

# Campagne de mesures de la qualité de l'air



**Evaluation des concentrations en dioxines, furanes et PCB DL  
Zoom sur l'agglomération dunkerquoise**



**Etude  
financée par**



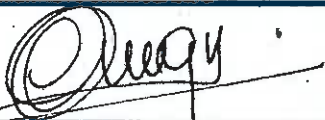
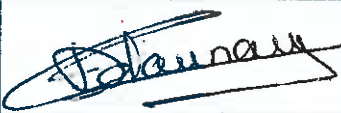



# Evaluation des concentrations en dioxines, furanes et PCB DL sur l'agglomération dunkerquoise

Rapport d'étude N° 02-2010-AA

44 pages (hors couvertures)

Parution : Octobre 2010

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
<b>Nom</b>	Arabelle ANQUEZ	Tiphaine DELAUNAY	Emmanuel VERLINDEN
<b>Fonction</b>	Ingénieur d'Etudes	Ingénieur d'Etudes	Responsable du service Etudes
<b>Visa</b>			

## Conditions de diffusion

Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit être signalée par « source d'information Atmo Nord - Pas de Calais, rapport N° 02/2010/AA ».

Les données contenues dans ce document restent la propriété d'Atmo Nord - Pas de Calais peuvent être diffusées à d'autres destinataires.

Atmo Nord - Pas de Calais ne peut en aucune façon être tenue responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses ou de toute œuvre utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels l'association n'aure pas donné d'accord préalable.

# Sommaire

<b>Tables des illustrations</b> .....	<b>3</b>
<b>Contexte et objectifs de l'étude</b> .....	<b>4</b>
<b>Généralités sur les Polluants Organiques Persistants</b> .....	<b>5</b>
Les propriétés physico-chimiques des POP.....	5
Les effets sur la santé.....	6
Les voies de contamination.....	7
Les sources d'émission.....	8
<b>Repères réglementaires</b> .....	<b>12</b>
<b>Organisation stratégique de l'étude</b> .....	<b>13</b>
Situation géographique.....	13
Emissions connues du secteur d'étude.....	14
Métronologie.....	14
<b>Contexte météorologique</b> .....	<b>15</b>
<b>Résultats de mesures</b> .....	<b>16</b>
Analyses dans les retombées.....	16
Analyses dans l'air ambiant.....	26
<b>Conclusion</b> .....	<b>31</b>
<b>Synthèse des résultats</b> .....	<b>32</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>33</b>
<b>Annexes</b> .....	<b>35</b>
Annexe 1 : Généralités sur les POP.....	36
Annexe 2 : Fiches station de prélèvement.....	37
Annexe 3 : Equivalent toxique OMS / OTAN.....	39
Annexe 4 : Emissions régionales.....	40
Annexe 5 : Valeurs du blanc.....	41
Annexe 6 : Bibliographie AASQA.....	43

# Tables des illustrations

Figure 1 : Carte régionale des sites 2010.....	4
Figure 2 : Structures moléculaires des PCDD (à gauche) et PCDF (à droite).....	5
Figure 3 : Structure moléculaire de la 2, 3, 7, 8 tetrachlorodibenzo-p-dioxine.....	5
Figure 4 : Structure moléculaire des polychlorobiphényles.....	5
Figure 5 : Importance relative des différentes catégories d'aliments dans l'exposition globale (source AFSSA).....	8
Figure 6 : Répartition des émissions annuelles de dioxines et furanes par SECTEN (source CITEPA).....	9
Figure 7 : Répartition des émissions par SECTEN en région pour l'année 2000 (source CITEPA).....	10
Figure 8 : Répartition des émissions annuelles de PCB par SECTEN (source CITEPA).....	10
Figure 9 : Répartition des émissions annuelles de PCB par SECTEN en région pour l'année 2000 (source CITEPA).....	11
Figure 10 : Carte de localisation des sites de prélèvement sur le dunkerquois.....	13
Figure 11 : Prélèveur DA 80 sur le site de Grande-Synthe.....	14
Figure 12 : Collecteur de retombées sur le site de Malo.....	14
Figure 13 : Roses des vents (Tourcoing à gauche, Dunkerque à droite).....	15
Figure 14 : Bilan météorologique - Valenciennes.....	15
Figure 15 : Tableau de concentrations en dioxines furanes dans les retombées (I-TEQ <sub>OTAN</sub> pg/m <sup>2</sup> /j).....	17
Figure 16 : Equivalents toxiques en dioxines furanes dans les retombées (I-TEQ <sub>OTAN</sub> pg/m <sup>2</sup> /j) sur l'agglomération dunkerquoise.....	17
Figure 17 : Concentrations en dioxines et furanes dans les retombées (pg/m <sup>2</sup> /j).....	18
Figure 18 : Répartition des équivalents toxiques en fonction du profil Dioxines/Furanes dans les retombées.....	19
Figure 19 : Comparaison à la bibliographie disponible auprès des AASQA.....	20
Figure 20 : Concentrations en équivalents toxiques en PCB DL dans les retombées (I-TEQ <sub>OMS</sub> pg/m <sup>2</sup> /j).....	21
Figure 21 : Concentrations en équivalents toxiques en PCB DL dans les retombées (I-TEQ <sub>OMS</sub> pg/m <sup>2</sup> /j).....	22
Figures 22 : Concentrations en PCB DL dans les retombées (pg/m <sup>2</sup> /j).....	22
Figure 23 : Bibliographie disponible pour les équivalents toxiques en PCB DL dans les retombées (pg/m <sup>2</sup> /j).....	23
Figure 24 : Charge toxique globale exprimée en pg I-TEQ <sub>OMS</sub> /m <sup>2</sup> /j.....	24
Figure 25 : Charge toxique globale exprimée en pg I-TEQ <sub>OMS</sub> /m <sup>2</sup> /j.....	24
Figure 26 : Contribution à la charge toxique globale exprimée en pg I-TEQ <sub>OMS</sub> /m <sup>2</sup> /j.....	25
Figure 27 : Concentrations de dioxines – furanes en équivalent toxique exprimée en fg I-TEQ <sub>OTAN</sub> /m <sup>3</sup> .....	26
Figure 28 : Concentration hebdomadaire en équivalent toxique exprimée en fg I-TEQ <sub>OTAN</sub> /m <sup>3</sup> .....	27
Figures 29 : Profils de concentrations en dioxines.....	27
Figures 30 : Profils de concentrations en furanes.....	28
Figure 31 : Répartition de l'équivalent toxique en fonction du profil Dioxines /Furanes en air ambiant.....	28
Figure 32 : Bibliographie nationale des concentrations dioxines furanes en air ambiant.....	29
Figure 33 : Concentrations de PCB DL en équivalent toxique exprimée en fg I-TEQ <sub>OMS</sub> /m <sup>3</sup> .....	29
Figure 34 : Concentrations de PCB DL en équivalent toxique exprimée en fg I-TEQ <sub>OMS</sub> /m <sup>3</sup> .....	30
Figure 35 : Charge toxique totale en air ambiant exprimée en fg I-TEQ <sub>OMS</sub> /m <sup>3</sup> .....	30
Figure 36 : Synthèse des résultats de l'étude.....	32

# Contexte et objectifs de l'étude

Atmo Nord – Pas-de-Calais a réalisé en 2008 une première campagne de mesure des dioxines, furanes et PCB DL\* dans les retombées et en air ambiant sur les communes d'Halluin et Roncq, secteur frontalier régulièrement touché par des épisodes de contaminations de lait aux PCB DL.

Les conclusions de l'étude n'ont pas mis en évidence de contamination avérée du secteur. La bibliographie disponible au niveau national ne fournit que des données en proximité industrielle et notamment d'usines d'incinération d'ordures ménagères, majoritairement pour les dioxines et furanes. Les estimations des émissions mettent en évidence une part croissante des sources d'origine urbaine, pouvant avoir une influence non négligeable sur les concentrations.



Figure 1 : Carte régionale des sites 2010

Face à ce constat et à l'absence de données disponibles dans la région, Atmo Nord – Pas-de-Calais a décidé d'initier son programme de surveillance par une campagne d'évaluation de ces polluants en zone urbaine « non influencée » afin de déterminer les niveaux de fond urbains et de pouvoir y comparer les résultats trouvés en proximité d'émetteurs.

Parallèlement, un contrôle à l'émission du CVE de Dunkerque a révélé en juillet 2009 un dépassement du seuil autorisé par arrêté des valeurs de dioxines / furanes. Le SPPPI Côte d'Opale Flandre, saisi du dossier par la DREAL, a sollicité Atmo Nord – Pas-de-Calais, pour intégrer un focus dunkerquois durant son étude d'évaluation des niveaux de dioxines, furanes et PCB DL en zone urbaine à échelle régionale. Cette première évaluation dans les retombées atmosphériques sur l'agglomération dunkerquoise, qui compte plusieurs émetteurs sur son territoire, constitue la première phase d'une étude portée par le SPPPI, investiguant les milieux Air et Sol.

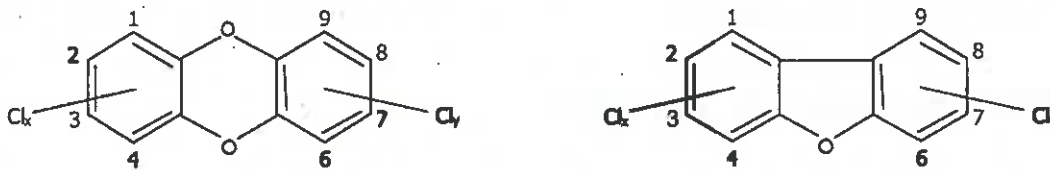
\* Poly Chloro Biphényles Dioxin Like

# Généralités sur les Polluants Organiques Persistants

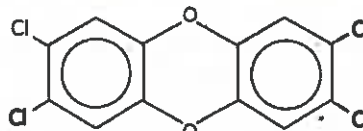
## Les propriétés physico-chimiques des POP

### > Les dioxines et les furanes

Le terme générique « dioxines » rassemble deux familles de composés très proches par leur structure moléculaire et leurs propriétés physico-chimiques : les polychlorodibenzo-*para*-dioxines (PCDD) et les polychlorodibenzofuranes (PCDF). Ces deux familles appartiennent à la classe des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques Halogénés (HAPH). Ils sont constitués de deux cycles benzéniques liés par un (pour les PCDF) ou deux (pour les PCDD) ponts oxygène. Les positions numérotées des cycles aromatiques peuvent être occupées par un atome d'hydrogène ou des halogènes, notamment des atomes de chlore, qui au nombre maximum de huit, définissent par leur position le nombre d'isomères de chaque groupe.

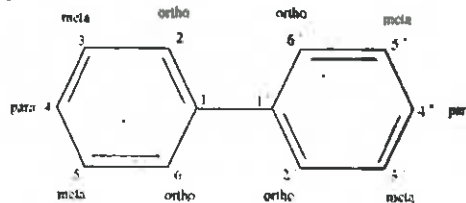


Il existe ainsi 210 congénères présents dans l'environnement : 75 PCDD et 135 PCDF, le nombre de congénères de PCDF étant plus important du fait de la dissymétrie du noyau furannique. Parmi les 210 molécules, 17 congénères ont été identifiés comme particulièrement toxiques pour les êtres vivants. Ils comportent tous un minimum de 4 atomes de chlore occupant les positions 2, 3, 7 et 8. La molécule la plus toxique est la 2, 3, 7, 8 tetrachlorodibenzo-*p*-dioxine (TCDD), encore appelée dioxine de Seveso<sup>1</sup>.



### > Les polychlorobiphényles – dioxin like

Les polychlorobiphényles sont composés de deux cycles benzéniques. Composés aromatiques, les dix atomes d'hydrogène peuvent être substitués par un atome de chlore, constituant ainsi les 209 PCB. Ces congénères sont différenciés en fonction de leur nombre d'atomes de chlore et de leur position sur les 10 sites disponibles en ortho, méta ou para des deux cycles benzéniques.



Les PCB peuvent être divisées en 4 catégories :

<sup>1</sup> L'explosion d'un réacteur fabricant du 2,4,5-trichlorophénol dans l'usine Icmesa près de Seveso – Italie – provoque la dispersion d'un nuage de 2,3,7,8-TCDD. Aucune victime n'est recensée mais 0.6% de la population a été atteinte de chloracné. Plus de 70 000 têtes de bétail ont été abattues et les maisons et les sols agricoles ont nécessité de lourds travaux de dépollution.

- les congénères facilement dégradables (peu chlorés),
- les congénères peu dégradables majoritairement retrouvés dans les matrices alimentaires,
- les congénères de configuration plane,
- les congénères de configuration globulaire.

A l'heure actuelle, seules deux catégories servent de base à l'évaluation et à la gestion des risques : les PCB dioxin like et les PCB indicateurs.

Les PCB dioxin like sont les PCB coplanaires méta et/ou para substitués (sans substitution en ortho). Cette catégorie concerne un petit nombre de congénères qui sont structurellement proches de la 2, 3, 7, 8 TCDD :

- 77 (3,3',4,4'-tétrachlorobiphényle),
- 81 (3,4,4',5-tétrachlorobiphényle),
- 126 (3,3',4,4',5-pentachlorobiphényle),
- 169 (3,3',4,4',5,5'-pentachlorobiphényle).

Les effets toxiques de ces congénères sont comparables à ceux de la dioxine et concernent la perte de poids, l'apparition de chloracné, d'immuno-déficience et d'hépatotoxicité. La catégorie des PCB DL comprend les congénères mono-ortho substitués. Ces sont les molécules suivantes :

- |  |   |
|--|---|
| - 105 (2,3,3',4,4'-pentachlorobiphényle) | - 156 (2,3,3',4,4',5-hexachlorobiphényle)     |
| - 114 (2,3,4,4',5-pentachlorobiphényle)  | - 157 (2,3',4,4',5'-hexachlorobiphényle)      |
| - 118 (2,3',4,4',5-pentachlorobiphényle) | - 167 (2,3',4,4',5,5'-hexachlorobiphényle)    |
| - 123 (2,3',4,4',5-hexachlorobiphényle)  | - 189 (2,3,3',4,4',5,5'-heptachlorobiphényle) |

## Les effets sur la santé

Chez l'homme, de nombreuses études épidémiologiques ont été conduites en milieu industriel (travailleurs en fabrication de phénoxyherbicides et de chlorophénols), notamment à la suite d'accidents de contamination (Seveso – Italie, Ludwigshafen – Allemagne<sup>2</sup>). Ces études se focalisent majoritairement sur la mortalité par cancer mais n'évaluent pas la morbidité, comme par exemple les effets neuropsychologiques, ni des effets transitoires comme des modifications au niveau des hormones de la reproduction. Les incertitudes relatives à l'évaluation du risque sanitaire associée aux dioxines restent néanmoins importantes, en particulier en ce qui concerne l'exposition prolongée à des concentrations faibles.

L'exposition à court terme chez l'homme peut être à l'origine de lésions cutanées, notamment la chloracné. C'est l'effet dermatologique le plus largement reconnu de l'exposition à la 2, 3, 7, 8 TCDD, constaté chez plusieurs travailleurs dans tous les accidents industriels rapportés dans les installations de production de trichlorophénol (TCP), ainsi que chez certains sujets exposés durant l'accident de Seveso.

L'association entre exposition aux dioxines et manifestations hépatiques (augmentation transitoire des taux sériques d'enzymes hépatiques) est prouvée. Des évidences s'accumulent en faveur d'une association avec les maladies cardiovasculaires : des études de cohorte montrent un excès de risque pour la mortalité par maladie coronarienne. Le fœtus semble particulièrement sensible à la TCDD. Chez les enfants exposés in-utero, on relève une baisse du poids de naissance, de la taille et du périmètre crânien.

Le CIRC<sup>3</sup> a classé la 2, 3, 7, 8 TCDD comme cancérigène certain pour l'homme mais elle ne semble pas avoir d'effet génotoxique. L'OMS et l'US – EPA divergent sur le niveau de risque à faible dose :

- l'OMS considère les dioxines comme des cancérogènes non mutagènes, avec une dose en dessous de laquelle l'exposition ne présente pas de danger,
- l'US – EPA favorise une approche sans seuil.

<sup>2</sup> Accident de l'usine BASF, fabricant du trichlorophénol en 1953

<sup>3</sup> Centre International de Recherche contre le Cancer de l'OMS



### ➤ Facteurs d'équivalence toxique

Etant donné le grand nombre de congénères qui présentent des degrés de toxicité divers, un indicateur synthétique, « l'équivalent toxique » (I-TEQ pour international toxic equivalent quantity), a été développé au niveau international pour caractériser la charge toxique globale liée aux dioxines. Un coefficient de toxicité, facteur de pondération I-TEF (I-TEF, international toxic equivalent factor), a été attribué à chaque congénère en fonction de son activité par rapport à celle de la 2, 3, 7, 8 TCDD. L'I-TEF de la 2, 3, 7, 8 TCDD est fixé à 1. La quantité toxique équivalente est déterminée de la façon suivante :

$$I-TEQ = \sum(C_i \cdot ITEF_i)$$

Où  $C_i$  et  $I-TEF_i$  sont respectivement la concentration et le facteur de pondération de l'espèce  $i$  du mélange.

Le système de pondération le plus couramment utilisé est celui déterminé par l'OTAN.

Dans la nomenclature OMS, certains facteurs d'équivalent toxique ont été modifiés au vu des nouvelles données toxicologiques. Il est par ailleurs fréquent d'associer dans ce même indicateur toxique l'équivalent toxique des PCB DL. Dans ce cas, l'indicateur est alors noté : I-TEQ<sub>OMS</sub>. Les facteurs de pondération sont repris en annexes.

La comparaison des résultats pour les dioxines et furanes aux données issues de campagnes de mesure réalisées par d'autres AASQA nous amène à retenir le système de pondération OTAN. L'expression des résultats intégrant les PCB DL se fera à l'aide du système OMS (non inclus dans le système OTAN). Les facteurs sont disponibles en annexe 2.

## Les voies de contamination

### ➤ Contamination de l'environnement

Les dioxines atteignent les eaux douces suite aux dépôts atmosphériques, lors de l'érosion des sols ou par rejets anthropiques. En raison de leur caractère hydrophobe, les dioxines se retrouvent essentiellement dans les particules en suspension ou dans les sédiments. Les eaux de surface perdent leur charge en dioxines par sédimentation ou par photo dégradation (dont l'efficacité diminue quand la profondeur augmente).

L'atmosphère est la principale source de contamination des sols par les dioxines hormis les applications spécifiques telles que l'épandage de boues contaminées. Les dépôts se font essentiellement par voie humide (environ 85% pour les congénères les plus chlorés). Les dépôts secs représentent approximativement 15% des dépôts de tous les congénères avec 4 atomes de chlore ou plus, et les deux tiers de ces dépôts sont associés à des grosses particules (> 2.9 µm).

