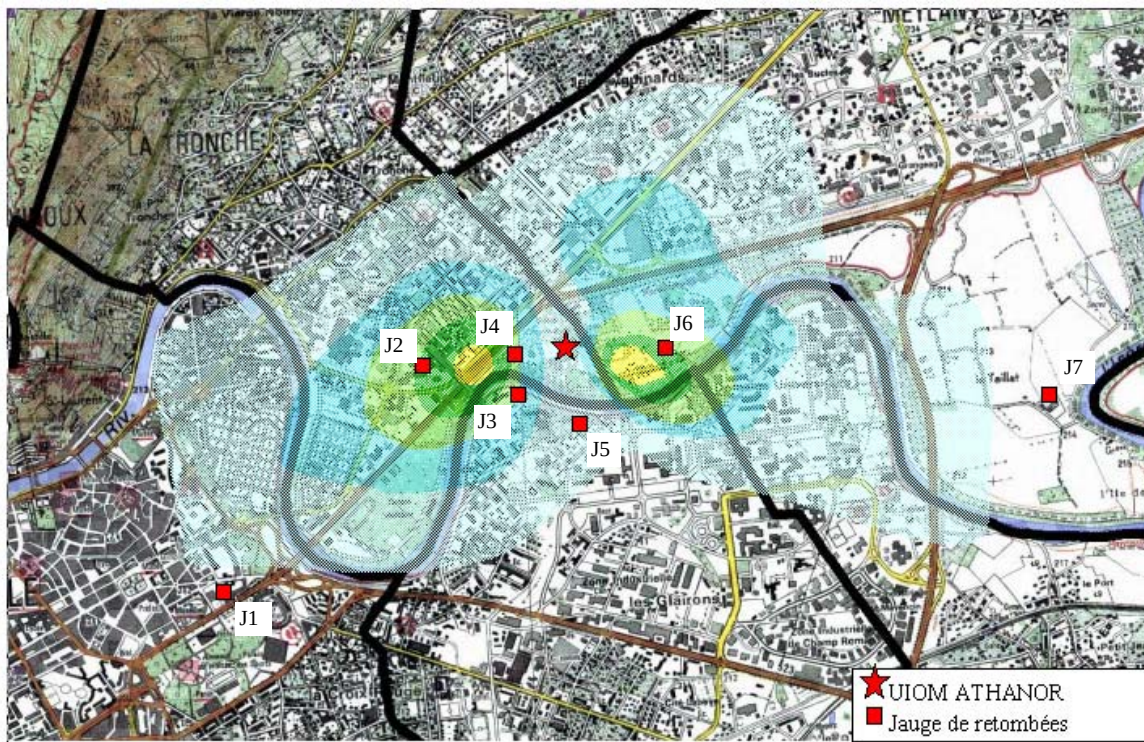


Figure 15 : Localisation des collecteurs de précipitation en fonction des zones de retombées modélisées

3.6.3 Lichens

La société Air Lichens a été mandatée par la Métro pour réaliser la surveillance des retombées d'Athanor (dioxines et furannes, cadmium, mercure et plomb) dans les lichens.

Le choix des 3 zones de prélèvement a été décidé en fonction des données de la modélisation de la dispersion des rejets atmosphériques de l'usine et des résultats de la campagne environnementale conduite en 2004. La société Air Lichens disposant d'un retour d'expérience conséquent sur les bruits de fond en dioxines et métaux lourds habituellement rencontrés en France, les 3 zones de prélèvements ont été choisis à proximité de l'usine, sous influence du panache.

Les caractéristiques des zones de prélèvements sont consultables en Annexe 8.

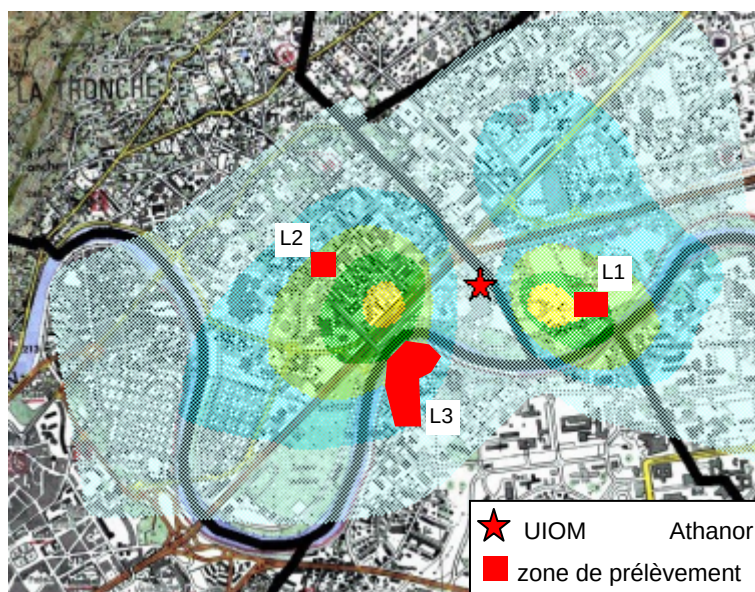


Figure 16 : Localisation des prélèvements de lichens en fonction des zones de retombées modélisées

3.7 Coût des analyses

Le tableau ci-dessous récapitule le coût des analyses réalisées :

Prestation	Coût HT
Prélèvements et analyses des matrices sol, air, salades et œufs par le laboratoire CARSO	11 348,00 €
Prélèvements et analyses de lichens par la société AAIR LICHENS	6 465,00 €
Jauges de retombées atmosphériques par la société DISLAB	8 298,56 € (investissement)

Tableau 12 : Coût hors taxe des différences prestations

4 PRESENTATION DES PREMIERS RESULTATS DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

Ce chapitre présente les premiers résultats obtenus pour les sols, les œufs, les salades et les lichens. Les résultats des retombées atmosphériques ne sont pas connus à la date de rédaction du rapport.

Toutes les analyses ont été effectuées par le laboratoire agréé CARSO, à Lyon. Les incertitudes sur les résultats d'analyses sont de 15%.

4.1 Sol

Les prélèvements de sol ont été effectués dans les 10 premiers centimètres pour les terrains non retournés (échantillons T1 et T2), et dans les 25 premiers centimètres pour les sols à usage agricole (échantillons T3 et T4). Un échantillon de sol (environ 1 kg) est constitué d'une dizaine de prélèvements, afin d'évaluer la concentration moyenne du terrain.

4.1.1 Présentation des résultats d'analyses

Les résultats d'analyses sont consignés dans le tableau suivant.

	Sol T1 La Tronche « jardin sauvage »	Sol T2 Meylan Ile d'Amour	Sol T3 Meylan jardins pédagogiques	Sol T4 Meylan Taillat Témoin	Valeurs limites
Distance à l'UIOM (m)	575	550	450	2 400	
Antimoine (mg/kg MS)	< 5,1	< 5,3	< 5,2	< 5,1	100 ⁽²⁾
Cadmium (mg/kg MS)	0,5	0,5	1,0	0,5	2 ⁽¹⁾
Cobalt (mg/kg MS)	10,2	11,1	13,4	15,8	30 ⁽¹⁾
Manganèse (mg/kg MS)	686	727	801	944	-
Mercure (mg/kg MS)	0,2	0,13	0,43	0,12	1 ⁽¹⁾
Nickel (mg/kg MS)	28	31	35	41	50 ⁽¹⁾
Plomb (mg/kg MS)	52	31	54	34	100 ⁽¹⁾
Arsenic (mg/kg MS)	16,86	27,14	38,22	36,74	37 ⁽²⁾
Chrome (mg/kg MS)	45	39	50	57	150 ⁽¹⁾
Cuivre (mg/kg MS)	37	31	102	37	100 ⁽¹⁾
Thallium (mg/kg MS)	< 5,3	< 5,1	< 5,2	< 5,1	10 ⁽²⁾
Vanadium (mg/kg MS)	58,5	48,1	62,0	76,0	560 ⁽²⁾
PCDD/PCDF (ng I-TEQ/kg MS)	28	8,3	13	3,5	40 ⁽³⁾

Tableau 13 : Résultats des mesures dans les sols

⁽¹⁾ Valeurs limites issues de l'arrêté du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles.