Dans l'atmosphère, les dioxines se trouvent peu en phase gazeuse mais plutôt associées à des particules en raison notamment de leur faible pression de vapeur. Les dioxines faiblement chlorées (congénères tétra et penta chlorés) se retrouvent à l'état gazeux en plus forte proportion que les dioxines fortement chlorées (congénères de hexa à octa chlorés), plus majoritairement associées aux particules. La partition air/particules augmente avec la température de l'air.

### ➤ Bio-accumulation

L'exposition aux PCDD/F et PCB permet d'envisager plusieurs voies d'absorption : respiratoire, digestive et cutanée.

#### Voie respiratoire :

Si la biodisponibilité de la TCDD est faible quand elle est sous forme gazeuse, l'absorption transpulmonaire est de 95 à 100% quand les dioxines sont adsorbées sur des particules inhalées. Cependant, du fait des très faibles concentrations en dioxines sous forme gazeuse, la voie respiratoire est mineure (moins de 5%) comparativement à l'exposition alimentaire pour la population générale. La voie respiratoire peut cependant devenir significative dans le cas d'ambiances très polluées, notamment pour les travailleurs exposés.

L'exposition respiratoire aux PCB est comparable à celle observée pour les dioxines.

#### Voie digestive :

Pour la population générale, c'est majoritairement la voie alimentaire qui est à l'origine des résidus présents dans les tissus. Chez l'homme, l'absorption moyenne d'un mélange de PCDD et PCDF est de l'ordre de 60 à 80%. Pour certains congénères (2,3,7,8 TCDF et 1,2,3,7,8 PeCDF), l'absorption peut être complète, pour d'autres (1,2,3,6,7,8-HxCDD et OCDD) les capacités d'excrétion peuvent être supérieures aux quantités absorbées. L'ensemble des données d'absorption chez l'homme semble indiquer un passage par diffusion passive à travers la paroi intestinale, dépendante du flux d'absorption des lipides et du segment du tube digestif concerné. La nature de la matrice ingérée peut aussi moduler la biodisponibilité des dioxines. Le caractère hydrophobe des espèces étudiées limite la contamination par la consommation d'eau potable. L'exposition de la population (environ 95%) s'effectue par la consommation de graisses animales (lait et produits laitiers, viandes, poissons et œufs). Les produits d'origine bovine constituent des apports prépondérants : laits et dérivés, et viandes en raison d'une part de leur teneur en matière grasse relativement élevée et d'autre part le mode d'élevage extérieur des bovins (exposition aux sources de contamination plus importante).

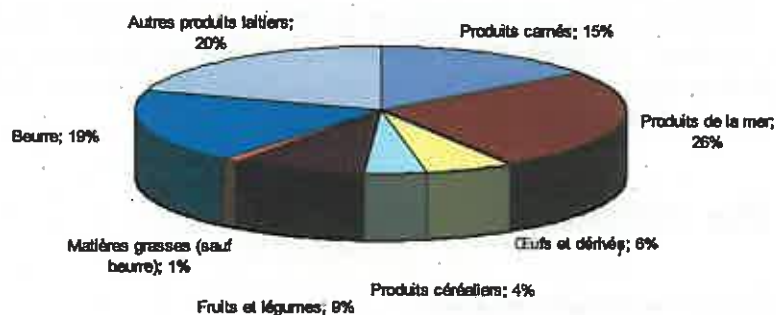


Figure 5 : Importance relative des différentes catégories d'aliments dans l'exposition globale (source AFSSA)

## Les sources d'émission

### Les dioxines et les furanes

Les PCDD/PCDF ne sont pas produits intentionnellement. La formation des dioxines et furanes est issue de la combustion de matière organique en présence de chlore à haute température. Les sources peuvent donc être naturelles (éruptions volcaniques) ou anthropiques (incinération, métallurgie...). Le chlore étant un élément chimique entrant dans la composition de nombreux matériaux et produits (essence, bois traités, plastique...), il existe une grande diversité de sources de dioxines. Les principales sources recensées sont les suivantes :

- Incinération d'ordures ménagères
- Agglomération de minerai (unités d'agglomération, cokeries, aciéries)
- Combustion du bois dans le secteur résidentiel
- Aciérie électrique
- Brûlage de câbles électriques

L'industrie chimique liée à la fabrication des produits chlorés, l'industrie de la pâte à papier, le transport routier contribuent aussi à l'émission de dioxines et furanes.

Certaines émissions non quantifiées et mal connues peuvent avoir, localement, une contribution non négligeable sur les mesures : feux de débroussaillage, de déchets domestiques...

Les PCDD/PCDF émises par les UIOM sont majoritairement produites sur les cendres d'incinération lors du refroidissement des fumées dans les zones de postcombustion. Elles apportent les éléments, essentiels à la synthèse des dioxines, que sont les structures carbonées ainsi que différents éléments

comme les sources de chlore et les catalyseurs. De nombreuses techniques sont développées pour limiter les émissions de dioxines : augmentation des températures de combustion, captation des gaz acides notamment HCl, utilisation de charbon actif et captation des cendres par filtres électrostatiques.

Dans la majorité des procédés industriels qui font intervenir des hautes températures, les sources de chaleur sont plus ou moins isolées des produits à chauffer. Les matériaux chauffés à des hautes températures entrent en fusion et sont donc soumis à un processus de combustion. Selon la qualité des matériaux mis en œuvre, le taux de synthèse de dioxines et de furanes est variable.

Les émissions estimées par le CITEPA<sup>4</sup> sont reprises dans la figure suivante (NB : les données concernant 2008 sont des résultats préliminaires).

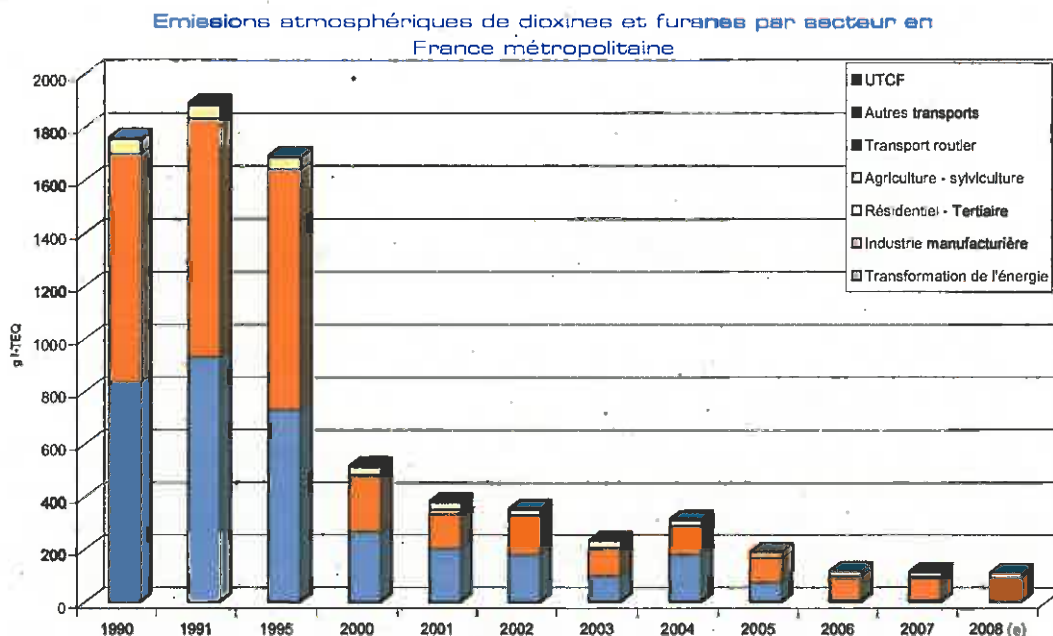


Figure 6 : Répartition des émissions annuelles de dioxines et furanes par SECTEN (source CITEPA)

En 2007, les émissions de dioxines et furanes au niveau français représentent 117 g ITEQ. Depuis 1990, ces émissions sont en forte baisse. Cette diminution est enregistrée dans tous les secteurs, et notamment en raison des progrès réalisés dans les domaines de l'incinération des déchets et de la métallurgie. La hausse en 2004 est liée à un dysfonctionnement d'un incinérateur avec récupération d'énergie.

Les secteurs contribuant principalement aux émissions en 2007 sont par ordre d'importance l'industrie manufacturière (78%), le secteur résidentiel/tertiaire (15%) et la transformation de l'énergie, dont la majeure partie est engendrée par l'incinération des déchets avec récupération de l'énergie. Depuis 1990, les émissions sont en forte baisse dans l'ensemble des secteurs, avec notamment la mise en œuvre des techniques de réduction nécessaires au respect des valeurs limites de l'arrêté du 20 septembre 2002 et les progrès réalisés dans la production d'agglomérés. Les émissions estimées pour l'année 2000 placent la région Nord – Pas-de-Calais en deuxième position derrière la région Ile – de – France. La région Nord – Pas-de-Calais se distingue avec une part du secteur de l'industrie manufacturière importante (premier émetteur national), 20% des émissions nationales se trouvent dans la région. Ce secteur reste de loin le secteur prépondérant dans les émissions régionales tous secteurs confondus (79% environ).

<sup>4</sup> CITEPA : Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique

Emissions de dioxines et furanes en France métropolitaine en 2000

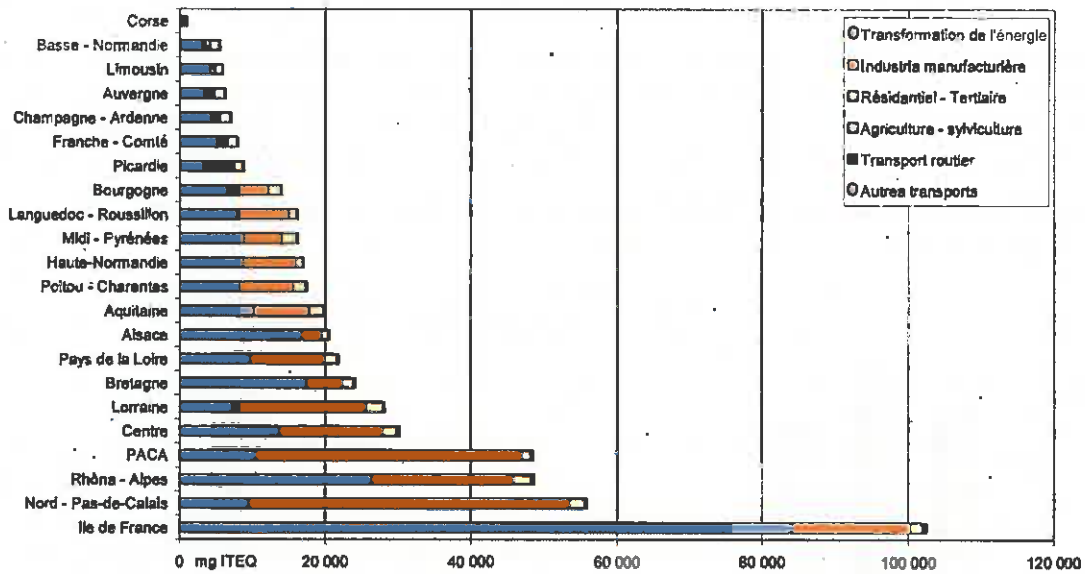


Figure 7 : Répartition des émissions par SECTEN en région pour l'année 2000 (source CITEPA)

Les polychlorobiphényles – dioxin like

Les PCB sont des dérivés chimiques plus connus en France sous le nom de pyralènes. Ils n'existent pas à l'état naturel. Depuis les années 1930, les PCB étaient produits et utilisés dans l'industrie pour leurs qualités d'isolation électrique, de lubrification et d'inflammabilité. Ils ont été utilisés comme isolants dans les transformateurs électriques et les condensateurs, comme lubrifiants dans les turbines et les pompes ou comme composants d'huiles, de soudures, d'adhésifs, de peintures et de papiers autocopiants. En raison des problèmes avérés de toxicité, les PCB ne sont plus produits, ni utilisés dans la fabrication d'appareils en Europe (voir paragraphe réglementation).

Les émissions estimées par le CITEPA pour les PCB (pas de spéciation PCB dioxin like, pas de prise en compte du facteur de toxicité) sont reprises dans la figure suivante. Les données concernant 2008 sont des résultats préliminaires.

Emissions atmosphériques de PCB en France métropolitaine

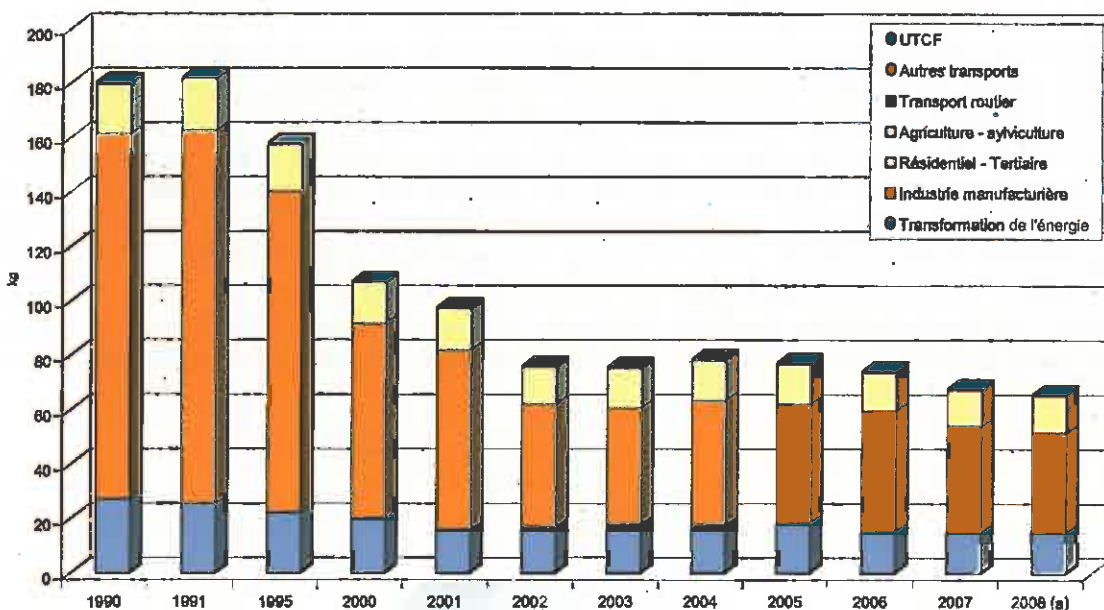


Figure 8 : Répartition des émissions annuelles de PCB par SECTEN (source CITEPA)

Trois secteurs contribuent de façon prépondérante aux émissions : l'industrie manufacturière, la transformation de l'énergie et le secteur résidentiel / tertiaire.

Les émissions sont en baisse depuis les années 1990. Cette baisse est constatée sur l'ensemble des secteurs. Les émissions prépondérantes de PCB en France sont liées à la part du « résidentiel » dans le secteur résidentiel/tertiaire. Les fluctuations annuelles dépendent directement de la consommation énergétique. La diminution des émissions dans les secteurs de l'industrie manufacturière et de la transformation de l'énergie est due :

- à la réduction des émissions de l'incinération des déchets hospitaliers suite à la baisse des quantités incinérées
- à la réduction des émissions des incinérateurs municipaux et domestiques, du fait du développement de l'incinération avec récupération d'énergie (les émissions sont donc répertoriées dans le secteur de la transformation d'énergie) et d'autre part des progrès réalisés par la mise en place des traitements des effluents atmosphériques.

L'estimation des émissions pour l'année 2000 positionne la région Nord – Pas-de-Calais au 4ème rang en quantités émises. Pour le secteur de l'industrie manufacturière, la région Nord – Pas-de-Calais est la deuxième contributrice au niveau national, avec plus de 12% des émissions nationales. Le secteur régional prépondérant est celui de la transformation d'énergie, avec près de 54% des émissions totales en Nord – Pas-de-Calais.

Emissions de PCB en France en 2000

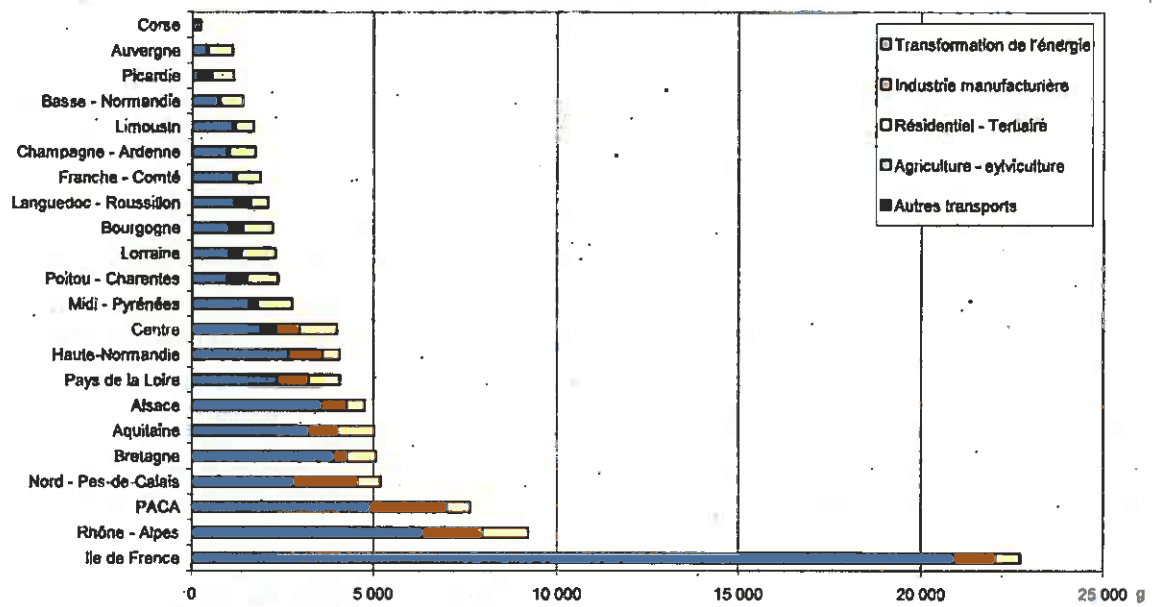


Figure 9 : Répartition des émissions annuelles de PCB par SECTEN en région pour l'année 2000 (source CITEPA)

➤ Les perspectives de diminution des émissions

Du côté industriel, les principales sources – incinération et métallurgie – de dioxines et furanes sont déjà visées. Quelques sources – pour lesquelles les données d'émission sont parcellaires – pourraient se révéler pertinentes (raffinage de pétrole...).

Du côté des sources diffuses, les connaissances se sont nettement améliorées, certaines sources se sont d'ailleurs révélées susceptibles de contribuer de manière sensibles aux émissions de dioxines (l'incinération de fond de jardin, notamment). En France, des premières estimations ont été réalisées pour quelques sources diffuses, notamment le brûlage artisanal de câbles électriques, les feux de forêts ou la combustion du bois en foyer domestique.

# Repères réglementaires

## ➤ Contexte réglementaire

Deux textes, au niveau international, évoquent les Polluants Organiques Persistants (POP), desquels font partie les PCDD/F et les PCB :

- le protocole d'Aarhus, signé en 1998 et ratifié par la France en 2003. Il est entré en vigueur en octobre 2003
- la convention de Stockholm, signée en 2001 et ratifiée par la France en 2004.

Pour les PCB, produits intentionnellement, les obligations sont relatives à l'interdiction de l'usage des dérivés chimiques, l'arrêt puis l'élimination des équipements de production.

Concernant les dioxines et furanes, POP résultant d'une production non intentionnelle, l'objectif est l'amélioration progressive des moyens propres à réduire leurs émissions. Les gouvernements disposent de deux ans, à compter de l'entrée en vigueur de la convention pour l'élaboration des plans de mise en œuvre de réduction des émissions.

Au niveau européen, la directive 2000/76/CE du 4 décembre 2000 relative à l'incinération des déchets fixe une valeur limite à l'émission à 0.1 ng I-TEQ/Nm<sup>3</sup> pour les dioxines et furanes. Cette directive fixe également des valeurs limites pour les oxydes d'azote.

Cette directive s'est traduite en droit français par deux arrêtés du 20 septembre 2002 : l'un pour l'incinération de déchets dangereux, l'autre pour l'incinération de déchets non dangereux. Ces arrêtés imposent, pour les nouvelles installations et toutes les installations à compter du 28 décembre 2005, des mesures à l'émission 2 fois par an et la mise en place par l'exploitant d'un suivi de l'impact de l'installation dans l'environnement au minimum pour les dioxines et furanes et les métaux lourds.

## ➤ Recommandations sanitaires

Il n'existe aucune valeur de référence pour les dioxines et furanes dans l'air ambiant, la contamination par inhalation étant minoritaire face à la contamination par ingestion. Le Ministère de l'Environnement et de l'Energie de l'Ontario préconise un critère de la qualité d'air ambiant fixé à 5 pg I-TEQ/m<sup>3</sup> sur 24 heures.

L'OMS définit une dose journalière admissible de 1 à 4 pg I-TEQ<sub>OMS</sub> par kg de poids corporel par jour (pg I-TEQ<sub>OMS</sub>/kg p.c. /j), 4 étant la valeur à respecter et 1 l'objectif à atteindre. Cette DJT a été étendue aux PCB DL. Le CSHPF<sup>5</sup> recommande une dose journalière tolérable de 1 pg TEQ<sub>OMS</sub>/kg/j. En 2001, le Comité scientifique européen de l'alimentation humaine (SCF) a proposé une dose hebdomadaire tolérable provisoire de 14 pg TEQ<sub>OMS</sub>/kg p.c. / sem, soit 2 pg TEQ<sub>OMS</sub>/kg p.c. /j. La même année, le JECFA<sup>6</sup> fixe une dose mensuelle tolérable provisoire pour les dioxines, furanes et PCB DL à 70 pg TEQ<sub>OMS</sub>/kg p.c./mois, soit 2.3 pg TEQ<sub>OMS</sub>/kg p.c. /j.

Les différentes évaluations des deux organismes ont considéré que la DMTP était également protectrice pour les effets cancérogènes.

<sup>5</sup> CSHPF: Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France

<sup>6</sup> JECFA : Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives

# Organisation stratégique de l'étude

## Situation géographique

Le volet de l'étude concernant l'évaluation en zone urbaine a priori non influencée a concerné les agglomérations de plus de 100 000 habitants de la région Nord – Pas-de-Calais. Six agglomérations sont donc retenues : Calais, Dunkerque, Lille, Béthune, Lens – Douai (2 sites) et Valenciennes. Pour des raisons de sécurité, les stations urbaines d'Atmo Nord – Pas-de-Calais ont été retenues (fiches stations disponibles en annexe 2). Afin de compléter le dispositif de surveillance, un point en zone rurale régionale a été retenu et localisé sur la commune de Campagne-les-Bouloonnais, dans l'optique de déterminer les valeurs minimales.

Le volet « Zoom dunkerquois » a consisté en la densification du réseau de prélèvement sur l'agglomération dunkerquoise. De la même manière, les stations de mesure ont été retenues.

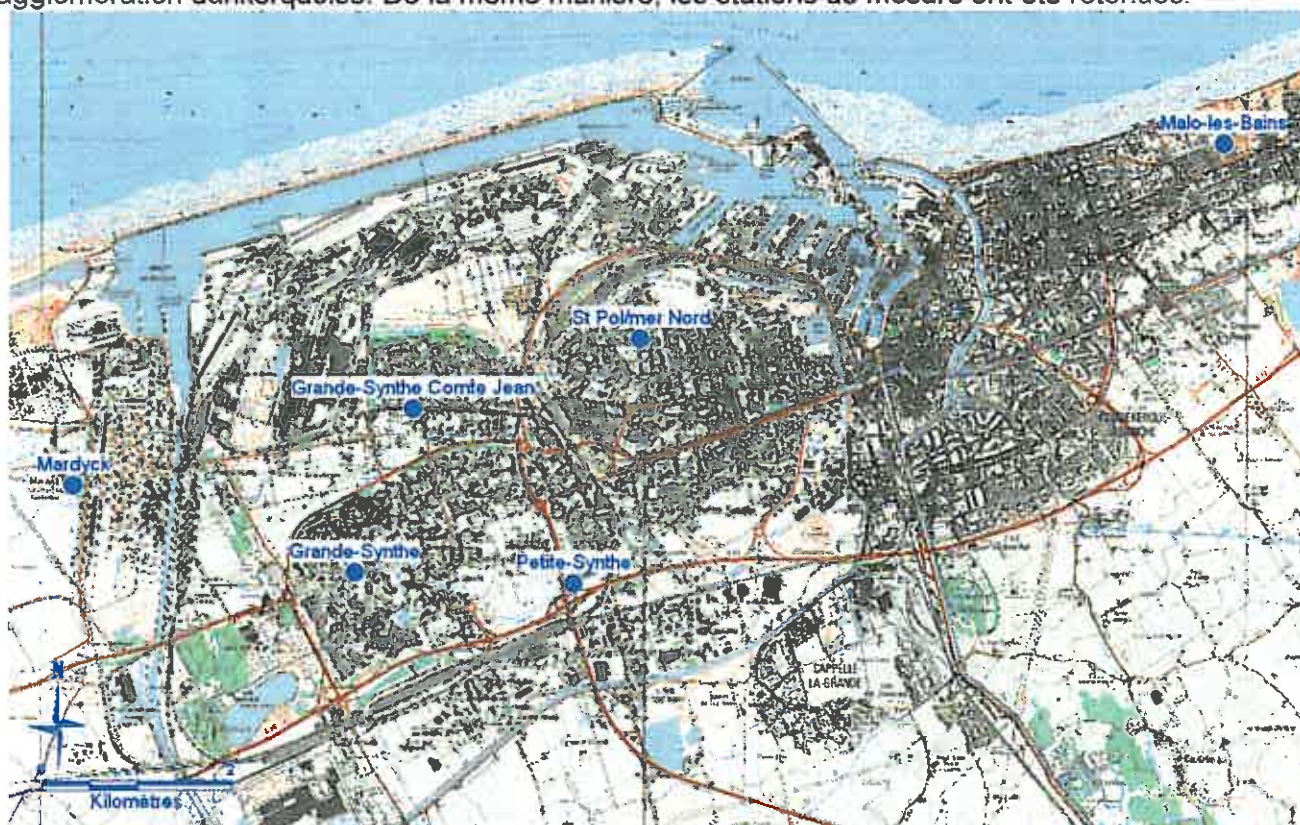


Figure 10 : Carte de localisation des sites de prélèvement sur le dunkerquois

La station urbaine de Malo, incluse dans le volet régional de l'étude, représente a priori le site urbain non influencé. Les sites de Saint-Pol-sur-Mer, Petite-Synthe et Grande-Synthe sont assimilés à des sites en zone urbaine sous influence industrielle, les sites de Mardyck et Grande-Synthe – Comte Jean ont conservé la typologie industrielle.

## Emissions connues du secteur d'étude

Les établissements ont l'obligation de déclarer annuellement leurs rejets de dioxines quand celui-ci est supérieur à 0.001 g par an. Des mesures sont faites particulièrement dans les secteurs de l'incinération des ordures ménagères et dans la métallurgie (respectivement 0.7% et 98.6% des rejets en dioxines de la région). En 2008, les émissions des 25 établissements identifiés représentent près de 11.1 g I-TEQ, équivalent toxique divisé par deux depuis 2007. Les données sont disponibles par entreprise en annexe 4.

Pour l'année 2008, près de 78% des quantités émises l'ont été sur l'agglomération dunkerquoise, réparties sur 6 émetteurs.

## Métrologie

Elle s'articule autour de deux axes : mesures dans l'air ambiant et retombées atmosphériques.

### > Mesures dans l'air ambiant :

Ces mesures peuvent s'effectuer sur la phase particulaire et la phase gazeuse par aspiration de l'air. Elles sont réalisées à partir d'un préleveur haut volume, type DA 80, avec un débit de prélèvement fixé à 15 m<sup>3</sup>/h. Ce dispositif permet de réaliser un prélèvement des phases particulaire et gazeuse (sur filtre et mousse). Dans ce cas, l'analyse des échantillons se fait de manière globale. L'avantage de cette mesure est le suivi du transport longue distance. Les temps de prélèvement étant plus courts, l'identification de sources d'émission est plus facile. La fréquence d'échantillonnage est fixée à une semaine. Les prélèvements en air ambiant sont effectués sans coupure granulométrique (Tête TSP).

Figure 11 : Préleveur DA 80 sur le site de Grande-Synthe



### > Mesures dans les dépôts :



Elles permettent la mesure des retombées atmosphériques au niveau des sols via les poussières sédimentables. Les retombées atmosphériques sont prélevées au moyen de jauges Owen. Le dispositif de prélèvement est constitué d'un réservoir cylindrique en verre, surmonté d'un entonnoir. Aucune aspiration n'est effectuée, le prélèvement est contraint aux conditions météorologiques et en l'occurrence à la hauteur de précipitations. Cela donne une idée globale de la contamination mais le temps d'exposition relativement long (1 à 2 mois) ne permet pas de cibler un émetteur.

Figure 12 : Collecteur de retombées sur le site de Malo

Les supports de prélèvements font l'objet d'un conditionnement (nettoyage, ajout de marqueurs à l'exposition et d'un litre d'eau minérale). Après exposition, les entonnoirs sont rincés avec un litre d'eau minérale.



# Contexte météorologique

La période se décompose en 2 parties : une première quinzaine sous un régime de hautes pressions, avec des températures en fin de nuit proches de 0, voire même négatives dans l'intérieur des terres (minimum enregistré entre le 6 et le 8 mars avec  $-3.1^{\circ}\text{C}$ ). Durant cette période, les vents sont globalement orientés au Nord Est (parfois au secteur Est) et sont assez forts. On enregistre les vitesses maximales autour du 10 mars, les vents ayant soufflé jusqu'à 2 fois plus fort sur le front de mer (13.4 m/s au port Est de Dunkerque) qu'à l'intérieur de la région (6.4 m/s à Béthune). Le régime de hautes pressions se maintient jusqu'au 17 mars environ. En seconde quinzaine, les pressions diminuent. Les vents basculent au secteur Sud majoritairement entraînant une hausse marquée des températures. Les maxima sont enregistrés entre le 19 et le 24 mars : on relève  $19^{\circ}\text{C}$  dans l'après-midi du 24 mars sur le littoral comme dans l'intérieur de la région.

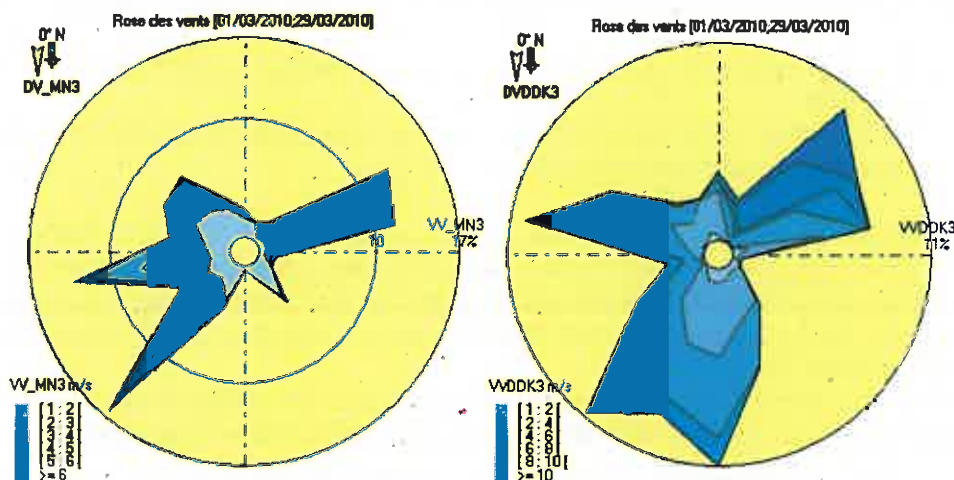


Figure 13 : Roses des vents (Tourcoing à gauche, Dunkerque à droite)

Durant la période, les précipitations ont été faibles et largement inférieures aux normales de saison (57% de déficit à Lesquin). Elles sont quasi nulles jusqu'au 17 mars. Entre le 1<sup>er</sup> et le 29 mars, 8 jours de précipitations ont été relevés pour une hauteur totale de 24.6 mm. Le maximum a été enregistré le 28 mars.

Le contexte météorologique est plutôt favorable à la dispersion des polluants durant l'étude, hormis quelques journées se distinguant par une qualité de l'air moyenné à médiocre.

Température °C	Moyenne :	7.4
	Minimum :	-3.1
	Maximum :	19.4
Pression atmosphérique hPa	Moyenne :	1000
Vent m/s	Vitesse moyenne :	2.0
	Minimum :	0
	Maximum :	4.5
Humidité relative %	Moyenne :	70

Figure 14 : Bilan météorologique - Valenciennes

# Résultats de mesures

## Analyses dans les retombées

### ➤ Préambule

Une jauge de prélèvement a été consacrée à la réalisation d'un « blanc », afin de déterminer une éventuelle contamination durant l'étude. La jauge a subi le même traitement que les autres préleveurs, cependant sans être ouverte. L'eau minérale a été ajoutée le dernier jour de l'étude, lors de la dépose des préleveurs. Ce préleveur a été joint aux préleveurs exposés et analysé simultanément par le laboratoire.

Théoriquement, les valeurs pour l'ensemble des molécules recherchées doivent être inférieures aux limites de détection du laboratoire. Selon la valeur du blanc déterminée à l'analyse, deux options se présentent :

- la soustraction de la valeur du blanc aux valeurs déterminées sur les échantillons exposés
- l'invalidation de la campagne en cas de valeurs particulièrement élevées, synonyme de contamination des échantillons.

Les analyses pour le blanc révèlent la présence de deux dioxines (1,2,3,4,6,7,8 HpCDD et OCDD) et 3 furanes (2,3,4,6,7,8 HxCDF, 1,2,3,4,6,7,8 HpCDF et OCDF) dans des quantités relativement faibles. Les valeurs du blanc pour ces molécules ont été soustraites des échantillons exposés (pour l'OCDD et les groupes homologues). En ce qui concerne les PCB DL, deux molécules ont été détectées. Les données des blancs sont disponibles en annexe 5.

En conséquence de ces informations, la campagne de mesure est validée et **les valeurs de blanc des molécules détectées ont été soustraites des valeurs des échantillons exposés.**

Par convention, les valeurs inférieures à la limite de quantification (LQ) du laboratoire (suite à l'analyse ou après soustraction du blanc) sont remplacées par la moitié de la valeur de LQ pour la détermination des profils de congénères. **Pour la détermination des équivalents toxiques, la charge toxique est considérée comme nulle pour les molécules non détectées. L'équivalent toxique maximal, joint aux tableaux de résultats, prend en compte la valeur de la limite de quantification lorsque les molécules ne sont pas détectées.**

### ➤ Les dioxines et furanes

Les résultats des concentrations totales en dioxines et furanes dans les retombées sont présentés dans le tableau suivant. Les concentrations sont exprimées en picogrammes<sup>7</sup> I-TEQ<sub>OTAN</sub>/m<sup>2</sup>/j\*, afin d'être comparées aux données disponibles dans la littérature.

\* I-TEQ pour international toxic equivalent quantity : équivalent toxique selon le référentiel OTAN par mètre carré et par jour

<sup>7</sup> Picogrammes : 10<sup>-12</sup> grammes

Sites d'études	Concentration en équivalent toxique I-TEQ <sub>OTAN</sub> pg /m <sup>2</sup> /j	Concentration en équivalent toxique maximal I-TEQ <sub>OTAN</sub> pg /m <sup>2</sup> /j
Saint-Pol-sur-Mer	3.65	3.92
Petite-Synthe	2.66	2.96
Grande-Synthe Comte Jean	2.51	2.89
Grande-Synthe	2.30	2.82
Mardyck	1.18	1.74
Malo*	0.97	1.53
Campagne-les-Bouloonnais*	3.81	4.17
Moyenne étude régionale 2010	2.53	2.95

Figure 15 : Tableau de concentrations en dioxines furanes dans les retombées (I-TEQ<sub>OTAN</sub> pg/m<sup>2</sup>/j)

Les résultats sont globalement peu élevés et du même ordre de grandeur que la moyenne régionale de l'étude. Le minimum est relevé à Malo, minimum également dans l'étude régionale ; le maximum à Saint-Pol-sur-Mer. Les données relevées sur l'agglomération dunkerquoise sont notamment inférieures à celles relevées sur le site rural régional de Campagne-les-Bouloonnais. Pour l'étude régionale, le maximum est relevé à Valenciennes.