⁽²⁾ Valeurs de constat d'impact pour les sols à usage sensible établies par le BRGM [BRGM, 2002]

⁽³⁾ Recommandation allemande, établie en 1991 pour la restriction des sols à usage agricole

4.1.2 Discussion des résultats

A) Dioxines et furannes

Les concentrations en dioxines et furannes sont plus élevées dans les échantillons de sol prélevés dans des zones sous influence des émissions de l'UIOM que dans l'échantillon de sol prélevé dans la zone de référence, mais restent inférieures aux valeurs de recommandation. Ces résultats mettent en évidence un impact modéré de l'installation.

N.B. : Les concentrations mesurées reflètent l'historique des émissions cumulées au sol, et sont typiques d'un environnement urbain. L'UIOM fonctionne depuis 1972, ce qui tendrait à montrer que la conduite des fours a toujours été bien gérée, malgré l'absence d'obligations réglementaires spécifiques aux dioxines et furannes.

B) Métaux lourds

Les concentrations en mercure, manganèse, nickel et cadmium sont proches des concentrations observées en 2004 (cf. chapitre 3.2.3). Seul le point T3, situé au niveau des jardins pédagogiques présente une concentration en mercure plus importante, qui demeure cependant inférieure au seuil de recommandation.

Les concentrations en manganèse, nickel et cobalt, arsenic, chrome, cuivre et vanadium sont variables et ne montrent pas de diminution en fonction de la distance à l'UIOM. La forte concentration en cuivre mesurée au point T3 est liée à l'utilisation de bouillie bordelaise sur le sol à usage agricole. La valeur en arsenic mesurée en T3 est proche de la valeur de constat d'impact indiquée par le BRGM, mais le dépassement de cette valeur n'est pas significatif.

Les concentrations en antimoine et thallium sont inférieures au seuil de détection.

Seules les concentrations en plomb et mercure sont généralement plus importantes dans les échantillons de sol prélevés à proximité de l'UIOM que celles de l'échantillon de référence. Ces résultats mettraient en évidence un impact modéré de l'incinérateur vis-à-vis de ces composés.

N.B. : Le sol témoin est un sol à usage agricole, qui peut avoir eu des apports en éléments traces métalliques. C'est pourquoi ce point de prélèvement ne sera pas retenu dans le cadre du programme pluriannuel. Un prélèvement de sol non remanié, en dehors de la zone d'influence de l'UIOM sera privilégié.

4.2 Salades

Un échantillon de salade est constitué des feuilles extérieures de plusieurs pieds de salade, afin d'estimer la contamination moyenne de la zone de prélèvement. Avant analyse, les salades sont nettoyées à l'eau. Les concentrations mesurées permettent donc d'évaluer l'apport en dioxines et furannes par ingestion de salades.

4.2.1 Présentation des résultats d'analyses

Le tableau ci-après présente les résultats d'analyses pour l'année 2005 et rappelle le résultat de 2004.

	Salade S1 – jardin pédagogique - 2005	Salade S2 témoin – Meylan la Taillat - 2005	Salade – jardin pédagogique - 2004	Recommandations CE du 04/03/2002
PCDD/PCDF (ng I-TEQ / kg matière brute)	0,038	0,019	0,04	0,4

Tableau 14 : Résultats des mesures de dioxines et furannes dans les salades

4.2.2 Discussion des résultats

Les échantillons présentent des teneurs 10 fois inférieures aux valeurs limites recommandées. La concentration en dioxines et furannes est identique entre l'année 2004 et l'année 2005.

La comparaison de la concentration en dioxines et furannes au niveau de la zone de référence avec la zone sous influence du panache de l'incinérateur met en évidence un impact modéré de l'usine d'Athanor.

4.3 Oeufs

4.3.1 Présentation des résultats d'analyses

A la date de rédaction du rapport, les résultats des œufs O2 ne sont pas encore connus.

Le tableau ci-après présente les résultats d'analyses obtenus pour les œufs O1 et E3.

	Oeuf O1 – La Tronche	Oeuf O3 – témoin Meylan La Taillat	Valeur maximale autorisée du règlement CE du 29/11/2001
PCDD/PCDF (pg I-TEQ / g matière grasse)	14	3,7	3

Tableau 15 : Résultats des mesures de dioxines et furannes dans les œufs

4.3.2 Discussion des résultats

La valeur limite indiquée dans le règlement CE est la teneur maximale en dioxines et furannes autorisée dans les œufs pour la consommation humaine. Cette valeur est dépassée, même dans la zone de référence. Ceci est en cohérence avec les données du Tableau 16, qui indique que la valeur maximale de référence est atteinte même pour des sols très peu contaminés aux dioxines et furannes.

	Concentration en dioxines et furannes dans les sols (ng I-TEQ/kg MS)	Concentration en dioxines et furannes observée dans les œufs (pg/g de matière grasse)
Sol très faiblement contaminé (zone rurale)	<0,5	2 à 3
Sol moyennement contaminé	42	10 à 30
Sol fortement contaminé (à proximité d'une source)	460	100 à 300

Tableau 16 : Concentration en dioxines et furannes dans les œufs de poule en fonction du taux de contamination des sols d'élevage [AFSSA, InVS, 2003]

Ce tableau montre que des sols très faiblement contaminés induisent déjà une concentration en dioxines dans les œufs proche de la valeur limite européenne de 3 pg I-TEQ/g de matière grasse.

La concentration de 14 pg/g de matière grasse retrouvée dans les œufs O1 correspondrait à un sol moyennement contaminé (autour de 40 ng I-TEQ/kg MS). Les concentrations moyennes en dioxines retrouvées dans les sols dans le programme de surveillance au niveau des zones impactées par les émissions de l'incinérateur se situent autour de 15 ng I-TEQ/kg MS.

A) Etat des connaissances sur les taux de contamination des œufs de poules élevées en plein air, dans des poulaillers privés

Dans une enquête de 1998 réalisée par la Direction Générale de l'Alimentation en Alsace, les œufs de poule élevées au sol présentent des taux de 1,5 à 5 pg/g MG contre 0,3 à 1 dans les œufs de poules élevées en bâtiments.

Par ailleurs, une étude belge a mis en évidence une contamination aux dioxines plus importante dans les œufs issus d'élevage privés que dans les œufs issus d'élevages industriels, que ceux-ci soit de type fermé (batteries) ou même de type ouvert (libre parcours) [Comité scientifique Belge, 2002].

Les concentrations obtenues sur 19 échantillons d'œufs issus de producteurs particuliers sont comprises entre 1,40 et 19,82 pg I-TEQ/g de matière grasse, la moyenne étant située autour de 10 pg I-TEQ/g de matière grasse.

Le Comité Scientifique belge attribue cette différence à de nombreux facteurs :

- ✓ Les élevages particuliers se situent généralement à proximité d'agglomération urbaine et d'activités industrielles, contrairement aux élevages professionnels ;
- ✓ La surface de parcours des poules est plus importante dans les élevages particuliers que dans les élevages professionnels. Ainsi, les poules auraient à leur disposition une quantité relativement plus importante de végétaux et d'organismes du sol susceptibles d'être contaminés ;
- ✓ Les particuliers peuvent avoir recours à des pratiques susceptibles, d'une part, d'augmenter le niveau de contamination du sol dans l'enclos des poules (incinération de déchets domestiques, apport de cendres) et, d'autre part, de favoriser la consommation de nourriture relativement plus riche en dioxines (distribution de déchets gras d'origine animale) ;
- ✓ L'état physiologique des poules (quantité de matière grasse corporelle), le rythme de ponte (la ponte est un mécanisme d'excrétion des dioxines), l'âge des poules... sont autant de facteurs qui peuvent également expliquer le niveau de contamination moyen des œufs en élevage privé, et d'autre part, la variabilité des teneurs mesurées.

B) Hypothèses sur le taux de dioxines et furannes mesuré sur les œufs O1

Les poules élevées en O3 sont uniquement élevées au grain, tandis que les poules élevées en O1 sont nourries au grain, mais également avec les restes de repas du particulier. Cette différence d'alimentation pourrait contribuer à l'apport en dioxines des poules élevées en O1. De plus, le point O3 se situe dans une zone rurale, tandis que le point O1 se situe dans une zone urbaine. Les données relatives à la race des poules pondeuses, à leur âge, à leur rythme de ponte n'ont pas pu être collectées.

Ainsi, il n'est pas possible de quantifier l'impact de l'UIOM à partir des teneurs en dioxines et furannes mesurés dans les œufs O1 et O3. Ce point confirme que les œufs ne sont pas de bons indicateurs dans le cadre du programme de surveillance environnementale des UIOM.