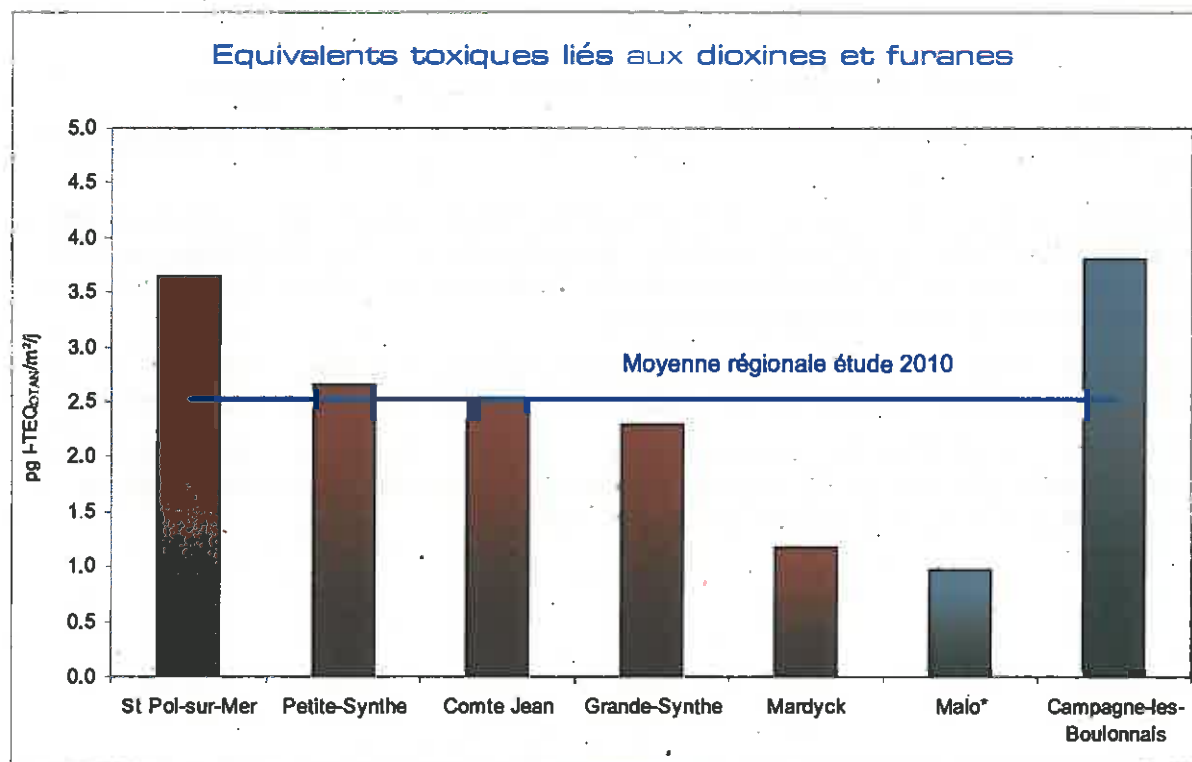


Figure 16 : Equivalents toxiques en dioxines furanes dans les retombées (I-TEQ<sub>OTAN</sub> pg/m<sup>2</sup>/j) sur l'agglomération dunkerquoise

\* financés per l'ARS, le Conseil Régional Nord – Pes-de-Celais, l'ADEME et le Communauté urbeine de Dunkerque dans le cadre de le campagne régionale 2010

La molécule 2, 3, 7, 8 TCDD n'a été détectée sur aucun des échantillons. Les profils de concentrations de congénères toxiques établis sur la base des concentrations ( $\text{pg}/\text{m}^2/\text{j}$ ), indépendamment des facteurs de toxicité des molécules, ont une tendance similaire dans la détection, mais se distinguent dans les teneurs mesurées (figure 17).

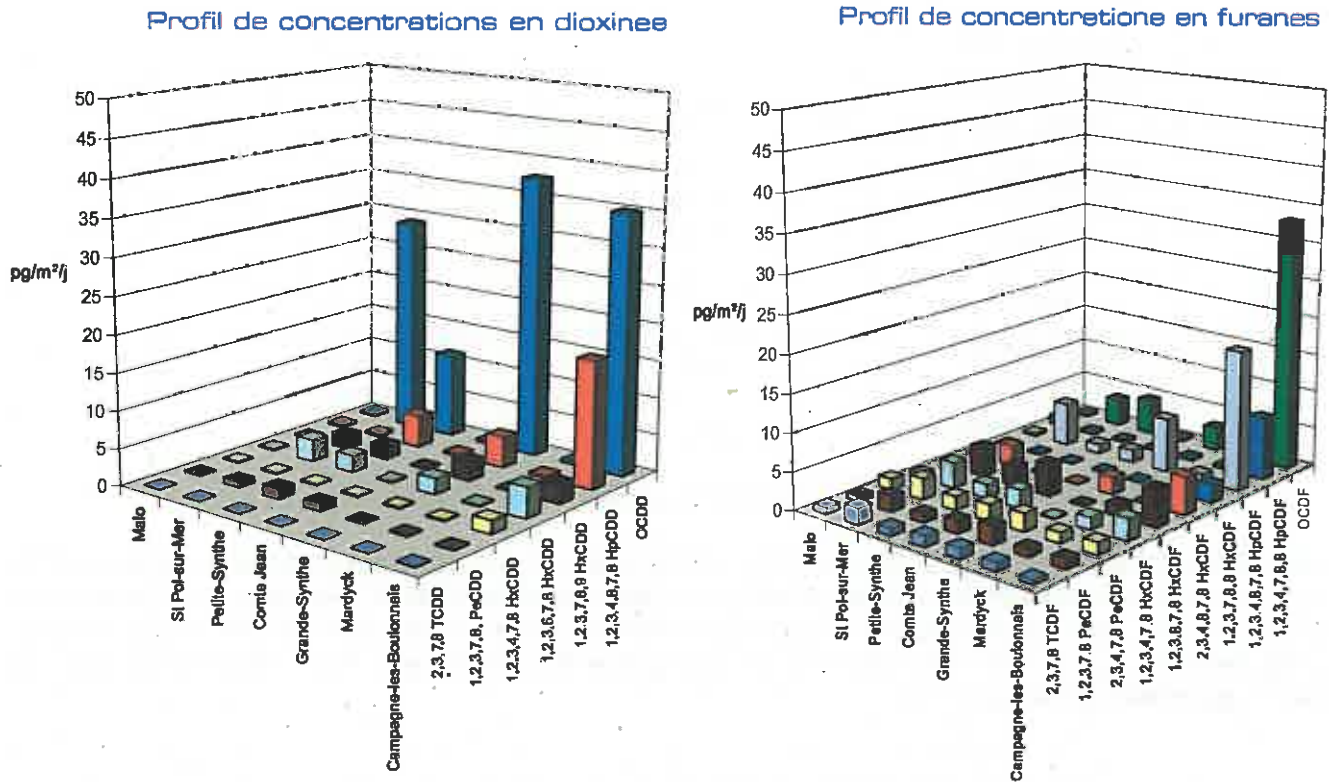


Figure 17 : Concentrations en dioxines et furanes dans les retombées ( $\text{pg}/\text{m}^2/\text{j}$ )

Les dioxines sont peu détectées, les molécules les plus « lourdes » étant retrouvées en quantité plus importante.

Les furanes sont plus souvent détectés, mais dans des concentrations assez faibles. Le site rural de Campagne-les-Boulonnais se distingue avec les concentrations dans les retombées les plus élevées. Combinés à des facteurs de toxicité individuels moins élevés que pour les dioxines, la part des furanes peut diminuer nettement dans la charge toxique totale.

Les échantillons prélevés sur l'agglomération dunkerquoise ne présentent pas de profils de concentrations aberrants par rapport aux échantillons des autres agglomérations de la région.

La quantification des groupes homologues (figure 18) a été effectuée, simultanément à celle des congénères toxiques. On entend par groupe homologue, l'ensemble des molécules portant le même nombre d'atomes de chlore, indépendamment de leur position.

Répartition de la charge toxique en fonction du rapport dioxines/furanes

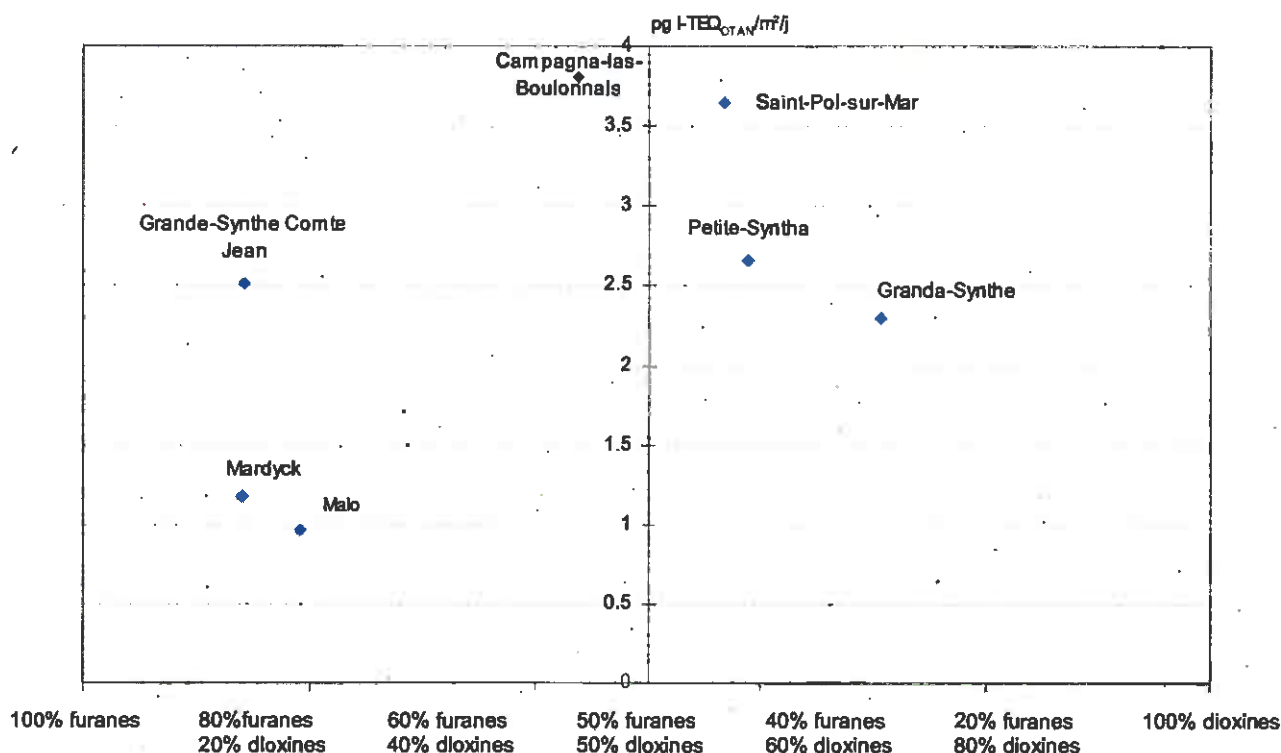


Figure 18 : Répartition des équivalents toxiques en fonction du profil Dioxines/Furanes dans les retombées

Les sites de Mardyck, Malo et Grande-Synthe Comte Jean se caractérisent par un rapport favorable aux furanes, en raison d'une absence de détection quasi-totale des dioxines.

Comparaison aux données nationales :

En l'absence de réglementation nationale, les résultats sont comparés aux données bibliographiques disponibles. La méthode de surveillance des retombées des dioxines et furanes autour d'une UIOM (rapport INERIS – DRC -01-25585 – AIRE – n°176) est souvent utilisée pour ces références de concentrations en zones rurale, urbaine et proche d'une source, datant majoritairement d'années antérieures à la mise aux normes des UIOM. Les valeurs de cette étude se situent dans la gamme 5 – 20 pg I-TEQ/m<sup>2</sup>/j, représentative selon le rapport de l'INERIS des concentrations en zone rurale.

La figure 19 recense les données disponibles, issues des campagnes de mesures réalisées par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air depuis 2007 (données disponibles en annexe 6).

Les résultats en dioxines et furanes sont obtenus dans le cadre d'études de suivi de l'impact des UIOM dans leur environnement proche. Les concentrations mesurées dépendent notamment de l'activité de l'établissement ciblé (notamment le tonnage de déchets traités) ainsi que de la durée d'exposition des sites de mesure sous les vents de l'émetteur. Ces paramètres, non disponibles dans les rapports, ne sont pas pris en compte dans la comparaison, faite à titre purement indicatif.

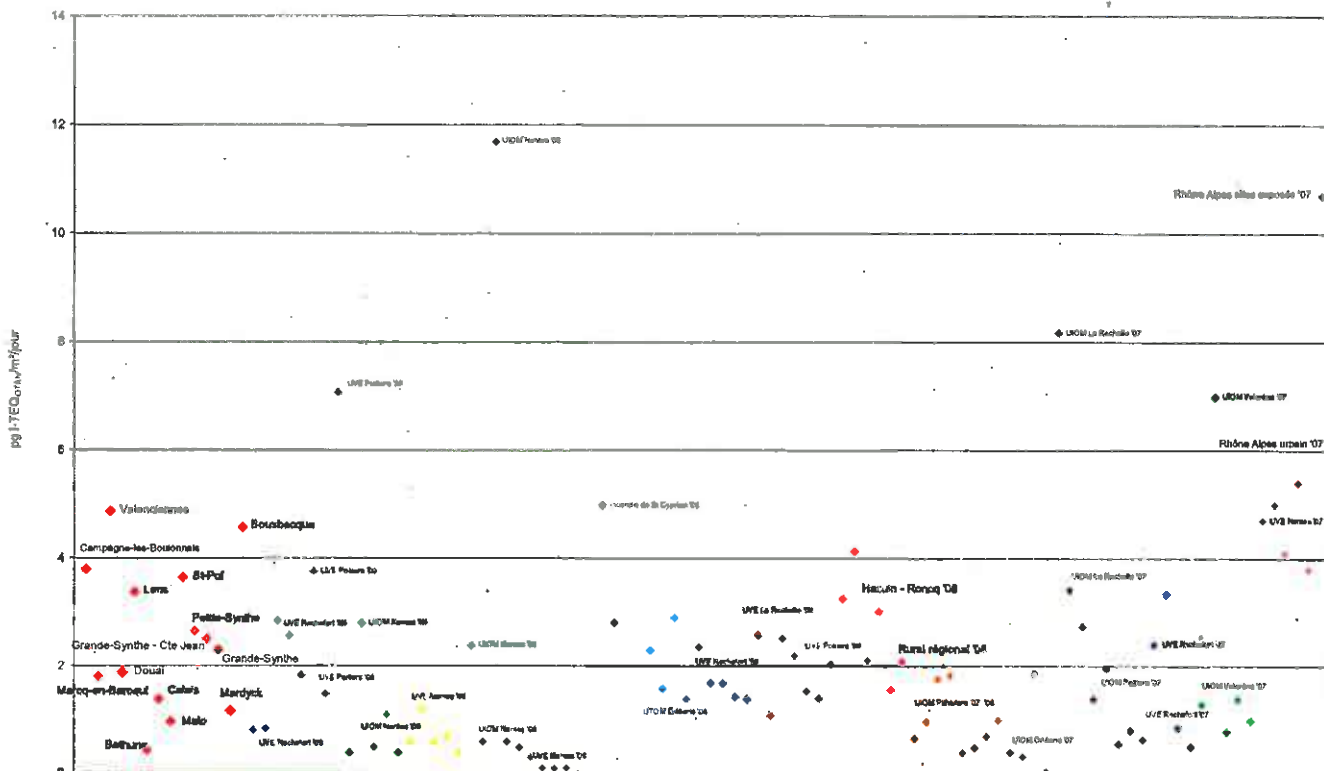


Figure 19 : Comparaison à la bibliographie disponible auprès des AASQA

Les résultats de la campagne de mesure 2010 se trouvent dans les valeurs moyennes des données disponibles auprès des AASQA. Les concentrations en équivalents toxiques relevées sur le site de Campagne-les-Boulonnais en 2010 sont du même ordre de grandeur que celles relevées durant l'étude Halluin – Roncq de 2008, sur le site d'Aix-en-Ergny.

Seuls les réseaux de surveillance de la qualité de l'air en Rhône Alpes ont réalisé des mesures en site urbain (Lyon). Les résultats des sites urbains régionaux (valeur mensuelle) sont inférieurs à la moyenne annuelle 2007 en site urbain rhônalpin.

Ces mesures, en Rhône Alpes, ont été complétées par une étude diagnostic réalisée durant l'incendie de la plateforme de stockage de bois (VITALE recyclage) à Saint-Cyprien dans la Loire en septembre – octobre 2008. La valeur maximale détectée, non présentée sur le graphique pour des raisons de lisibilité, est de 335 pg I-TEQ/m³/j (point de mesure à 5 mètres du foyer de l'incendie). Les deux autres points de mesure, présents sur la figure 21, se trouvent à 1000 et 1400 mètres de l'incendie.

Ces premières mesures montrent que, concernant les dioxines et furanes, les concentrations en équivalents toxiques des zones urbaines peuvent être du même ordre de grandeur que celles retrouvées en proximité d'émetteurs (sidérurgie, UIOM). Par ailleurs, les zones rurales ne sont pas de fait les zones où les concentrations dans les retombées sont les plus faibles. Le chauffage au bois, peut être plus répandu en zone rurale et les feux de jardins / déchets verts sont autant de sources ponctuelles potentielles.

➤ Les polychlorobiphényles – dioxin like

Les résultats des concentrations totales en PCB DL dans les retombées sont présentés dans le tableau suivant. Les concentrations sont exprimées en picogrammes I-TEQ<sub>OMS</sub>/m<sup>2</sup>/j, selon le référentiel OMS puisque le système OTAN ne définit pas de facteurs de toxicité pour les PCB DL.

Sites d'études	Concentration en équivalent toxique I-TEQ <sub>OMS</sub> pg /m <sup>2</sup> /j	Concentration en équivalent toxique maximal I-TEQ <sub>OMS</sub> pg /m <sup>2</sup> /j
Saint-Pol-sur-Mer	0.25	1.85
Petite-Synthe	0.11	1.72
Grande-Synthe Comte Jean	0.08	1.69
Grande-Synthe	0.17	1.77
Mardyck	0.04	1.67
Malo	0.08	1.69
Campagne-les-Bouloonnais	0.02	1.64
Moyenne étude régionale 2010	1.58	2.96

Figure 20 : Concentrations en équivalents toxiques en PCB DL dans les retombées (I-TEQ<sub>OMS</sub> pg/m<sup>2</sup>/j)

Les résultats de l'étude régionale sont beaucoup plus contrastés sur les PCB DL que sur les dioxines et furanes. Les valeurs relevées sur l'agglomération de Dunkerque sont très faibles et nettement inférieures à la moyenne régionale. Cette valeur est uniquement due à deux sites, se distinguant par des valeurs nettement plus élevées : Bousbecque et Lens. Ces concentrations en équivalents toxiques sont essentiellement dues à la détection du PCB 126, le PCB ayant le facteur de toxicité le plus élevé.

Hormis ces deux sites, les résultats sont relativement faibles. Le minimum est relevé à Campagne-les-Bouloonnais, où peu de molécules ont été détectées.

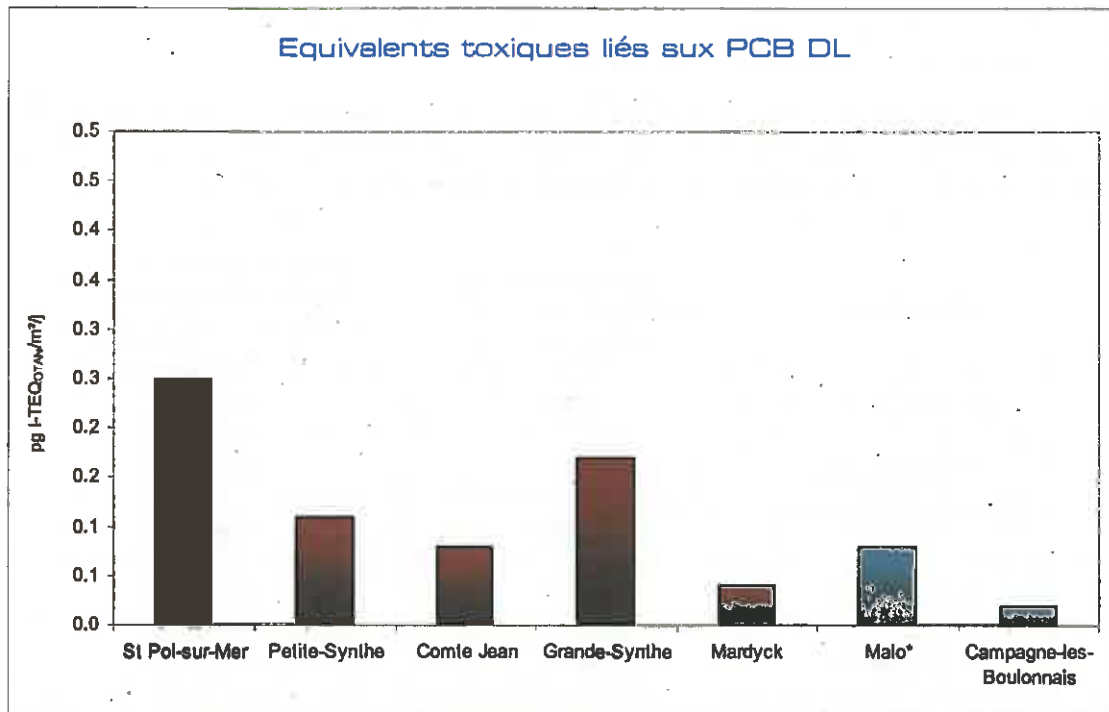
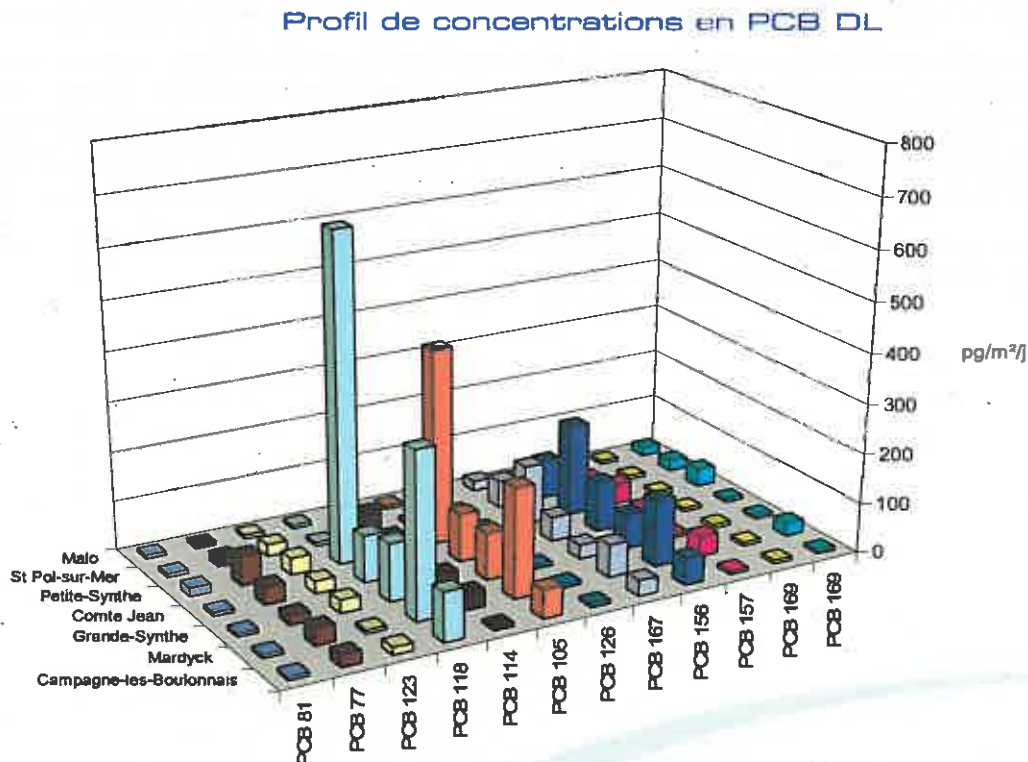


Figure 21 : Concentrations en équivalents toxiques en PCB DL dans les retombées (I-TEQOMS pg/m²/j)

Le profil de concentrations en PCB DL des sites d'étude montre une base commune de profil avec une présence assez fréquente des PCB 118, PCB 105, PCB 167 et PCB 156, quelle que soit la typologie du site (urbain comme industriel).



Figures 22 : Concentrations en PCB DL dans les retombées (pg/m²/j)



### Comparaison aux données nationales :

Les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air COPARLY, ASCOPARG, AMPASEL et SUP'Air, dans le cadre de leur programme de surveillance des dioxines en Rhône Alpes, ont complété les mesures faites sur les dioxines et furanes par une recherche des PCB (indicateurs et DL) sur les échantillons de l'année 2008. Ces mesures ont été complétées par une étude diagnostic réalisée durant l'incendie de la plateforme de stockage de bois (VITALE recyclage) à Saint-Cyprien dans la Loire en septembre – octobre 2008.

Les résultats sont repris de façon synthétique dans le graphique suivant. Pour des questions de lisibilité du graphique, le maximum enregistré sur le site de l'incendie (5 mètres du foyer) a été exclu des données : 305.1 pg I-TEQ/m<sup>2</sup>/j pour une exposition de mi-septembre à mi-octobre 2008 ; alors que le foyer continuait de se consumer lentement.

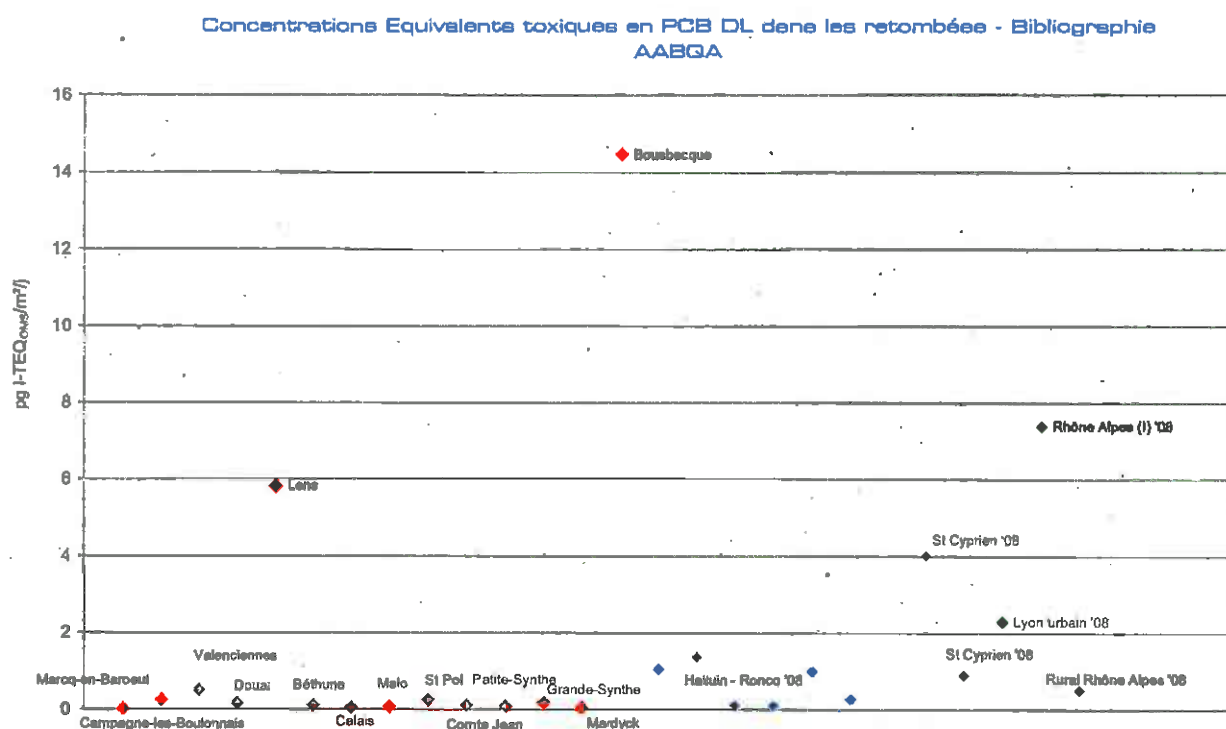


Figure 23 : Bibliographie disponible pour les équivalents toxiques en PCB DL dans les retombées (pg/m<sup>2</sup>/j)

Les mesures réalisées en Nord – Pas-de-Calais sont du même ordre de grandeur que les données en zone urbaine ou rurale de Rhône Alpes. Le site de Lens s'illustre par une mesure du même ordre de grandeur que les sites exposés inscrits dans le programme de surveillance en Rhône Alpes pour l'année 2008. Le site de Bousbecque est supérieur aux données disponibles.

➤ **La charge toxique totale dans les retombées**

Le calcul des équivalents toxiques pour l'ensemble PCDD/PCDF/PCB DL a été effectué avec le référentiel OMS (1998).

Sitas d'études	Equivalent toxique I-TEQ <sub>OMS</sub> pg /m <sup>2</sup> /j	Equivalent toxique maximal I-TEQ <sub>OMS</sub> pg /m <sup>2</sup> /j
Malo	1.05	3.40
Saint-Pol-sur-Mer	4.25	6.12
Petite-Synthe	3.45	5.36
Grande-Synthe Comte Jean	3.11	5.10
Grande-Synthe	2.43	4.74
Mardyck	1.23	3.59
Campagne-les-Boullonnais	3.76	5.94
Moyenne étude régionale 2010	4.30	6.18

Figure 24 : Charge toxiqua globale exprimée en pg I-TEQ<sub>OMS</sub>/m<sup>2</sup>/j

Les résultats des sites de prélèvement de l'agglomération dunkerquoise sont globalement inférieurs à la moyenne régionale de l'étude. Les résultats sont peu élevés et majoritairement inférieurs aux données issues du site rural régional pour l'étude.

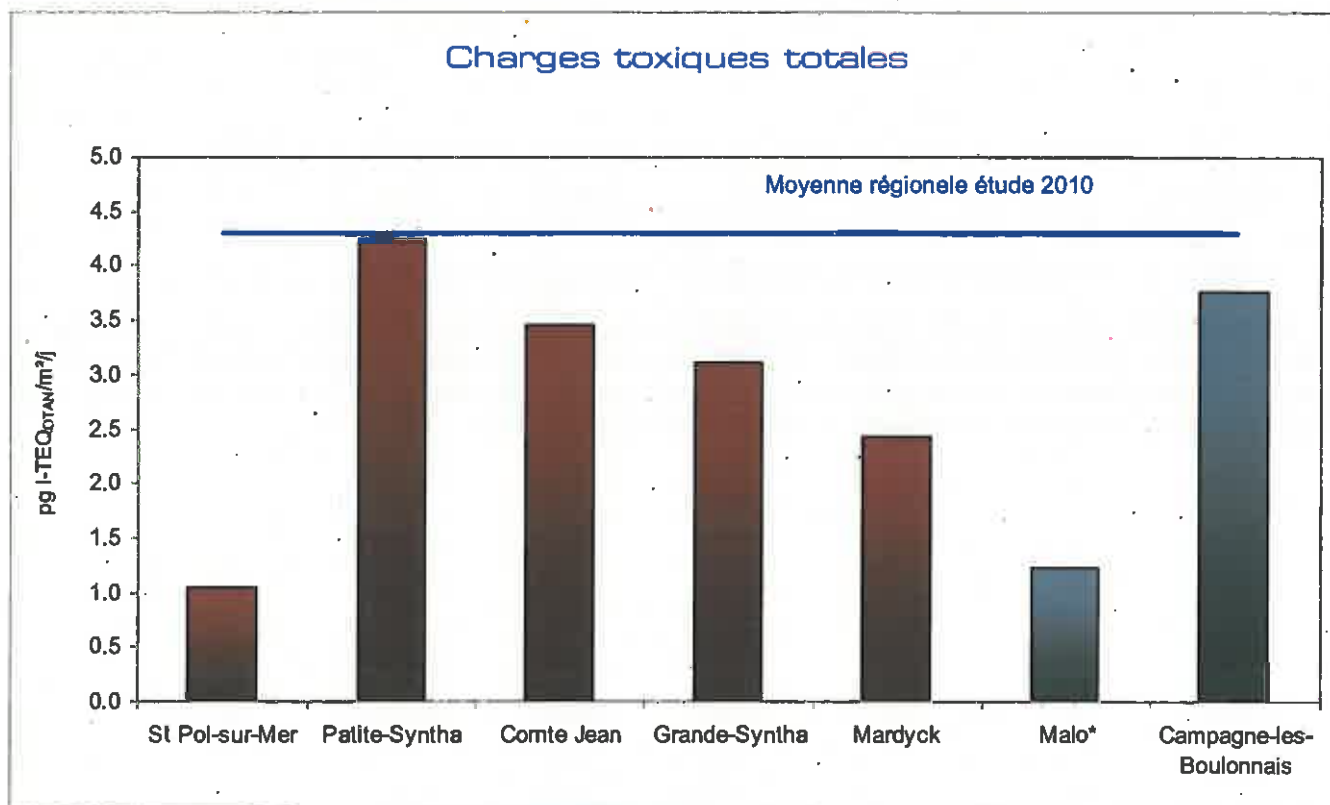


Figure 25: Charge toxiqua globala exprimée an pg I-TEQ<sub>OMS</sub>/m<sup>2</sup>/j

De manière identique aux données urbaines régionales, la charge toxique des prélèvements de l'agglomération dunkerquoise est majoritairement due aux furanes. La part due aux PCB DL est faible en lien avec une faible détection de ces molécules dans les échantillons.

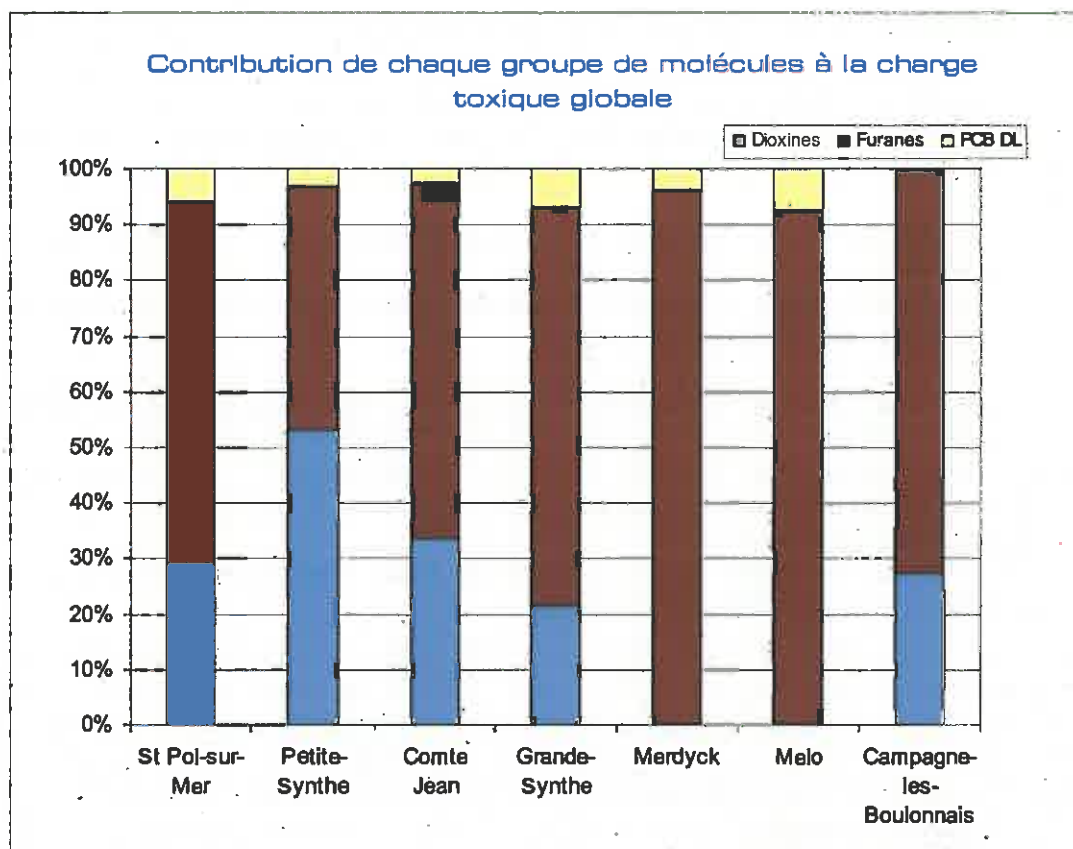


Figure 26 : Contribution à la charge toxique globale exprimée en pg I-TEQ<sub>OMS</sub>/m<sup>2</sup>/j

Concernant les mesures des dioxines, furanes et PCB DL dans les retombées, les mesures réalisées sur différentes typologies de sites dans l'agglomération dunkerquoise n'ont pas mis en évidence de résultats élevés durant cette campagne. Les profils en concentrations et les équivalents toxiques sont dans le même ordre de grandeur que les mesures réalisées dans les zones urbaines des autres agglomérations de la région Nord – Pas-de-Calais.

Les résultats complets pour la région ont fait l'objet d'un rapport (« Evaluation des concentrations en dioxines, furanes et PCB DL en Nord – Pas-de-Calais », rapport 01-2010-AA, disponible en téléchargement sur [www.atmo-npdc.fr](http://www.atmo-npdc.fr)).

# Analyses dans l'air ambiant

## > Préambule

Une mousse et un filtre ont été consacrés à la réalisation d'un « blanc », afin de déterminer une éventuelle contamination des supports de prélèvement durant l'étude. Le filtre et la mousse ont subi le même traitement que les autres supports, cependant sans être exposés.

Théoriquement, les valeurs pour l'ensemble des molécules recherchées doivent être inférieures aux limites de détection du laboratoire. Selon la valeur du blanc déterminée à l'analyse, deux options se présentent :

- la soustraction de la valeur du blanc aux valeurs déterminées sur les échantillons exposés
- l'invalidation de la campagne en cas de valeurs particulièrement élevées, synonyme de contamination des échantillons.