4.3.3 Evaluation de l'exposition des particuliers aux dioxines et furannes liée à la consommation d'œufs

Les concentrations en dioxines et furannes mesurées dans les œufs O1 et O3 sont supérieures à la valeur maximale autorisée par la Commission Européenne. Ce chapitre présente une évaluation de l'exposition des particuliers en dioxines et furannes liée à la consommation des œufs prélevés en O1 et O3 par rapport à l'exposition de la population générale.

A) Dose tolérable

Dans la circulaire DGS/VS 3/98 n°98-333 du 11 juin 1998, le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France propose une dose journalière tolérable de 1 pg I-TEQ/kg poids corporel (pc) pour les dioxines.

Le CSHPF estime que :

- ✓ Une exposition journalière inférieure à 1 pg I-TEQ/kg pc exclut à priori tout risque pour la santé publique ;
- ✓ Une exposition journalière supérieure à 10 pg I-TEQ/kg pc pendant une longue période est considérée comme pouvant entraîner des risques d'effets néfastes ;
- ✓ Une exposition journalière à long terme entre 1 et 10 pg I-TEQ/kg pc ne semble pas entraîner de signes avérés de toxicité chez l'homme mais ne donne pas une marge de sécurité suffisante pour exclure tout risque pour certains segments de la population.

Au niveau international, la dose tolérable a évolué au cours du temps : de dose journalière [WHO,1998], elle est devenue une Dose Hebdomadaire Tolérable [SCF,2000] de 14 pg I-TEQ/kg pc puis aujourd'hui une Dose Mensuelle Tolérable Provisoire (DMTP) de 70 pg de PCDD/F et PCB dioxines-like/kg pc par mois [FAO/OMS, 2001]. La plupart des études montrent que l'exposition humaine s'effectue à près de 95 % par les aliments d'origine animale. Par ailleurs, un rapport de l'Union Européenne de 2000 précise que l'on peut estimer la charge toxicologique additionnelle due aux PCB de type dioxine comme étant équivalente à la charge due aux dioxines [EU Commission, 2000].

B) Scénarios d'exposition

En France, l'exposition moyenne aux dioxines (toute alimentation confondue) est de 1,31 pg/kg pc/jour, soit 40,6 pg/kg pc/mois [AFSSA, 2000]. En retenant l'hypothèse de l'Union Européenne, l'exposition aux PCB de type dioxine serait du même ordre de grandeur.

Les hypothèses retenues par l'AFSSA concernant les habitudes de consommation d'œufs de la population française sont les suivantes :

Consommation alimentaire moyenne : 21,41 g/pers/jour

Teneur en matière grasse du produit : 12,5 %

Le poids moyen (ensemble de la population de 2 ans et plus) est estimé à 50,5 kg.

Il est donc possible de calculer la contribution à l'exposition aux dioxines pour les 2 situations rencontrées :

- ✓ Scénario 1 : Autoconsommation à 100% d'œufs provenant de la zone de référence La Taillat,
- ✓ Scénario 2 : Autoconsommation à 100% d'œufs provenant de la commune de La Tronche

Ces deux scénarios sont majorants puisque la consommation alimentaire moyenne d'œufs en France ne comprend pas uniquement les œufs frais mais aussi les œufs transformés par l'industrie agroalimentaire.

	Consommation alimentaire moyenne (g/pers/jour)	Teneur en matière grasse des oeufs	Teneur en dioxines (pg/g MG)	Exposition moyenne aux dioxines (pg/pers/j)	Exposition moyenne aux dioxines (pg/kg pc/j)	Contribution à l'exposition aux dioxines (%)
Scénario 1 : La Taillat	21,41	12,5%	3,7	9,90	0,20	15,0 %
Scénario 2 : La Tronche	21,41	12,5%	14	37,47	0,74	56,6 %
Moyenne nationale	21,41	12,5%	1,51 ⁴	4,04	0,08	6,1 %

Tableau 17 : Contribution des œufs à l'exposition aux dioxines suivant leur origine : La Taillat ou La Tronche. Comparaison à la situation moyenne nationale.

Les concentrations élevées en dioxines et furannes rencontrées dans les œufs augmentent la contribution à l'exposition aux dioxines d'un facteur 2,5 à 9 par rapport à la situation nationale.

L'exposition moyenne aux dioxines (toute alimentation confondue) serait alors de **1,43 pg/kg pc/jour dans le cas n°1 et de 1,97 pg/kg pc/jour dans le cas n°2** (moyenne nationale de 1,31 pg/kg/jour).

En apport mensuel, l'exposition serait de **44,3 pg/kg pc/mois** dans le cas n°1 et de **61 pg/kg pc/mois** dans le cas n°2. Si on ajoute la contribution (supposée inchangée) des PCB de type dioxine, l'apport total mensuel s'élèverait à **85 pg/kg pc** et **102 pg/kg pc** respectivement (moyenne nationale de 81,22 pg/kg/mois).

Le cas n°1 se rapproche de la situation nationale, par contre, le cas n°2 montre une augmentation sensible de l'exposition. Il serait intéressant d'approfondir les habitudes d'autoconsommation des particuliers afin d'approcher au mieux l'exposition réelle et d'éviter toute sous-estimation ou surestimation du risque.

4.4 Lichens

4.4.1 Présentation des résultats d'analyses

Les prélèvements ont été effectués par la société Aair Lichens, le 1^{er} juillet 2005.

Les dosages de dioxines et métaux lourds ont été réalisés par le laboratoire agréé CARSO de Lyon. L'incertitude des concentrations mesurées dans les lichens est de 15%.

Les métaux analysés dans les lichens ont été : le cadmium, le plomb et le mercure. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

⁴ Taux moyen de PCDD/PCDF mesuré dans les œufs [AFSSA, 2000]

Echantillon	Cadmium (mg/kg MS)	Plomb (mg/kg MS)	Mercure (mg/kg MS)	PCDD/PCDF (ngl-TEQ/kg MS)
L1 – Amour	1,1	24	0,13	22
L2 – Vercors	0,93	9,0	0,16	26
L3 – Brassens	0,42	18	0,23	21
Bruits de fond	< 0,1 à 1,1 (à proximité de sites d'incinération)	De 3,2 à 89 (zone urbaine)	< 0,1 à 0,5 (à proximité de sites d'incinération)	2,7 (moyenne française) 5 (bruit de fond maximal français)

Tableau 18 : Résultats des dosages dans les lichens

4.4.2 Interprétation des résultats

A) Dioxines et furannes

L'analyse des résultats indique que les 3 points subissent une exposition quasi identique, ce qui est conforme avec leur localisation selon la modélisation. Quelle que soit la valeur de bruit de fond sélectionnée (2,7 ou 5 ng I-TEQ/kg), les trois mesures sont significatives et attestent de retombées.

Des études réalisées par la société Air Lichens ont montré que les concentrations en dioxines et furannes mesurées dans les lichens sont en moyenne 4 fois plus élevées que celles mesurées dans les sols. Cette analogie entre les lichens et les sols a permis à la société Air Lichens de définir des valeurs de référence utilisables pour les lichens, établies sur la base de recommandations allemandes pour les sols :

- ✓ Une concentration inférieure à 20 ng-ITEQ/kg dans les lichens est un objectif à atteindre ;
- ✓ Une concentration comprise entre 20 et 160 ng I-TEQ/kg ne nécessite pas de restriction à l'usage agricole ;
- ✓ Une concentration supérieure à 160 ng I-TEQ/kg implique des restrictions à l'usage agricole.

Les valeurs retrouvées dans les lichens sont voisines la valeur objectif de 20 ng I-TEQ/kg, mais restent largement inférieures aux valeurs pouvant entraîner des dispositions particulières.

N.B. : Les taux dans les lichens peuvent être rapprochés de ceux mesurés dans les sols de proximité. Ceux-ci ont des concentrations proches ou supérieures à 10 ngl-TEQ/kg MS (cf. Tableau 13 : Résultats des mesures dans les sols). Le rapport [Lichens/sols] est d'environ 2, et donc inférieur au rapport couramment calculé, qui est de 4 à 4,5. Ceci peut être interprété comme le témoignage de pollutions anciennes (supérieures à quelques années) alors que les lichens témoignent du contenu atmosphérique en dioxines et furannes sur la période d'environ 6 mois à une année.

B) Métaux lourds

Les dosages de métaux dans les lichens montrent que les retombées métalliques à partir de l'usine d'Athanor ne dépassent pas des valeurs généralement considérées comme banales. Les concentrations mesurées en cadmium sont proches des valeurs maximales de bruit de fond. L'impact de l'UIOM n'est pas quantifiable car le nombre d'échantillons ne permet pas de déceler une décroissance à partir de cette source.

CONCLUSION

Selon la revue des connaissances scientifiques actuelles, les valeurs limites à l'émission pour les dioxines et les métaux lourds permettent d'assurer une protection sanitaire de la population. Il est donc important de pouvoir s'assurer de la conformité des rejets des UIOM en continu. Or, le coût d'un système de mesure en continu des rejets en dioxines reste pour le moment prohibitif. C'est pourquoi, en complément des 2 mesures annuelles à l'émission en dioxines et furannes et métaux lourds, l'arrêté du 20 septembre 2002 impose la mise en place d'un programme de surveillance environnementale.

Suite à la crise sanitaire liée à l'usine d'incinération de Gilly sur Isère (73) et à la médiatisation croissante des risques liés aux dioxines, la population et les associations de riverains se montrent de plus en plus hostiles à l'incinération des déchets. Pour répondre aux attentes légitimes de la population, la DRIRE Rhône-Alpes a demandé que les analyses environnementales du programme de surveillance de l'UIOM de La Tronche portent sur plusieurs milieux :

- ✓ Des matrices environnementales : air et sol ;
- ✓ Des matrices alimentaires : œufs et végétaux aériens.

Ce mémoire a mis en évidence que les œufs et le sol ne répondent pas aux objectifs du programme de surveillance et ne sont donc pas adaptés. C'est pourquoi des analyses sur lichens, milieux récepteurs sensibles et pertinents, ont également été effectuées par La Métro.

La campagne d'analyses réalisée dans le cadre de ce mémoire constitue une première étape du programme de surveillance (point zéro), et permet de définir les points qui seront définitivement retenus pour le programme de surveillance annuelle. La campagne de 2006 permettra de mesurer l'impact de la mise aux normes du système de traitement des fumées de l'UIOM.

Bibliographie

AAIR LICHENS, **Biosurveillance lichénique des retombées environnementales année 2005 – Grenoble Alpes Métropole – Usine d’incinération Athanor – PCDD/F – Métaux lourds, Rapport A6-81, 2005**

ADEME, **Le traitement des déchets ménagers et assimilés en 2002, Résultats de l’enquête ITOM, 2002**

ADEME, MEDD, **Dioxines et polluants organiques persistants. Quelles sources d’émissions ? Quels impacts ? Comment maîtriser les rejets ? Recueil des interventions des Journées Techniques Nationales des 10 et 11 mars 2004**

AFNOR, **Norme NF X43-014 – Détermination des retombées atmosphériques totales, novembre 2003**

AFSSA, InVS, **Exposition aux dioxines de la population vivant à proximité des UIOM – Etat des connaissances et protocole d’une étude d’exposition, juin 2003**

AFSSA, **Dioxines : données de contamination et d’exposition de la population française, juin 2000**

ASCOPARG, **Amélioration de la connaissance de la qualité de l’air à proximité de l’usine d’Athanor - 25 juillet 2002 – 3 janvier 2003,**

[www.atmo-rhonealpes.org/site/documentation/publications/ASCOPARG_\(Sud-Isere\)/Etudes/Impact_des_sources_de_pollution/2002_2003_UIOM_La_Tronche_Athanor.pdf](http://www.atmo-rhonealpes.org/site/documentation/publications/ASCOPARG_(Sud-Isere)/Etudes/Impact_des_sources_de_pollution/2002_2003_UIOM_La_Tronche_Athanor.pdf)

ASTEE, **Guide pour l’évaluation du risque sanitaire dans l’étude d’impact d’une UIOM, novembre 2003**

BARD D., **Incineration et déchet ménagers: la grande peur, le Cherche midi, 2005, p.63-80**

BRGM, **Gestion des sites (potentiellement) pollués – Version 2, BRGM Editions, 9 décembre 2002**

CAREPS, **Evaluation des risques sanitaires liés aux émissions atmosphériques de l’usine d’incinération d’ordures ménagères Athanor à La Tronche (Isère), décembre 2004**

Comité scientifique belge, **Avis 2002/35 – La presence de dioxine dans les oeufs de poule en libre parcours chez des personnes privées**

www.favv-afsca.fgov.be/portal/page?_pageid=34,69210&_dad=portal&_schema=PORTAL - 35

CPP, MEDD, **Les incinérateurs d’ordures ménagères : quels risques ? Quelles politiques ?, Octobre 2004**

EPER, <http://www.eper.cec.eu.int/eper/>, dernière mise à jour 27/05/2005

FAO/OMS, **Cinquante-septième rapport du Comité mixte FAO/OMS d’experts des Additifs alimentaires, Rome, 5-14 juin 2001**

INERIS, **Méthode de surveillance des retombées des dioxines et furannes autour d’une UIOM, rapport final, 1 décembre 2001**

INSERM, **Dioxines dans l’environnement, quels risques pour la santé ?, 2000**

INVS, **Incinérateurs et santé. Guide pour la conduite à tenir lors d’une demande locale d’investigations sanitaires autour d’un incinérateur d’ordures ménagères, juillet 2003**

KTT-IMA, **Rapport de synthèse concernant la modélisation de la pollution atmosphérique due à l'impact futur de l'incinérateur de LA TRONCHE**, 2004

KTT-IMA, **Rapport de synthèse concernant la modélisation de la pollution atmosphérique due au trafic routier**, septembre 2003

ROUIL L. & DURIF M. , **Audit technique du premier niveau du volet air de l'étude d'impact de l'UIOM de La Tronche (38)**, *Rapport final INERIS*, 31 octobre 2003

Scientific Committee on Food, **Opinion of the SCF on the Risk Assessment of Dioxins and Dioxin-like PCBs in Food**, 22 november 2000

SFSP, **L'incinération des déchets et la santé publique : bilan des connaissances récentes et évaluation du risque**, *Collection Santé et Société n°7*, novembre 1999

UE Commission, **Assessment of dietary intake of dioxins and related PCBs by the population of UE member states**, *Report on tasks for scientific cooperation*, 7 june 2000

WHO, **Assessment of the health risk of dioxins : re-evaluation of the Tolerable Daily Intake (TDI)**, *WHO Consultation*, May 25-29 1998

Textes de réglementation

Directive 2000/76/CE du Parlement européen et du Conseil du 4 décembre 2000 sur l'incinération des déchets (JOCE du 28 décembre 2000)

Arrêté du 25 janvier 1991 relatif aux installations d'incinération de résidus urbains (JO du 8 mars 1991)

Arrêté du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles pris en application du décret n° 97-1133 du 8 décembre 1997 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées (JO du 31 janvier 1998)

Arrêté du 20 septembre 2002 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux (JO du 1^{er} décembre 2002)

Circulaire DGS/VS 3/98 n°98-333 du 11 juin 1998 relative aux recommandations de Conseil supérieure d'hygiène publique de France, section de l'alimentation et de la nutrition, sur la dioxine (BO n°98/26)

Circulaire du 9 octobre 2002 relative aux Installations classées (arrêtés ministériels relatifs à l'incinération de déchets, émissions de dioxines et de métaux des incinérateurs) (BOMEDD n°2-2003 du 31 janvier 2003)

Recommandation de la commission du 4 mars 2002 sur la réduction de la présence de dioxines, de furannes et de PCB dans les aliments pour animaux et les denrées alimentaires (JOCE du 9 mars 2002)

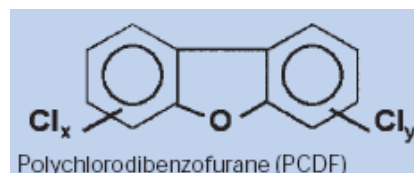
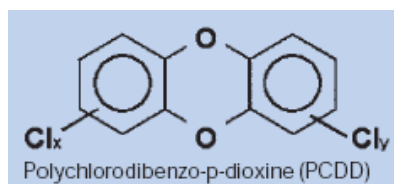
LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Les dioxines et furannes	LII
Annexe 2 : Logigramme du déroulement du programme de surveillance environnementale dans le cas d'une installation nouvelle	LV
Annexe 3 : Logigramme du déroulement du programme de surveillance environnementale dans le cas d'une installation existante	LVI
Annexe 4 : Schéma du procédé de l'usine d'incinération des ordures ménagères.....	LVII
Annexe 5 : Schémas des systèmes de traitement des fumées (actuel et futur)	LVIII
Annexe 6 : Recensement des installations émettrices de PCCDD/PCDF et métaux lourds sur les communes situées à proximité de la commune de La Tronche	LIX
Annexe 7 : Flux de métaux lourds (sous forme gazeuse et particulaire) émis par l'installation en 2004	LX
Annexe 8 : Caractéristiques des points de prélèvements retenus pour le programme de surveillance environnementale.....	LXI

Annexe 1 : Les dioxines et furannes

Définitions

Appellation générique, le terme de dioxines recouvre en fait la famille des PCDD (polychlorodibenzo-p-dioxine), constituée de 75 molécules complexes. Les structures des dioxines et furannes sont données ci-dessous :



La famille des dioxines/furannes est un des représentants des Polluants Organiques Persistants (POP). Les dioxines/furannes sont présentes aussi bien à l'état gazeux qu'à l'état particulaire (dans le cas de l'incinération, 80% des dioxines en sortie de chaudière sont sous forme particulaire).