Pour la mesure dans l'air ambiant, les valeurs du blanc pour les dioxines et furanes sont majoritairement inférieures à la limite de détection, sauf pour l'OCDD et la 1,2,3,4,6,7,8 HpCDF, cependant dans de faibles quantités. Les valeurs du blanc pour ces molécules ont été soustraites aux échantillons exposés. En ce qui concerne les PCB DL, deux molécules ont été détectées : les PCB 118 et 105. Les données des blancs sont disponibles en annexe 5.

La campagne de mesure est validée et les valeurs de blanc des molécules détectées ont été soustraites des valeurs des échantillons exposés.

Par convention, les valeurs inférieures à la limite de quantification (LQ) du laboratoire (suite à l'analyse ou après soustraction du blanc) sont remplacées par la moitié de la valeur de LQ pour la détermination des profils de congénères. Pour la détermination des équivalents toxiques, la charge toxique est considérée comme nulle pour les molécules non détectées. Les tableaux sont néanmoins complétés par les équivalents toxiques maximaux (concentration ramenée à LQ).

## > Les dioxines et furanes

Seuls les sites de Grande-Synthe et de Béthune ont été équipés de préleveurs en air ambiant. Les résultats sont exprimés en femtogrammes<sup>8</sup> I-TEQ<sub>OTAN</sub>/m<sup>3</sup>.

Concentration en fg I-TEQ <sub>OTAN</sub> /m <sup>3</sup>	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Moyenne
Grande-Synthe	373.1	14.2	19.9	10.1	104.3
Béthune	49.4	53.1	33.3	21.3	39.3

Figure 27 : Concentrations de dioxines – furanes en équivalent toxique exprimée en fg I-TEQ<sub>OTAN</sub>/m<sup>3</sup>

La totalité des molécules a été détectée durant les 4 semaines d'étude sur les 2 sites d'échantillonnage.

Le site de Grande-Synthe se caractérise par une moyenne beaucoup plus importante que sur le site de Béthune. Cependant, cette valeur est liée à une valeur hebdomadaire particulièrement élevée durant la première semaine d'échantillonnage. Hormis cette valeur, les équivalents toxiques relevés à Grande-Synthe sont plus faibles qu'à Béthune.

<sup>8</sup> Femtogrammes : 10<sup>-15</sup> grammes

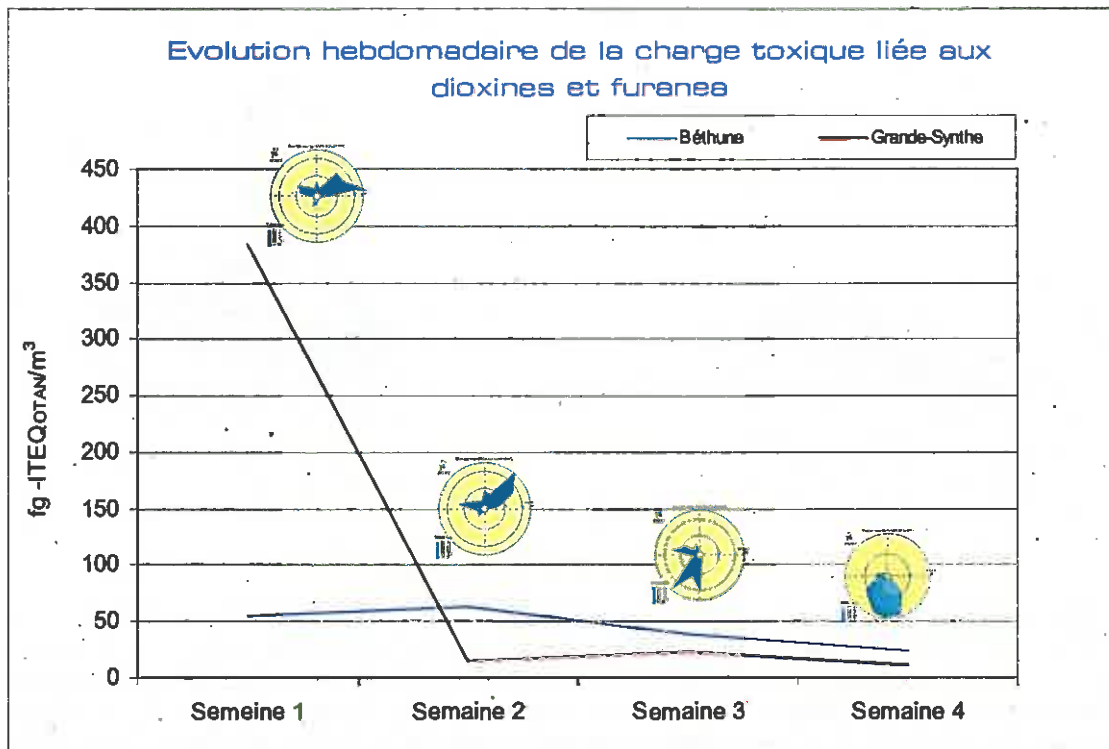
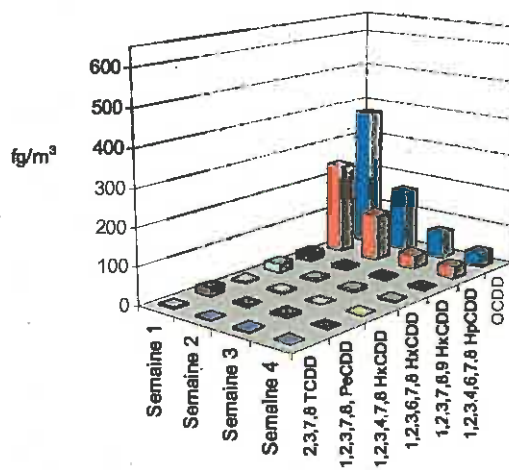
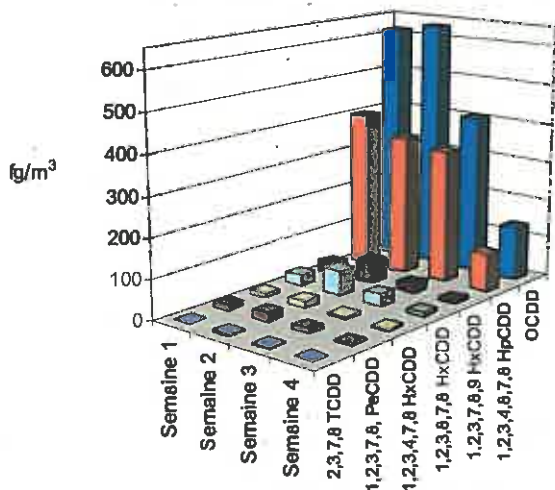


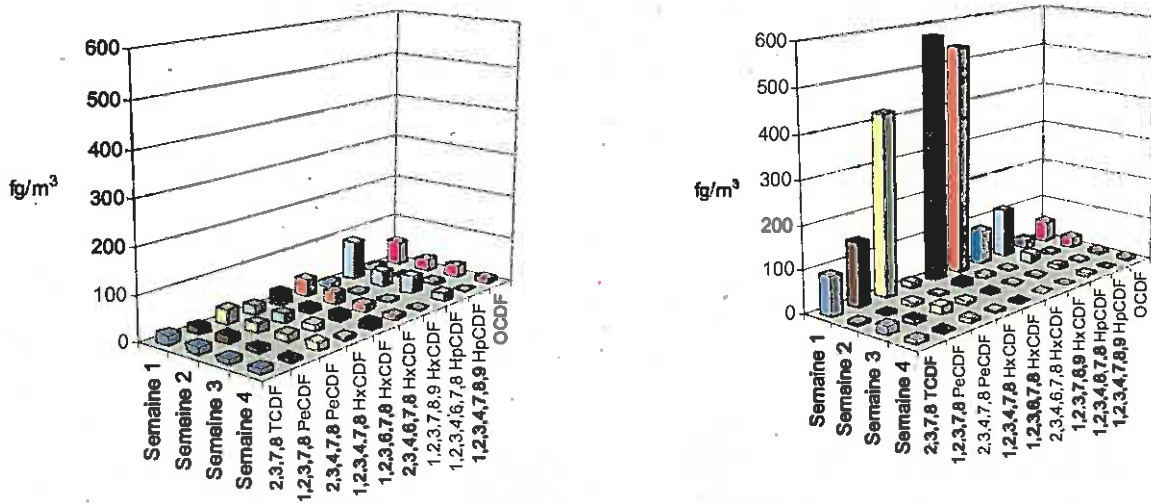
Figure 28 : Concentration hebdomadaire en équivalent toxique exprimée en fg I-TEQOTAN/m<sup>3</sup>

Les profils en concentrations des 2 sites d'études sont globalement assez proches sur les 3 dernières semaines d'étude. On retrouve la même distribution, les concentrations sont un peu plus élevées sur Béthune. La première semaine sur le site de Grande-Synthe se caractérise par des concentrations en furanes plus élevés que les semaines suivantes ou encore que sur le site de Béthune.

Profils hebdomadaires des dioxines sur Béthune Profils hebdomadaires des dioxines sur Grands-Synthe



Figures 29 : Profils de concentrations en dioxines



Figures 30 : Profils de concentrations en furanes

Cette nette augmentation concerne principalement les hexa-furanes (3 des 4 congénères) et les penta-furanes et dans une moindre mesure le tétra-furane. Les vents dominants, orientés au secteur  st – Nord Est durant la semaine d’echantillonnage, ne pointent pas d’emetteurs industriels répertoriés sur le secteur de Grande-Synthe. Par ailleurs, les concentrations sont en nette diminution la semaine suivante alors que la rose des vents a de nombreuses similitudes avec la première semaine, notamment sur le secteur Nord.

Répartition de l’équivalent toxique en fonction des groupes homologues dioxines / furanes

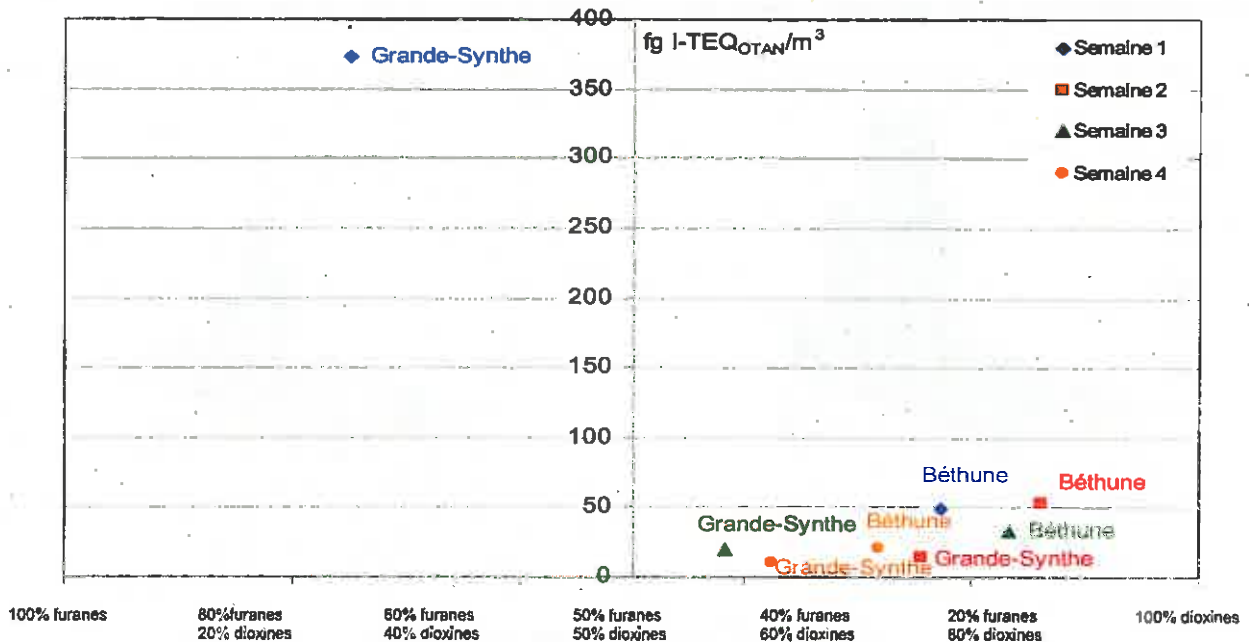


Figure 31 : Répartition de l’équivalent toxique en fonction du profil Dioxines /Furanes en air ambiant

La majorité des échantillons en air ambiant a un rapport dioxines/furanes favorable aux dioxines. Le caractère atypique de l’échantillon de Grande-Synthe en première semaine se retrouve dans la répartition de l’équivalent toxique en fonction des groupes homologues. Le rapport dioxines/furanes pour cet échantillon se rapproche du profil dioxines/furanes dans les retombées. Pour les retombées, cette

répartition était due à une absence de détection quasi-totale des dioxines, au profit de concentrations en furanes homogènes avec d'autres sites urbains.

**Comparaison aux données nationales :**

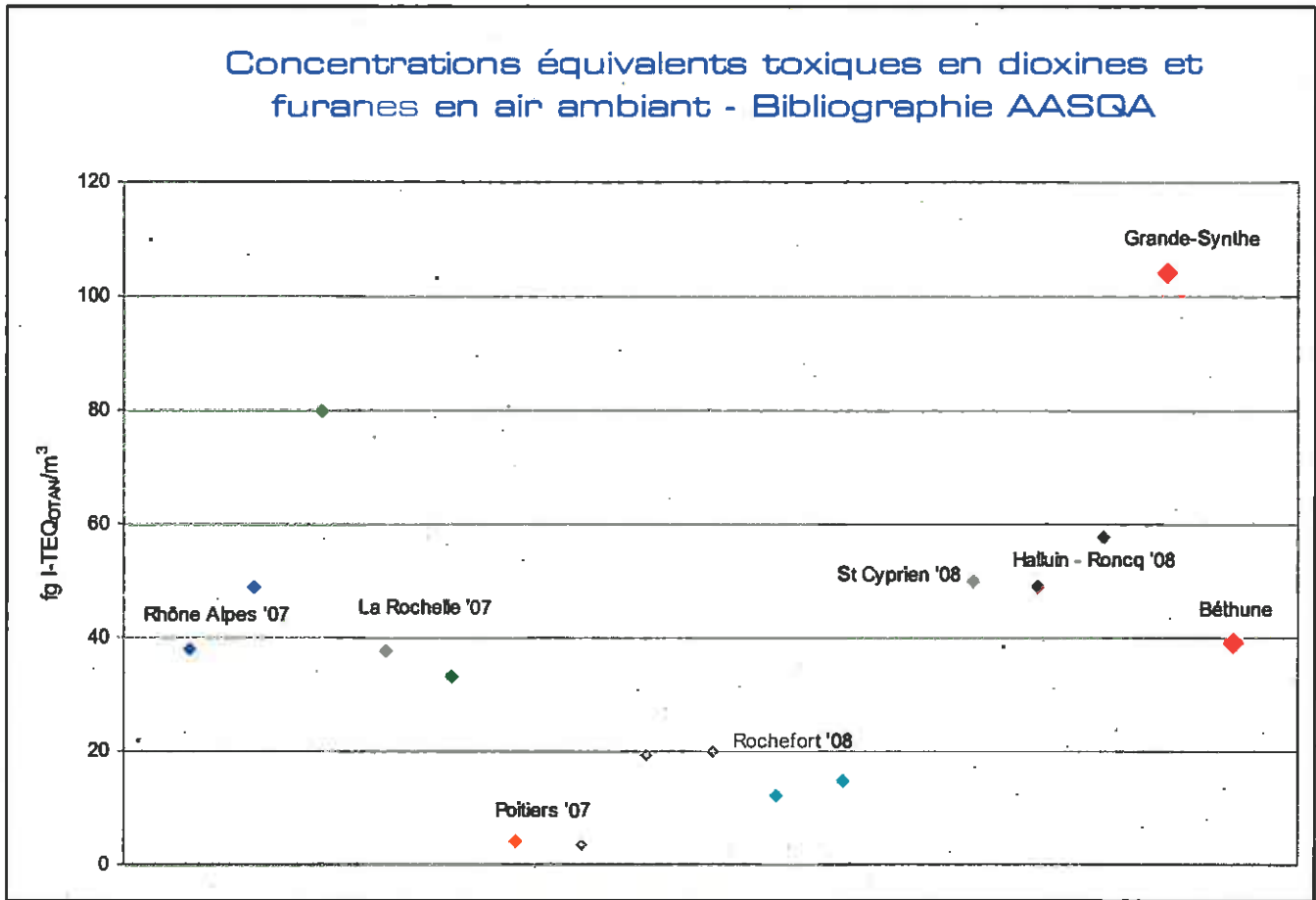


Figure 32 : Bibliographie nationale des concentrations dioxines furanes en air ambiant

➤ **Les polychlorobiphényles – dioxin like**

Les résultats sont exprimés en femtogrammes<sup>9</sup> I-TEQ<sub>OMS</sub>/m<sup>3</sup>. La détection des molécules est un peu plus aléatoire que pour les dioxines et furanes : l'ensemble des molécules recherchées a été détecté durant la première semaine. A partir de la deuxième semaine, le PCB 169 n'est plus détecté sur Béthune, ni sur Grande-Synthe (sauf semaine 3). Le PCB 126, congénère ayant le facteur de toxicité le plus élevé, n'a pas été détecté en deuxième semaine sur Grande-Synthe, ni en quatrième semaine sur Béthune.

Concentration en fg I-TEQ <sub>OMS</sub> /m <sup>3</sup>	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Moyenne
Grande-Synthe	38.4	0.3	3.0	2.7	11.1
Béthune	2.8	5.1	2.8	0.8	2.9

Figure 33 : Concentrations de PCB DL en équivalent toxique exprimée en fg I-TEQ<sub>OMS</sub>/m<sup>3</sup>

On retrouve pour les PCB DL la même caractéristique que pour les dioxines – furanes sur le site de Grande-Synthe durant la première semaine d'échantillonnage. La charge toxique de la première semaine de prélèvement est liée à la détection en quantité assez significative du PCB 126, représentant

<sup>9</sup> Femtogrammes : 10<sup>-15</sup> grammes

à lui seul près de 71% de l'équivalent toxique. Hormis la valeur de la première semaine de prélèvement, les résultats sont du même ordre de grandeur sur Grande-Synthe et Béthune.

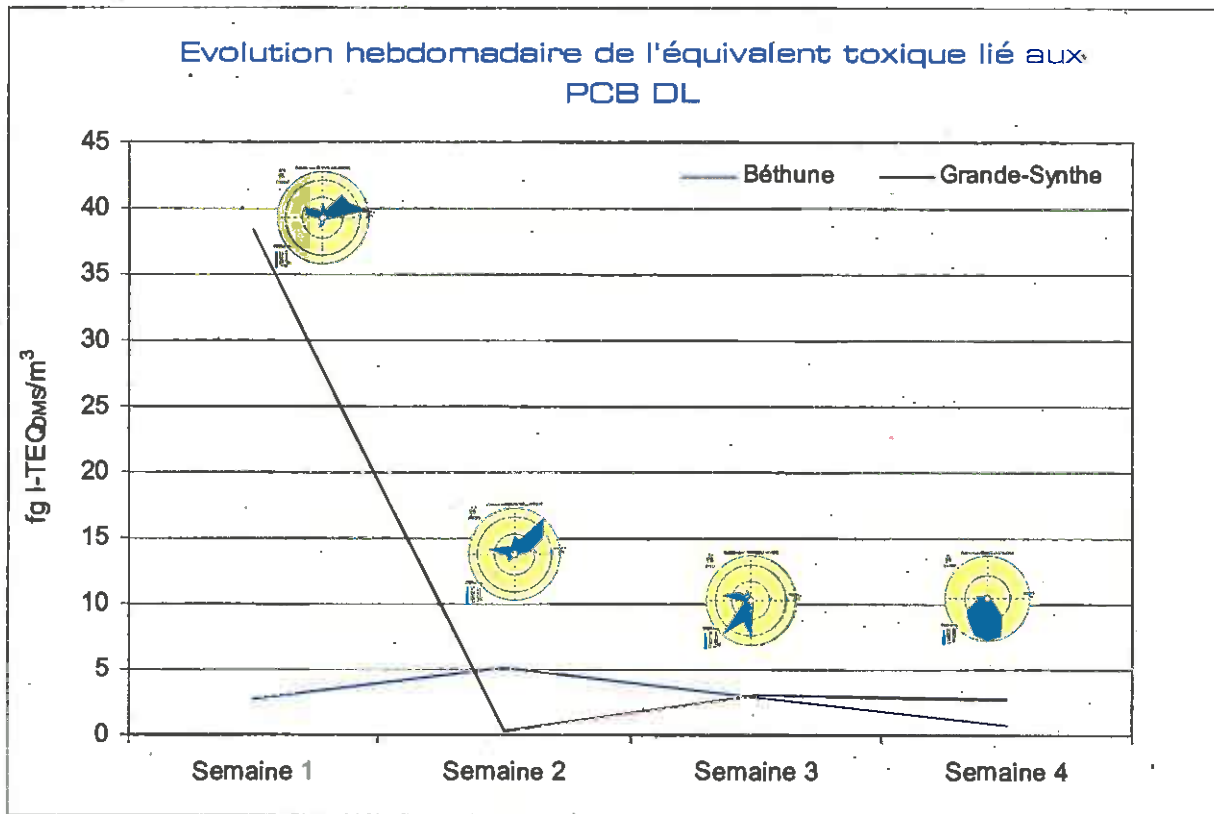


Figure 34 : Concentrations de PCB DL en équivalent toxique exprimée en fg I-TEQOMS/m<sup>3</sup>

➤ *La charge toxique totale en air ambiant*

Comme pour les retombées, le calcul des équivalents toxiques pour l'ensemble PCDD/PCDF/PCB DL a été effectué avec le référentiel OMS (1998).

Concentration en fg I-TEQOMS/m <sup>3</sup>	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Moyenne
Grande-Synthe	421.2	15	25.4	13.9	119.2
Béthune	58.0	68.1	41.6	25.1	48.2

Figure 35 : Charge toxique totale en air ambiant exprimée en fg I-TEQOMS/m<sup>3</sup>

On retrouve la caractéristique de la semaine 1 de prélèvement sur le site de Grande-Synthe.



# Conclusion

Face au peu de données disponibles sur la thématique des dioxines, furanes et PCB DL, Atmo Nord – Pas-de-Calais a initié son programme de surveillance par une évaluation des niveaux de fond en zone urbaine non influencée sur les six agglomérations les plus importantes de la région. Inclus dans cette étude, un examen plus approfondi de l'agglomération dunkerquoise a été mené, représentant le premier volet d'une étude large spectre porté par le SPPPI Côte d'Opale – Flandre. (Air et sols). En effet, près de 80% des émissions régionales pour l'année 2008 sont générées sur l'agglomération.

L'évaluation menée en mars 2010 s'est portée sur 6 sites de typologies variées, dont un a été doublé par des mesures en air ambiant.

Les résultats de l'agglomération dunkerquoise sont du même ordre de grandeur que les mesures faites en zone urbaine régionale et peu élevées en comparaison avec la bibliographie disponible au niveau national. Il n'a pas été mis en évidence de profil atypique sur les sites de prélèvement, tant au niveau des dioxines / furanes que des PCB DL.

Concernant les mesures en air ambiant, le site de Grande-Synthe se distingue par une première semaine atypique aussi bien pour les dioxines furanes que pour les PCB DL. Hormis ce premier échantillonnage, les résultats suivants sont cohérents avec les mesures réalisées sur le site de Béthune. L'examen poussé des données (autres polluants, données météorologiques) n'a pas permis l'identification d'une source.

Ce premier volet de l'étude n'a pas mis en évidence de secteur impacté en termes de retombées. Ces résultats seront complétés en fin d'année par une phase de mesure dans les sols, conduite par le SPPPI Côte d'Opale - Flandre sur une vingtaine d'échantillons.

# Synthèse des résultats

Retombées	Sites	Dioxines – furanes en pg I- TEQ <sub>OTAN</sub> /m <sup>2</sup> /j	Dioxines – furanes en pg I- TEQ <sub>OMS</sub> /m <sup>2</sup> /j	PCB DL en pg I- TEQ <sub>OMS</sub> /m <sup>2</sup> /j	Charge toxique totale en en pg I- TEQ <sub>OMS</sub> /m <sup>2</sup> /j
	Campagne-les-Bouloonnais (R)	3.81	3.75	0.02	3.76
	Maio (U)	0.97	0.97	0.08	1.05
	St-Pol-sur-Mer (UI)	3.65	4.00	0.25	4.25
	Petite-Synthe (UI)	2.66	3.40	0.11	3.45
	Grande-Synthe Comte Jean (I)	2.51	3.03	0.08	3.11
	Grande-Synthe (UI)	2.30	2.26	0.17	2.43
	Mardyck (I)	1.18	1.18	0.04	1.23
Air ambiant	Sites	Dioxines – furanes en fg I-TEQ <sub>OTAN</sub> /m <sup>3</sup>	Dioxines – furanes en fg I-TEQ <sub>OMS</sub> /m <sup>3</sup>	PCB DL en fg I- TEQ <sub>OMS</sub> /m <sup>3</sup>	Charge toxique totale en en fg I- TEQ <sub>OMS</sub> /m <sup>3</sup>
	Béthune	39.29	45.2	2.89	48.2
	Grande-Synthe	104.34	107.9	11.1	119.2

Figure 36 : Synthèse des résultats de l'étude

R : rural

U : urbain

UI : urbain influencé

I : industriel

# Bibliographie

- « Dioxines dans l'environnement : quels risques pour la santé ? », INSERM 2000
- Fiche toxicologique Dioxines, INERIS
- « Etude sur les dioxines et les furanes dans le lait maternel en France », INVS
- « Dioxines : données de contamination et d'exposition française » AFSSA 2000
- « Emissions dans l'air en France, substances relatives à la contamination par les polluants organiques persistants », CITEPA mise à jour mai 2008
- « Emissions dans l'air en France : Régions de la Métropole », CITEPA mise à jour février 2005
- « Incinérateurs et Santé : exposition aux dioxines de la population vivant à proximité des UIOM », INVS AFSSA
- « PCB : état des lieux, plan national d'actions » octobre 2007, MEEDDAT
- « Dioxines, furanes et PCB type dioxine : évaluation de l'exposition de la population française », AFSSA novembre 2005
- « Surveillance des retombées de dioxines et furanes autour d'une UIOM », 2001, rapport INERIS – DRC -01-25585 – AIRE – n°176, [www.ineris.fr](http://www.ineris.fr)
- « Campagne de mesure des dioxines dans l'air ambiant francilien », Airparif septembre 2005, [www.airparif.fr](http://www.airparif.fr)
- « Surveillance des retombées particulières dioxines furanes et métaux lourds, UIOM de Pithiviers », Lig'Air octobre – novembre 2007, [www.ligair.fr](http://www.ligair.fr)
- « Surveillance des retombées particulières dioxines furanes et métaux lourds, UIOM de Pithiviers », Lig'Air janvier – mars 2008, [www.ligair.fr](http://www.ligair.fr)
- « Surveillance des retombées particulières dioxines furanes et métaux lourds, UTOM de Saran », Lig'Air juillet – août 2007, [www.ligair.fr](http://www.ligair.fr)
- « Evaluation de l'impact des rejets de l'UIOM de La Rochelle sur l'environnement en 2007 », Atmo Poitou Charentes, [www.atmo-poitou-charentes.org](http://www.atmo-poitou-charentes.org)
- « Etude de l'impact des rejets de l'UVE de Poitiers sur son environnement », Atmo Poitou Charentes, mai – juin 2007, [www.atmo-poitou-charentes.org](http://www.atmo-poitou-charentes.org)
- « 2007, caractérisation de l'impact environnemental de l'UVE du pays Rochefortais », septembre – octobre 2006, Atmo Poitou Charentes, [www.atmo-poitou-charentes.org](http://www.atmo-poitou-charentes.org)
- « Qualité de l'air dans l'environnement de l'UIOM Valoréna, campagne 2007 », Air Pays de la Loire, [www.airpl.org](http://www.airpl.org)
- « Qualité de l'air dans l'environnement de l'UVE Arc en Ciel, campagne 2008 », Air Pays de la Loire, [www.airpl.org](http://www.airpl.org)
- « Qualité de l'air dans l'environnement du centre de traitement et de valorisation des déchets Valoréna, campagne 2008 », Air Pays de la Loire, [www.airpl.org](http://www.airpl.org)

- « UVE de La Rochelle : analyse des dioxines et furannes dans l'air ambiant et les retombées atmosphériques 2008 », Atmo Poitou Charentes, [www.atmo-poitou-charentes.org](http://www.atmo-poitou-charentes.org)
- « Caractérisation de l'impact environnemental de l'UVE d'Echillais Campagne 2008 », Atmo Poitou Charentes, [www.atmo-poitou-charentes.org](http://www.atmo-poitou-charentes.org)
- « Etude de l'impact des rejets de l'UVE de Poitiers sur son environnement – campagne 2008 », Atmo Poitou Charentes, [www.atmo-poitou-charentes.org](http://www.atmo-poitou-charentes.org)
- « Surveillance des retombées particulières dioxines furanes et métaux lourds, UTOM de Saran », Lig'Air septembre – novembre 2008, [www.ligair.fr](http://www.ligair.fr)
- « Qualité de l'air dans l'environnement de l'UVE Arc en Ciel, campagne 2009 », Air Pays de la Loire, [www.airpl.org](http://www.airpl.org)
- « Etude de l'impact environnemental de l'UIOM d'Echillais Campagne 2009 », Atmo Poitou Charentes, [www.atmo-poitou-charentes.org](http://www.atmo-poitou-charentes.org)
- « Etude de l'impact de l'UVE d'Echillais sur son environnement Campagne 2009 », Atmo Poitou Charentes, [www.atmo-poitou-charentes.org](http://www.atmo-poitou-charentes.org)
- « Qualité de l'air dans l'environnement du centre de traitement et de valorisation des déchets Valoréna, campagne 2009 », Air Pays de la Loire, [www.airpl.org](http://www.airpl.org)
- « Diagnostic établi suite à l'incendie d'une plateforme de stockage de bois à Saint-Cyprien dans la Loire », septembre / octobre 2008, AMPASEL, Atmo Rhône-Alpes, [www.atmo-rhonealpes.org](http://www.atmo-rhonealpes.org)
- « Programme de surveillance des dioxines/furanes et métaux lourds dans les retombées atmosphériques et l'air ambiant – résultats 2006 – 2007 Rhône et Isère », janvier 2009, Ascoparg, Sup'Air et COPARLY, Atmo Rhône-Alpes, [www.atmo-rhonealpes.org](http://www.atmo-rhonealpes.org)
- « Etat des concentrations de PCB dans l'air et les retombées atmosphériques – 2008 Rhône et Isère », Ascoparg, Sup'Air et COPARLY, Atmo Rhône-Alpes, [www.atmo-rhonealpes.org](http://www.atmo-rhonealpes.org)



# Annexes

## Annexe 1 : Généralités sur les POP

Du fait de leur structure proche, les PCDD et les PCDF ont des propriétés physico-chimiques similaires. Leur stabilité chimique augmente avec le nombre d'atomes de chlores. La photodégradation des dioxines semble être la seule réaction chimique qui conduise à l'élimination des dioxines dans l'environnement. La déchloration par photolyse et la photooxydation (en présence de radicaux hydroxyles, d'ozone ou de peroxy acetyl nitrate) sont deux types de réaction possibles. Ces réactions, leurs vitesses et leurs produits sont encore mal maîtrisés. Toutefois, il semble que les vitesses de photodégradation des dioxines augmentent avec la diminution du nombre d'atomes de chlore de la molécule. La photolyse est plus rapide en phase gazeuse que particulaire ou aqueuse et la réaction avec les radicaux hydroxyles est le mécanisme de photooxydation dominant dans l'atmosphère.

Les produits de la photolyse sont des dioxines moins chlorées que les produits parents. En phase gazeuse, en phase particulaire ou dans les sols, les premiers atomes de chlore éliminés par la photolyse sont placés en péri (1, 4, 6 et 9). Dans certains cas, cela peut conduire à une augmentation de la toxicité du milieu, la dégradation de l'OCDD<sup>10</sup> ayant pour produit la 2, 3, 7, 8 - TCDD 10 000 fois plus toxique que la molécule parente.

Le nombre de substitutions chlorées des PCB permettra de déterminer les possibilités de biodégradation de la molécule (l'existence d'au moins deux positions libres côte à côte préférentiellement en méta-para sera déterminante), la présence de substitution en ortho sera capable de gêner la rotation des noyaux benzéniques et donc de s'opposer à une configuration plane. La conformation tridimensionnelle des congénères de PCB ira donc d'une forme plane (congénères non ortho substitués) à une forme dite globulaire (congénères pluri ortho substitués) en passant par des formes intermédiaires. Ces caractéristiques de dégradabilité et de conformation vont introduire des différences sensibles dans les effets induits par les différents congénères et dans leur aptitude à être bio-accumulés dans les chaînes alimentaires.

Les dioxines se fixent aux particules du sol et sont peu voire pas lessivées vers les couches profondes du sol, même en cas de pluviosité importante. Après l'accident de Seveso, les concentrations en dioxines les plus importantes ont été retrouvées dans les 8 premiers centimètres de sol (1/10 des concentrations de surface à plus de 8 centimètres). Les dioxines en surface peuvent être éliminées par volatilisation ou par photodégradation (processus important lors des journées chaudes d'été). Les vitesses de dégradation sont augmentées avec l'humidité du sol mais celles de volatilisation diminuent quand le taux d'humidité augmente.

Les fours de cimenteries et équivalents (brique, tuile, chaux, poterie, céramique, verre....) produisent des poussières récupérées sur des filtres électrostatiques de façon similaire aux incinérateurs et sur lesquelles de fortes quantités de dioxines et furanes sont retrouvées. Un abaissement des températures des gaz de combustion permet de limiter cette synthèse dans les zones de postcombustion. Les fours qui brûlent des combustibles de substitution produisent des poussières qui contiennent 100 fois plus de dioxines.

Les raffineries de pétrole utilisent des dérivés chlorés pour la régénération de leurs catalyseurs. Le procédé de recyclage fait intervenir de très hautes températures et la combustion de composés aromatiques. Les dioxines et furanes sont retrouvés dans les eaux de lavage et les boues.

L'asphalte (agrégat de sable, bitume, ciment, éléments recyclés) incorpore parfois des cendres de combustion de différentes origines (incinération, fours ...). L'ensemble est chauffé à des températures maximales de 300-400°C pour être correctement mélangé.

<sup>10</sup> Les noms des molécules ou des groupes homologues se présentent sous la forme de 4 à 5 lettres : la première représente le degré de chloration : T pour tétra, Pe pour penta, jusqu'à octa ; CDD et CDF pour chloro dibenzo dioxine ou furane. Les chiffres indiquent la position des atomes de chlore.

## Annexe 2 : Fiches station de prélèvement

### Site Campagne-les-Boulonnais :

Stade municipal, RD 131, Campagne-les-Boulonnais

Site Rural régional



### Site Mardyck:

Station de mesure industrielle Atmo Nord – Pas-de-Calais  
Place de l'Eglise, Mardyck

N : 51°01'158

E : 2°15'064



### Site Malo :

Station de mesure urbaine Atmo Nord – Pas-de-Calais  
Lycée Angelier  
Av François Mitterrand, Dunkerque

N : 51°20'919

E : 2°25'201



### Site St Pol sur Mer:

Station de mesure urbaine influencée Atmo Nord – Pas-de-Calais  
Ecole Van Cauwenberghe  
Rue Edmond Flamand, St Pol sur Mer

N : 51°02'033

E : 2°20'118



### Site Petite Synthe :

Station de mesure urbaine influencée Atmo Nord – Pas-de-Calais  
Rue du noord graacht, Petite Synthe

N : 51°00'605

E : 2°19'551



### Site Grande Synthe:

Station de mesure urbaine influencée Atmo Nord – Pas-de-Calais  
Maison des Associations  
Ecole Parmentier, Voie des Sables, Calais

N : 51°02'675

E : 2°17'598



Site Grande Synthe Comte Jean:

Station de mesure industrielle Atmo Nord – Pas-de-Calais  
Rue du Comte Jean, Grande-Synthe

N : 51°01'470  
E : 2°18'122





## Annexe 3 : Equivalent toxique OMS / OTAN

	Congénères	I-TEF OTAN	I-TEF OMS, 1998	I-TEF OMS, 2005
DIOXINES	2,3,7,8 TCDD	1	1	1
	1,2,3,7,8 PeCDD	0.5	1	1
	1,2,3,4,7,8 HxCDD	0.1	0.1	0.1
	1,2,3,6,7,8 HxCDD	0.1	0.1	0.1
	1,2,3,7,8,9 HxCDD	0.1	0.1	0.1
	1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	0.01	0.01	0.01
	OCDD	0.001	0.0001	0.0003
FURANES	2,3,7,8 TCDF	0.1	0.1	0.1
	1,2,3,7,8 PeCDF	0.05	0.05	0.03
	2,3,4,7,8 PeCDF	0.5	0.5	0.3
	1,2,3,4,7,8 HxCDF	0.1	0.1	0.1
	1,2,3,6,7,8 HxCDF	0.1	0.1	0.1
	2,3,4,6,7,8 HxCDF	0.1	0.1	0.1
	1,2,3,7,8,9 HxCDF	0.1	0.1	0.1
	1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0.01	0.01	0.01
	1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	0.01	0.01	0.01
	OCDF	0.001	0.0001	0.0003
PCB DL	3,3',4',5 TCB (81)	-	0.0001	0.0003
	3,3',4,4' TCB (77)	-	0.0001	0.0001
	3,3',4,4',5 PeCB (126)	-	0.1	0.1
	3,3',4,4',5,5' HxCB (169)	-	0.01	0.03
	2,3,3',4,4'-PeCB (105)	-	0.0001	0.00003
	2,3,4,4',5-PeCB (114)	-	0.0005	0.00003
	2,3',4,4',5-PeCB (118)	-	0.0001	0.00003
	2',3,4,4',5-PeCB (123)	-	0.0001	0.00003
	2,3,3',4,4',5-HxCB (156)	-	0.0005	0.00003
	2,3',4,4',5'-HxCB (157)	-	0.0005	0.00003
	2,3',4,4',5,5'-HxCB (167)	-	0.00001	0.00003
	2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (189)	-	0.0001	0.00003

Le référentiel 2005 de l'OMS n'est pas encore très répandu.