Toute molécule carbonée peut former des dioxines, en présence de chlore et de températures comprises entre 150 et 600°C, la température optimale étant aux alentours de 300°C.

Actuellement trois types de synthèses ont été identifiés :

- La synthèse homogène : formation des dioxines en phase gazeuse à partir de précurseurs organiques chlorés de type PCB.
- La synthèse hétérogène en phases solide/gaz : la synthèse se fait à partir de précurseurs organiques chlorés et est catalysée par des dérivés métalliques.
- La synthèse de novo : fait appel à des précurseurs « péri graphitiques » (suies...), la source de chlore est un sel métallique du type CuCl_2 .

Les polychlorodibenzodioxines et les polychlorodibenzofurannes sont des composés aromatiques tricycliques dotés de propriétés physico-chimiques voisines. Ils présentent une grande stabilité physique et chimique et un mécanisme d'action commun qui explique la similarité de leurs effets toxiques. Ils sont tous solides, avec des points de fusion et d'ébullition élevés et une très faible solubilité dans l'eau, associée à une forte lipophilie.

Il existe 75 congénères (classe de composés dont les substituants chlorés ont la même disposition géométrique mais dont le nombre peut différer) possibles pour les dioxines et 135 pour les furannes. Les congénères du dibenzofurane sont plus nombreux car la structure furanique est dissymétrique.

Les positions numérotées peuvent être occupées par des atomes d'hydrogène ou de chlore qui peuvent être au plus au nombre de huit. Il existe de multiples combinaisons liées au nombre d'atomes de chlore et aux positions qu'ils occupent. Le résultat conduit à 75 PCDD et 135 PCDF (tableau 1).

Nombre d'atomes de Chlore	Nombre de congénères PCDD	Nombre de congénères PCDF
Mono-	2	4
Di-	10	16
Tri-	14	28
Tetra-	22	38
Penta-	14	28
Hexa-	10	16
Hepta-	2	4
Octa-	1	1
Total	75	135

Tableau 1 – Combinaisons des PCDD et PCDF

Propriétés

En raison de leur structure chimique voisine, les dioxines et les furannes chlorés ont en commun cinq propriétés qui expliquent les caractéristiques de leur comportement dans l'environnement : la stabilité thermique, la faible volatilité, la faible dégradabilité environnementale et la liposolubilité.

- La stabilité thermique : Ces molécules sont extrêmement stables et nécessitent des températures supérieures à 1000°C environ pour être détruites.
- La non – volatilité : La dispersion moléculaire de ces composés dans l'atmosphère est possible uniquement par adsorption sur des aérosols particulaires car leur tension de vapeur est très faible. Leur demi-vie est estimée à plusieurs dizaines d'années en sous-sol et à une dizaine d'années en surface.
- Le transport longue distance : De par leurs propriétés de persistance et de bioaccumulation, ces molécules peuvent se déplacer sur de très longues distances et se déposer loin des lieux d'émission (des milieux chauds –à forte activité humaine- vers les milieux froids)
- La forte stabilité environnementale : Les dioxines et les furannes sont très résistantes aux attaques biotiques et abiotiques, ce qui explique leur forte rémanence dans l'environnement. En effet, ces molécules se dégradent de 50 % sur une durée de 7 à 8 ans.
- La liposolubilité : Les composés chlorés et les composés aromatiques sont d'excellents solvants des graisses. La chaîne alimentaire par l'intermédiaire des graisses, constitue la voie essentielle de transport et d'accumulation des dioxines et des furannes car, dans le cas des PCDD/F, le logarithme du coefficient de répartition octanol/eau est extrêmement élevé (> 6).

Toxicité

Parmi les 210 congénères de dioxines et furannes, seuls 17 sont reconnus toxiques. Les dioxines sont des composés très lipophiles faiblement éliminés par l'organisme et qui par conséquent s'accumulent et se stockent en particulier dans le foie et le tissu adipeux (*toxiques cumulatifs*).

- De nombreuses études sur la toxicité des PCDD et PCDF mettent en cause le congénère le plus toxique, à savoir la 2,3,7,8-TCDD. Toutes les données indiquent aussi que les congénères les plus toxiques comportent un minimum de quatre atomes de chlore occupant les positions 2,3,7 et 8 et que la toxicité des congénères diminue lorsque le nombre d'atomes de chlore croît. Le premier enseignement de ces études est que le nombre de molécules toxiques est de 17 sur les 210 possibles.
- Ces 17 congénères n'ont pas tous la même toxicité. Pour traduire ces différences, il a été établi un coefficient de pondération pour chacune des 17 molécules en prenant comme base un coefficient de 1 pour le plus toxique, la 2,3,7,8-TCDD.

Le système de coefficients de pondération (I-TEF = *International Toxic Equivalency Factors*) reconnu internationalement est celui développé par «NATO Committee on Challenges to Modern Society» (NATO/CCMS) présenté dans le tableau 2 :

CONGENERE	COEFFICIENT	CONGENERE	COEFFICIENT
2,3,7,8-TCDD	1	2,3,7,8-TCDF	0,1
	0,5	2,3,4,7,8-PeCDF	0,5
1,2,3,7,8-PeCDD		1,2,3,7,8-PeCDF	0,05
1,2,3,4,7,8-HxCDD		1,2,3,4,7,8-HxCDF	
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1	1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDD		1,2,3,6,7,8-HxCDF	
		2,3,4,6,7,8-HxCDF	
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,01
		1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	

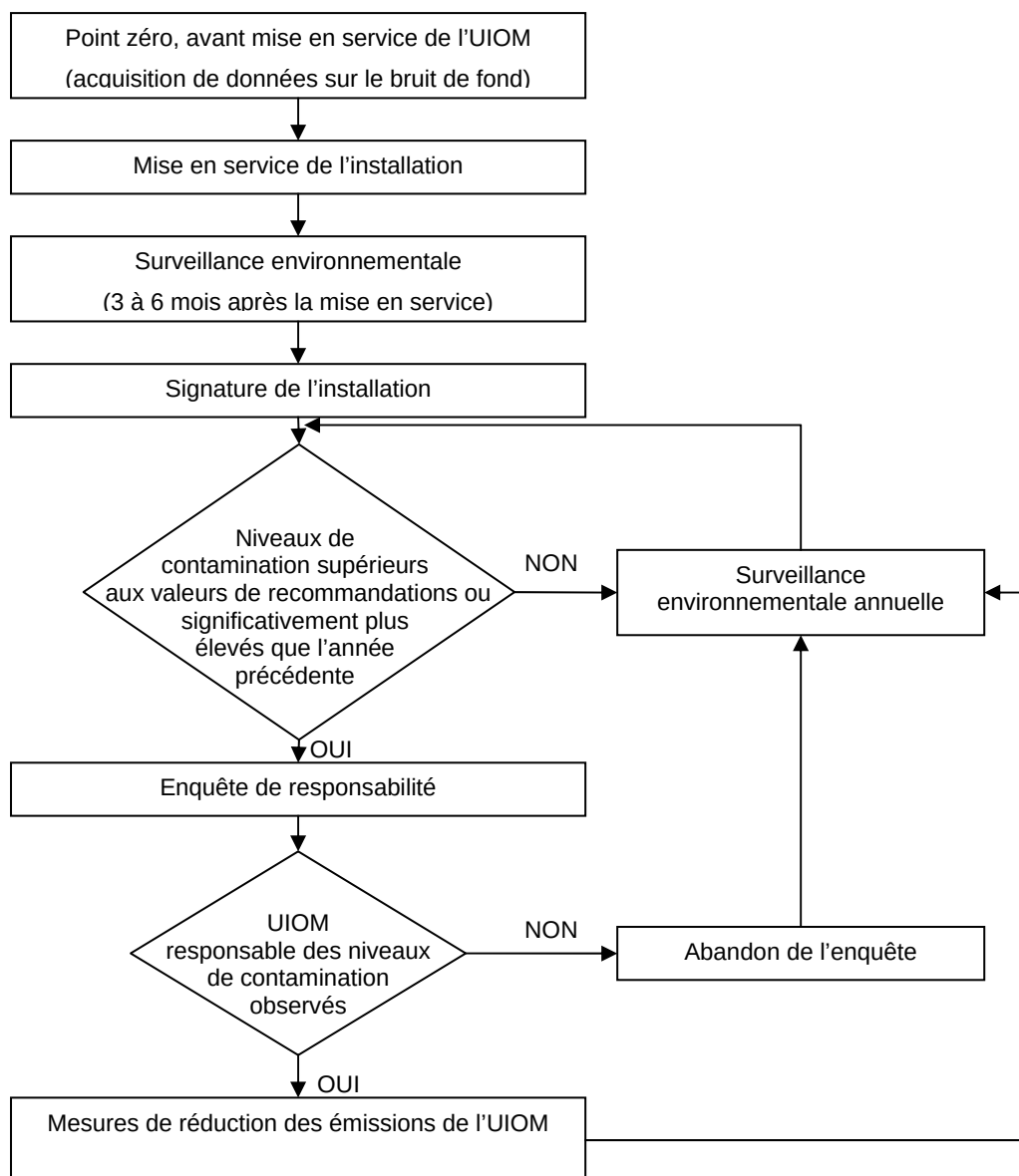
OCDD	0,001	OCDF	0,001
------	-------	------	-------