## Annexe 4 : Emissions régionales

Le tableau ci-dessous reprend les plus gros émetteurs de dioxines et furanes de la région Nord – Pas-de-Calais, recensés par la DREAL (source IRE 2009).

Etablissement	Commune	Activité	Emissions 2008 (g ITEQ/an)
ArcelorMittal	Grande Synthe	Sidérurgie	8.3
LME Aciérie	Trith St Léger	Production d'acier brut	1.19
V&M France	St Saulve	Production d'acier brut	0.9
Ascométal	Leffrinckoucke	Production d'aciers spéciaux	0.3
Holcim	Lumbres	Cimenterie	0.0796
RDME	Grande Synthe	Industries des ferro-alliages	0.058
Befesa Valera	Gravelines	Industries des ferro-alliages	0.0397
Recytech	Fouquières sous Lens	Valorisation des déchets contenant du Zn	0.0323
Sotrenor	Courrières	Incinération	0.0285
Holcim	Dannes	Cimenterie	0.0245
Chaux et dolomies du Boulonnais	Rety	Industries minérales	0.021
Valnor	Halluin	Traitement des déchets	0.02
UIOM Inova	Noyelles sous Lens	Traitement des déchets	0.0151
Refinal Industries	Lomme	Métallurgie de l'Aluminium	0.0149
UIOM Cideme	Abancourt	Traitement des déchets	0.0066
UGINE & ALZ, groupe ArcelorMittal	Isbergues	Production d'acier brut	0.0048
Lafarge Aluminates	Dunkerque	Cimenterie	0.0042
Fonderie Philippe	Liévin	Fonderie des métaux ferreux	0.00306
Cideme	St Saulve	Incinération	0.0027
UIOM Semoria	Labeuvrière	Traitement des déchets	0.0023
Procyrdim	Douchy les Mines	Traitement des déchets	0.0022
SMIAA – CVE	Maubeuge	Traitement des déchets	0.0013
Aciéries et fonderie de la Hte Sambre	Berlaimont	Fonderie des métaux ferreux	0.00126
Thide Environnement	St Laurent Blangy	Traitement des déchets	0.0011
Aluminium Dunkerque - Alcan	Loon-Plage	Production d'aluminium par électrolyse	0.0004

## Annexe 5 : Valeurs du blanc

Retombées :

Les résultats du blanc sont repris dans le tableau suivant. Les valeurs supérieures à la limite de quantification ont été déduites des valeurs des échantillons exposés:

Molécules	Valeurs brutes (pg / échantillon)
2,3,7,8 TCDD	<0.25
1,2,3,7,8, PeCDD	<0.5
1,2,3,4,7,8 HxCDD	<0.5
1,2,3,6,7,8 HxCDD	<0.5
1,2,3,7,8,9 HxCDD	<0.5
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	19,8241
OCDD	30,9833

Groupes homologues	Valeurs brutes (pg / échantillon)
Total TCDD	<25
Total PeCDD	<50
Total HxCDD	<50
Total HpCDD	46
OCDD	31
Total Dioxines	77

2,3,7,8 TCDF	<0.25
1,2,3,7,8 PeCDF	<0.5
2,3,4,7,8 PeCDF	<0.5
1,2,3,4,7,8 HxCDF	<0.5
1,2,3,6,7,8 HxCDF	<0.5
2,3,4,6,7,8 HxCDF	2,5838
1,2,3,7,8,9 HxCDF	<0.5
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	5,5218
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	<1
OCDF	6,5133

Total TCDF	<25
Total PeCDF	<50
Total HxCDF	<50
Total HpCDF	<10
OCDF	7
Total Furanes	7

PCB 81	<20
PCB 77	<20
PCB 123	<20
PCB 118	807,7354
PCB 114	<20
PCB 105	402,7714
PCB 126	<20
PCB 167	<20
PCB 156	<20
PCB 157	<20
PCB 169	<20
PCB 189	<20

**Air ambiant :**

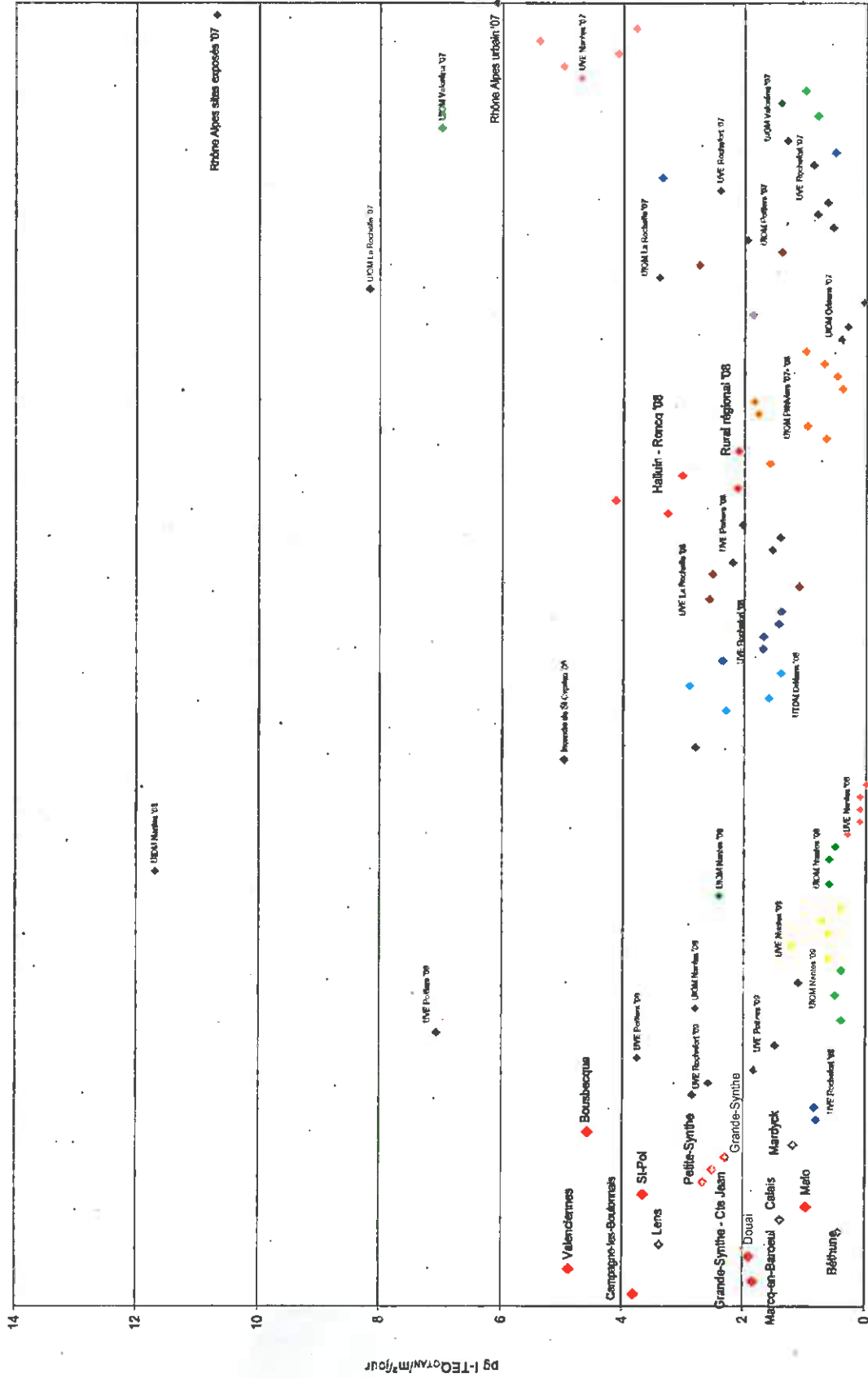
Les résultats du blanc sont repris dans le tableau suivant. Les valeurs supérieures à la limite de quantification ont été déduites des valeurs des échantillons exposés.

Molécules	Valeurs brutes pg / échantillon	Groupes homologues	Valeurs brutes pg / échantillon
2,3,7,8 TCDD	<0,25	Total TCDD	<25
1,2,3,7,8, PeCDD	<0,5	Total PeCDD	<50
1,2,3,4,7,8 HxCDD	<0,5	Total HxCDD	<50
1,2,3,6,7,8 HxCDD	<0,5	Total HpCDD	<10
1,2,3,7,8,9 HxCDD	<0,5	OCDD	5.6
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	<1	<b>Total PCDD</b>	<b>&lt;150</b>
OCDD	5.681	Total TCDF	<25
		Total PeCDF	<50
2,3,7,8 TCDF	<0,25	Total HxCDF	<50
1,2,3,7,8 PeCDF	<0,5	Total HpCDF	<10
2,3,4,7,8 PeCDF	<0,5	OCDF	<1
1,2,3,4,7,8 HxCDF	<0,5	<b>Total PCDF</b>	<b>&lt;150</b>
1,2,3,6,7,8 HxCDF	<0,5		
2,3,4,6,7,8 HxCDF	<0,5		
1,2,3,7,8,9 HxCDF	<0,5		
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	1.554		
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	<1		
OCDF	<1		
PCB 81	<20		
PCB 77	<20		
PCB 123	<20		
PCB 118	503.824		
PCB 114	<20		
PCB 105	244.2398		
PCB 126	<20		
PCB 167	<20		
PCB 156	<20		
PCB 157	<20		
PCB 169	<20		
PCB 189	<20		

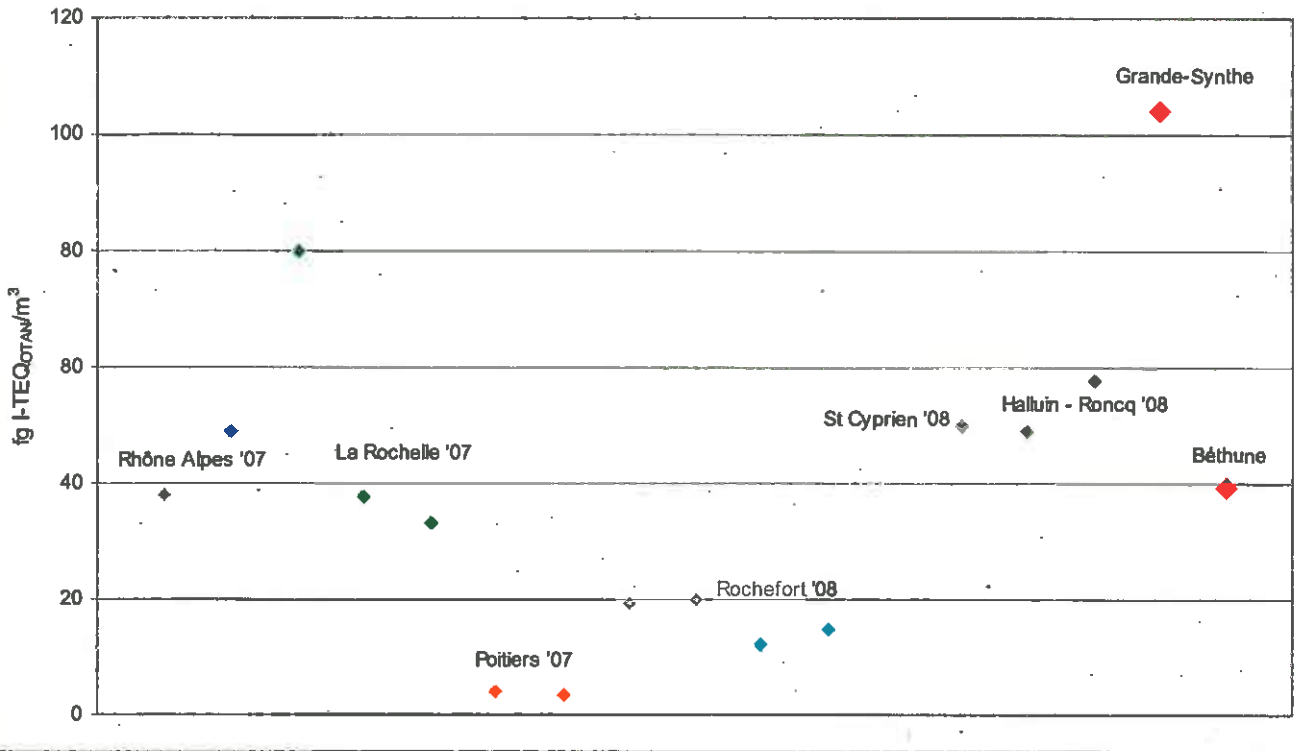
# Annexe 6 : Bibliographie AASQA

## Retombées

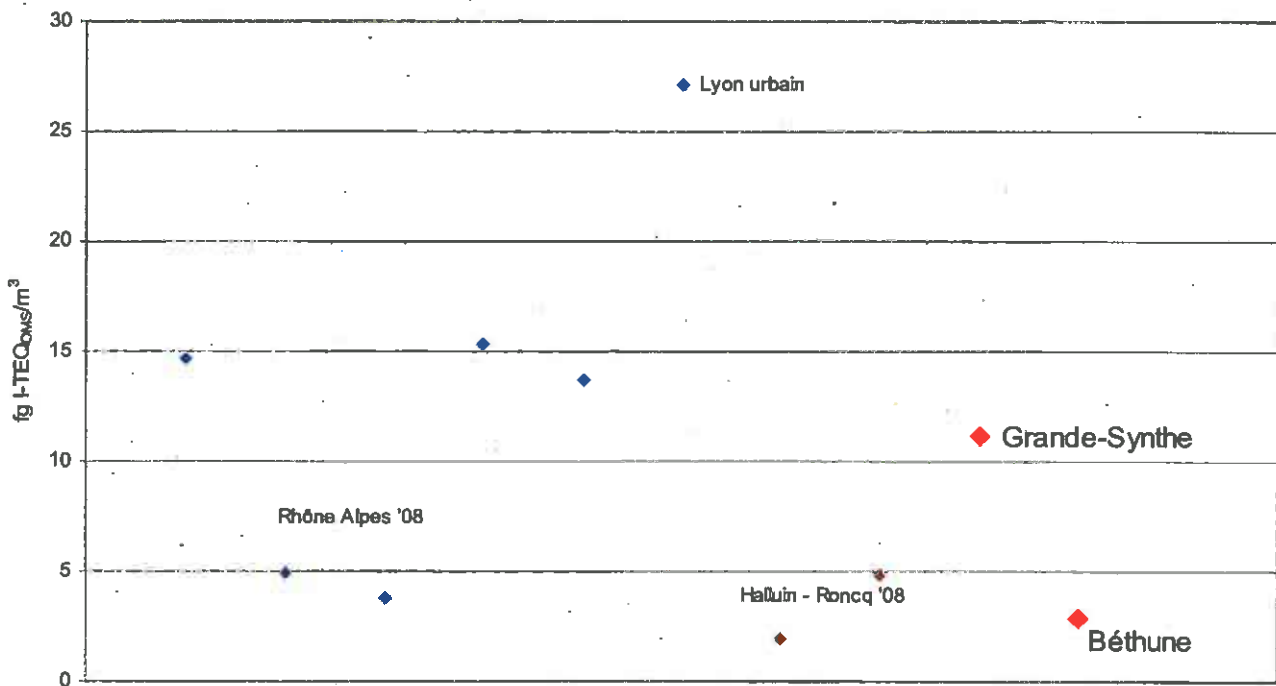
Concentrations Equivalents toxiques en dioxines et furanes dans les retombées - Bibliographie AASQA



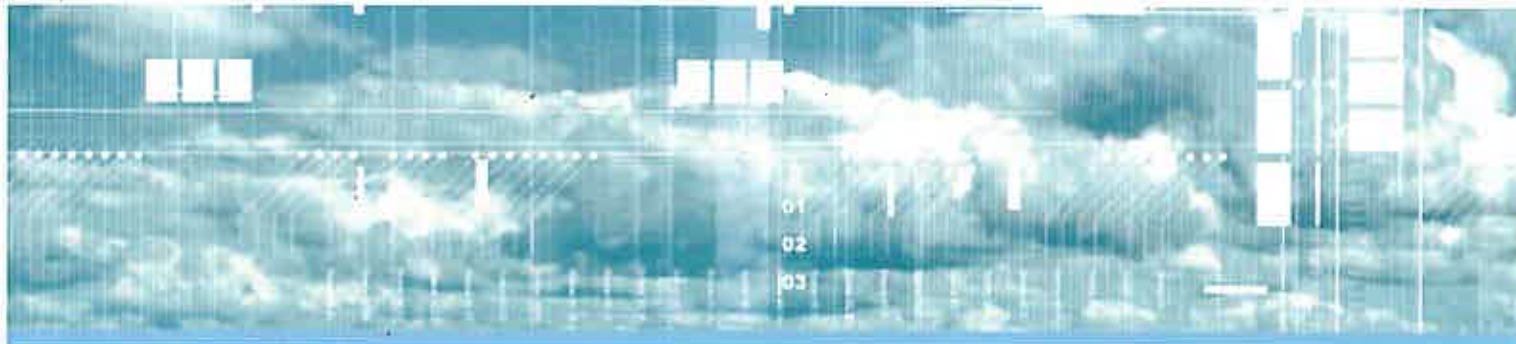
Concentrations équivalents toxiques en dioxines et furanes en air ambiant - Bibliographie AASQA



Concentrations équivalents toxiques en PCB DL en air ambiant - Bibliographie AASQA







---

Association régionale Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air  
55 Place Rihour - 59044 Lille cedex

Téléphone 03 59 08 37 30  
Fax 03 59 08 37 31

[contact@atmo-npdc.fr](mailto:contact@atmo-npdc.fr)  
[www.atmo-npdc.fr](http://www.atmo-npdc.fr)