Tableau 2 - Facteur international d'équivalent toxique pour les 17 congénères.

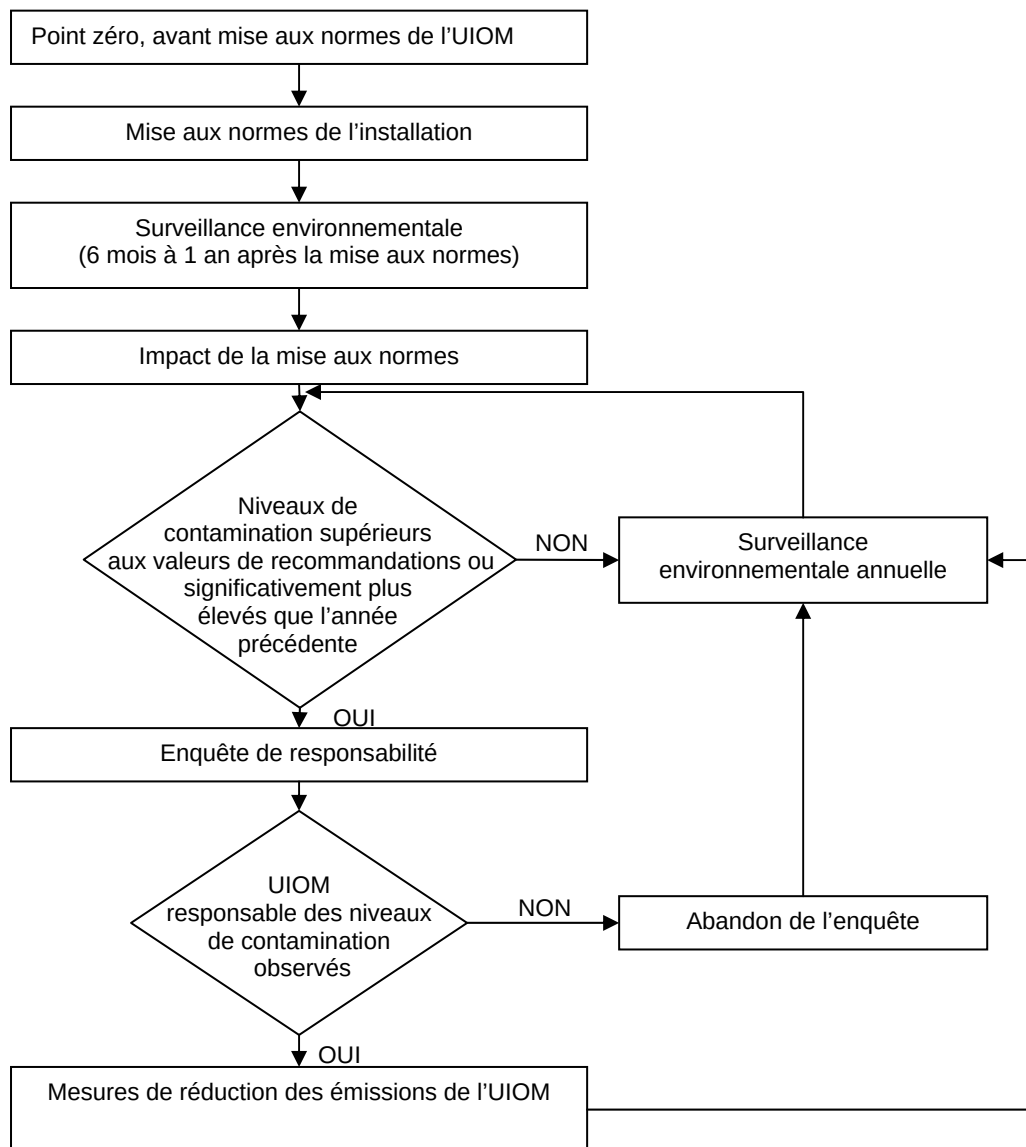
La mesure de toxicité d'un échantillon passe obligatoirement par les mesures quantitatives des 17 congénères, auxquelles est appliqué le facteur d'équivalent toxique, ce qui permet d'obtenir pour un échantillon donné sa teneur en « Equivalent toxique dioxines et furannes ou I-TE ».

Les dioxines et furannes sont des composés émis au cours de certains processus de combustion ou industriels. La toxicité de ces composés, notamment par la chaîne alimentaire, a amené l'O.M.S., en juin 1998, à recommander pour l'homme une DJA (Dose Journalière Admissible) de 1 à 4 pg I-TE/kg de poids corporel. Par ailleurs, la toxicité de ces molécules se traduit par des effets cutanés, des atteintes hépatiques, une altération de la fonction immunitaire, des affections de la fonction de reproduction. La 2,3,7,8-TCDD a été reconnue début 1997 comme cancérogène pour l'homme par le Centre International de Recherche sur le Cancer (OMS) et classée en conséquence en Groupe 1. L'alimentation est la voie d'exposition largement majoritaire.

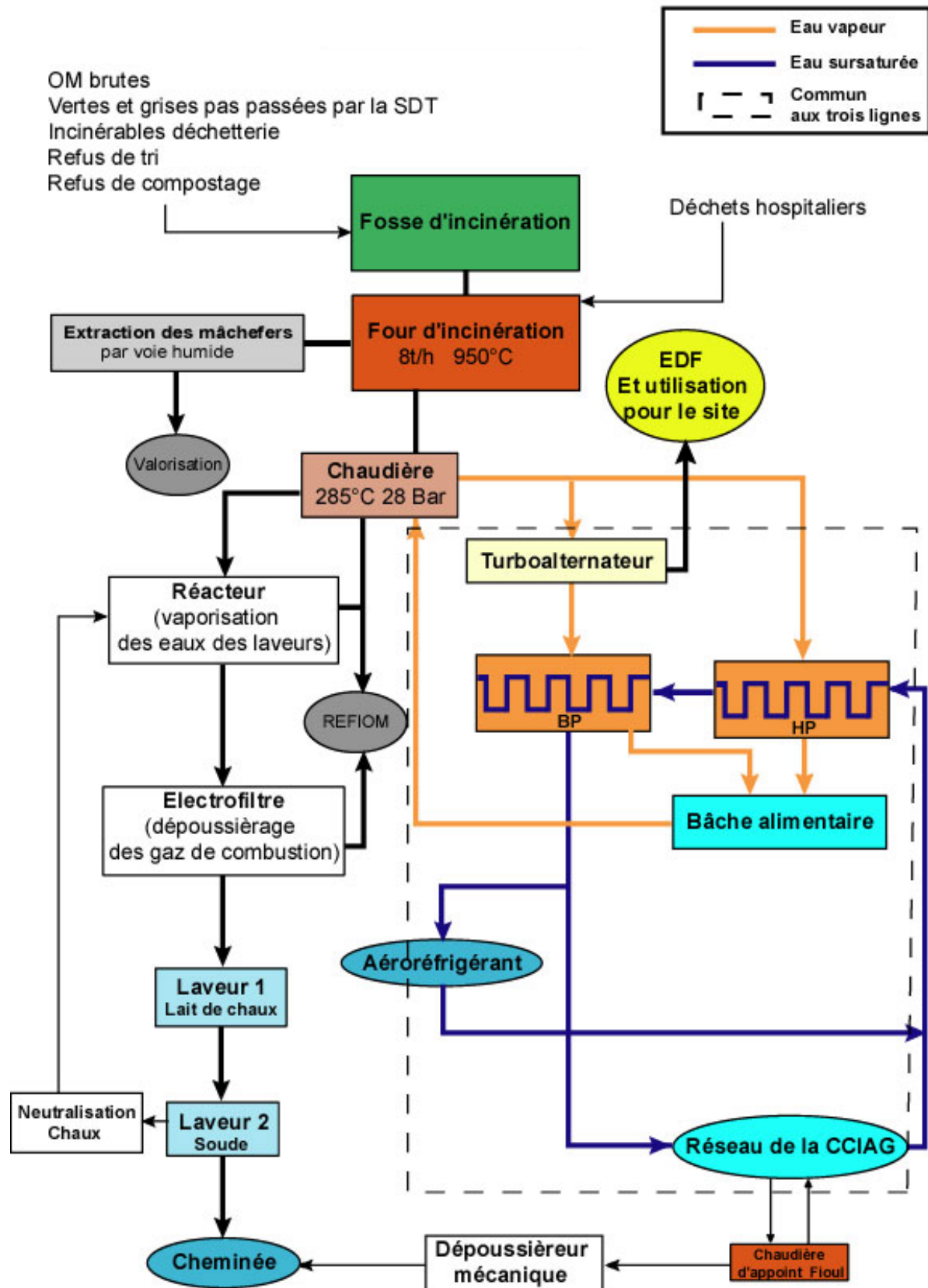
Annexe 2 : Logigramme du déroulement du programme de surveillance environnementale dans le cas d'une installation nouvelle



Annexe 3 : Logigramme du déroulement du programme de surveillance environnementale dans le cas d'une installation existante



Annexe 4 : Schéma du procédé de l'usine d'incinération des ordures ménagères



Annexe 5 : Schémas des systèmes de traitement des fumées (actuel et futur)

Schéma de l'actuel traitement des fumées de l'UIOM de "l'île d'amour"

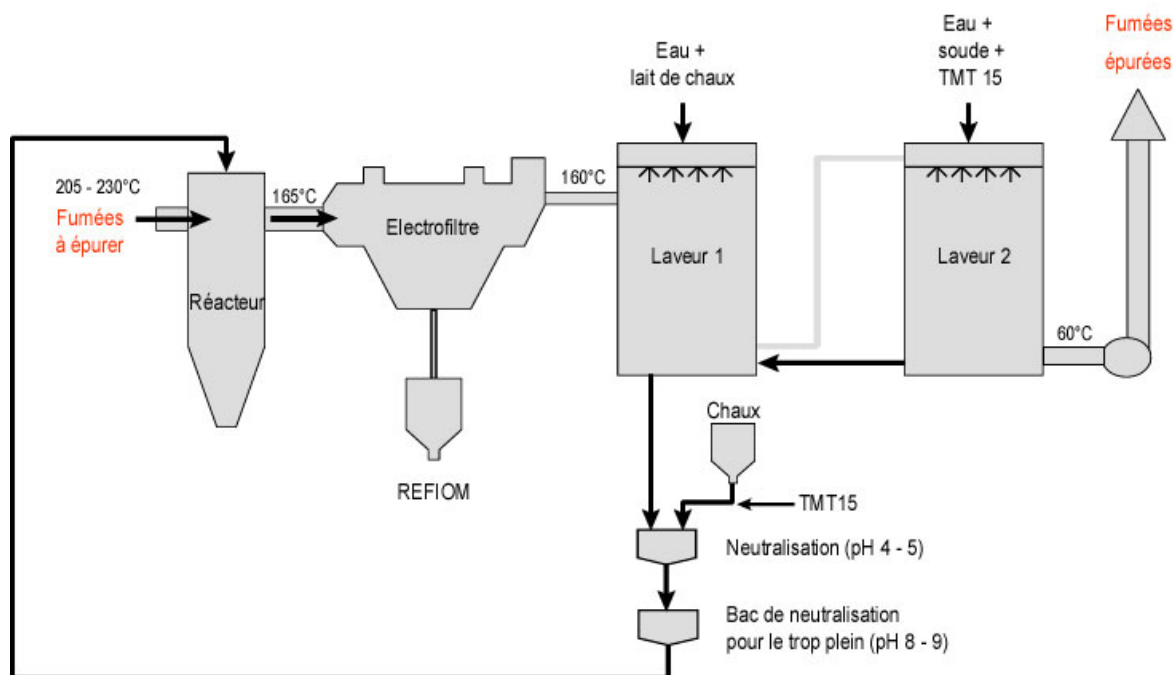
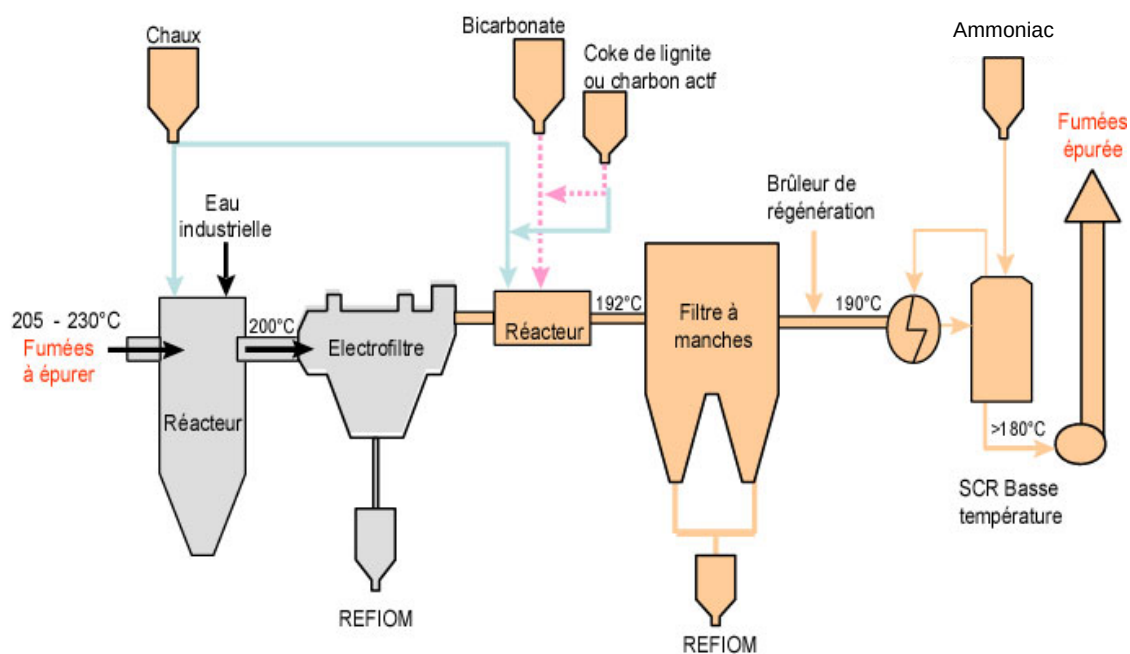
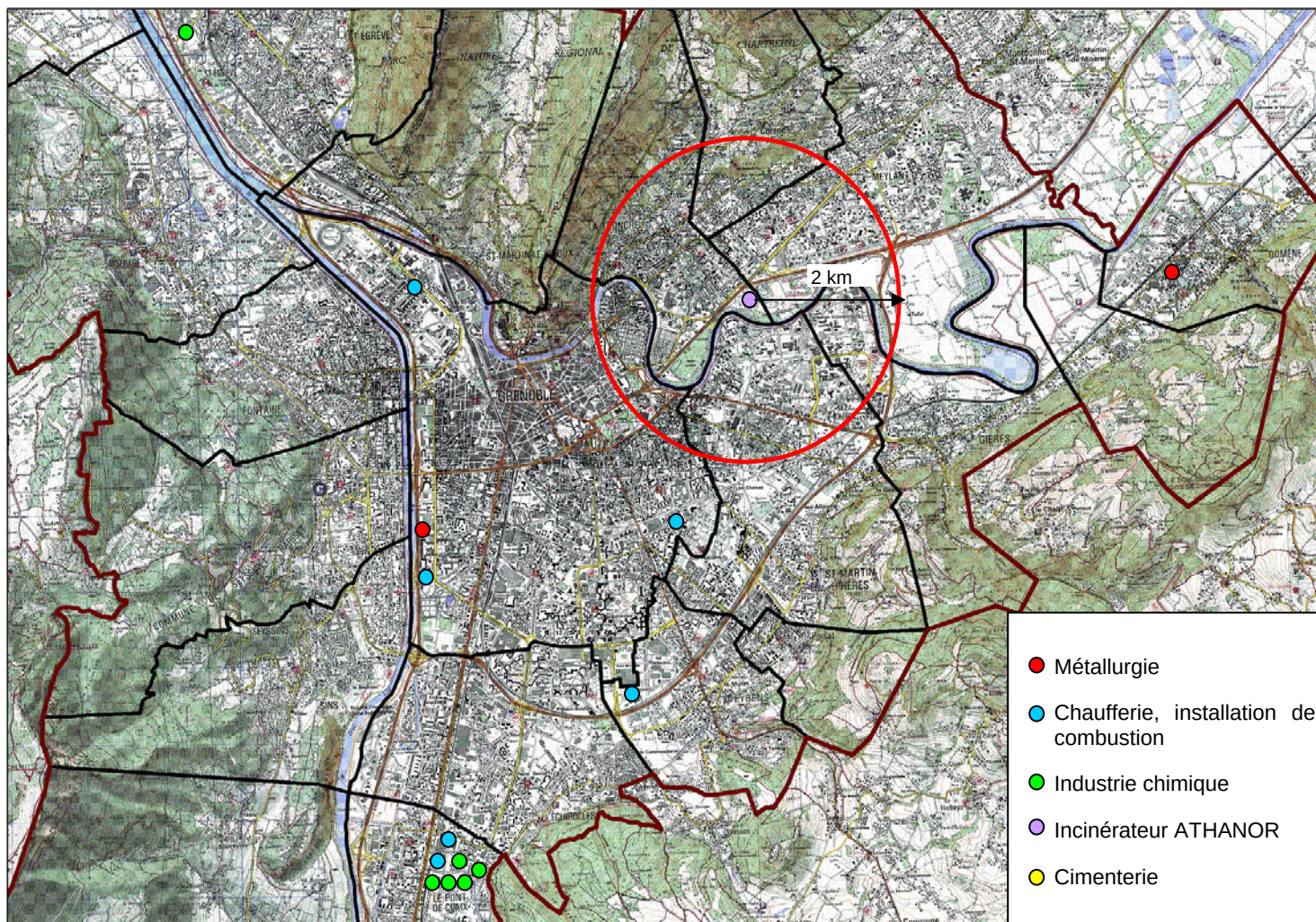


Schéma du futur traitement des fumées de l'UIOM de "l'île d'amour"

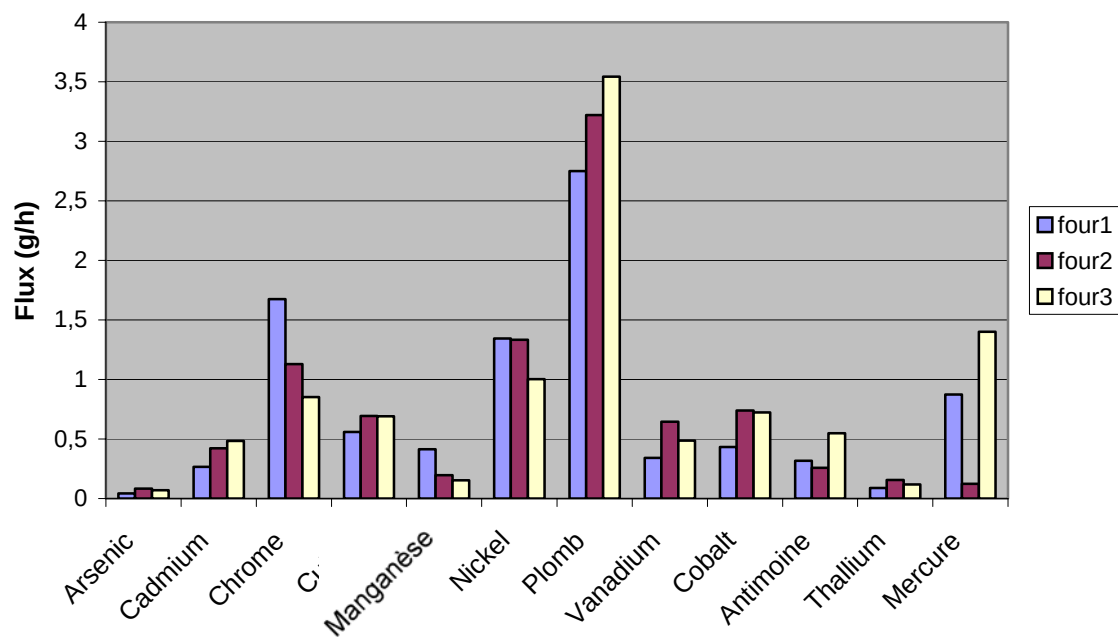
Réactifs de neutralisation
 - Chaux : double injection
 ou - Bicarbonate : injection simple



Annexe 6 : Recensement des installations émettrices de PCCDD/PCDF et métaux lourds sur les communes situées à proximité de la commune de La Tronche



**Annexe 7 : Flux de métaux lourds (sous forme gazeuse et particulaire) émis par l'installation
en 2004**



Annexe 8 : Caractéristiques des points de prélèvements retenus pour le programme de surveillance environnementale

	Point de prélèvement	Précisions	Distance à l'UIOM (m)
sol	T1	Jardin « sauvage » sur la boucle des Sablons, sur la commune de La Tronche. Zone sous influence des émissions de l'UIOM	575
	T2	Parc de l'île d'Amour, sur la commune de Meylan. Zone sous influence des émissions de l'UIOM	550
	T3	Jardins pédagogiques, sur la commune de Meylan. Zone sous influence des émissions de l'UIOM	450
	T4	Zone maraîchère la Taillat, sur la commune de Meylan. Zone a priori hors influence des émissions de l'UIOM	2 400
œufs	O1	Quartier La Grande Tronche, sur la commune de la Tronche. Zone sous influence des émissions de l'UIOM	1000
	O2	Quartier de l'île d'Amour, sur la commune de Meylan. Zone sous influence des émissions de l'UIOM	450
	O3	Zone maraîchère la Taillat, sur la commune de Meylan. Zone a priori hors influence des émissions de l'UIOM	2 600
Salades	S1	Jardins pédagogiques, sur la commune de Meylan. Zone sous influence des émissions de l'UIOM	450
	S2	Zone maraîchère la Taillat, sur la commune de Meylan. Zone a priori hors influence des émissions de l'UIOM	2 400

Caractéristiques des points de prélèvements de sol, œufs et salades

Point de prélèvement	Précisions	Distance à l'UIOM (m)
J1	Immeuble « Le Forum » à Grenoble. Zone à priori hors influence des émissions de l'UIOM. Référence urbaine.	1 900
J2	Toiture d'immeuble du Conseil Général, sur la commune de La Tronche. Zone sous influence des émissions de l'UIOM	550
J3	Toiture de la copropriété Beau Rivage, sur Saint Martin d'Hères. Zone sous influence des émissions de l'UIOM	300
J4	Toiture du SIRTOM, à proximité de l'UIOM. Zone sous influence du panache	170
J5	Serres de Grenoble. Zone sous influence des émissions de l'UIOM	300
J6	Jardins pédagogiques, sur la commune de Meylan. Zone sous influence des émissions de l'UIOM	450
J7	Zone maraîchère la Taillat, sur la commune de Meylan. Zone a priori hors influence des émissions de l'UIOM	2 400

Caractéristiques des points d'implantation des collecteurs de retombées

Point de prélèvement	Précisions	Distance à Athanor	Surface de prélèvement
L1 - Amour	Jardin pédagogique, Meylan, à proximité du parc de l'île d'Amour	500 m	1,2 ha
L2 - Vercors	Jardin public du Vercors, rue du Vercors, commune de La Tronche	750 m	0,55 ha
L3 - Brassens	De la rue de la Digue à la rue des Taillées et rue Brassens, commune de Saint Martin d'Hères.	300 m	5 ha

Caractéristiques des zones de prélèvement de lichens