Qualité de l'air

PROVENCE - ALPES - CÔTE D'AZUR

Produits Organiques Persistants (POP)

Plan de Surveillance

Les dioxines / furanes et les métaux dans l'air ambiant et dans les retombées atmosphériques, dans la zone industrielle de l'étang de Berre

www.airpaca.org

AirPACA
QUALITÉ DE L'AIR

SOMMAIRE

SOMMAIRE 2
1 Présentation du projet 3
1.1 Contexte du programme 4
1.2 Objet du programme et objectifs généraux des travaux 5
1.3 Intervenants : 5
1.4 Description technique du projet 5
2 Éléments bibliographiques et réglementaires 7
2.1 Dioxines et furanes 7
2.2 Les sources d'émission 8
2.3 Impacts sanitaires 8
2.4 Eléments réglementaires 10
2.5 Références 11
3 Inventaire des émissions 13
3.1 Inventaire spatialisé des émissions, quèsaco ? 13
3.2 Classification des activités émettrices 13
3.3 Intérêt d'un inventaire des émissions 14
3.4 Données et statistiques 14
3.5 Références 23
4 Modélisations 32
5 Stratégie de prélèvement 46
5.1 Métrologie 46
5.2 Campagnes de mesures 47
5.3 Références 55
6 Résultats 56
6.1 Précisions sur les résultats 56
6.2 Résultats dans l'air ambiant par site 57
6.3 Résultats dans l'air ambiant par polluants 65
6.4 Résultats dans les retombées atmosphériques par site 80
6.5 Résultats dans les retombées atmosphériques par polluants 86
6.6 Comparaisons avec des études réalisées par d'autres AASQA 101
7 Synthèse de l'étude 103
ANNEXES 105

1 Présentation du projet

- **INTITULE DU PROJET :**

Plan de Surveillance des Produits Organiques Persistants (POP) dans l'environnement : Application à la région de l'Etang de Berre

- **DUREE : 18 Mois**

- **SOUMISSIONNAIRES : Air PACA**

- **CONTACT PRINCIPAL :**

Monsieur BouAlem MESBAH
Tél. : 04.42.13.01.20 Fax : 04.42.13.01.29
Email : boualem.mesbah@airpaca.org

ETABLISSEMENT DEVANT EFFECTUER LE PROGRAMME

Raison sociale : AIR PACA
Nom et titre du Responsable : Xavier VILLETARD, Directeur opérationnel
Adresse : Route de la Vierge 13500 Martigues
Tél. : 04 42 13 01 20 Fax : 04 42 13 01 29 e-mail : xavier.villetard@airpaca.org

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE OU TECHNIQUE DU PROGRAMME

Nom et fonction : BouAlem MESBAH
Adresse : Air PACA Route de la Vierge 13500 Martigues
Tél. : 04 42 13 01 20 Fax : 04 42 13 01 29 e-mail : boualem.mesbah@airpaca.org

1.1 Contexte du programme

S'agissant de la pollution et de son impact sur l'environnement et la santé publique, ***les dioxines et les furanes*** sont régulièrement au cœur de l'actualité. Ces produits organiques Persistants (POP) suscitent également beaucoup d'interrogations de la part des populations.

Les émissions de dioxines et de furanes résultent de combustions mal maîtrisées, essentiellement dans les activités industrielles. Les installations d'incinération de déchets sont souvent citées pour l'émission de ce type de polluants. Il faut par contre garder à l'esprit qu'il y a d'autres sources d'émission non industrielles, voir naturelles. Nous pouvons citer par exemple l'incinération « sauvage » et les événements naturels comme les éruptions volcaniques et les feux de forêt.

Ce qui caractérise les dioxines et furanes quant à leur impact environnemental et sanitaire, c'est leur ***toxicité*** mais aussi leur ***persistance.***

- Lorsqu'elles sont émises dans l'environnement, les dioxines et furanes ne se dégradent pas facilement. Elles se concentrent par accumulation dans de la chaîne alimentaire.
- les dioxines et furanes présentent nombre d'effets toxiques probables ou prouvés sur la santé humaine et sur la faune.

Il est donc important de connaitre le risque sanitaire lié à la présence de ces polluants persistants dans l'environnement. Pour l'évaluation de ce risque, la principale donnée d'entrée est leur concentration dans l'environnement. Cette concentration doit être évaluée dans les différents compartiments ou vecteurs. Pour le compartiment « air », il faut prendre en compte l'air ambiant et les retombées atmosphériques.

Le projet, objet de la présente demande, a pour objectif l'évaluation des concentrations des dioxines et furannes dans l'air ambiant et dans les retombées atmosphériques. Cette évaluation s'appuie sur un plan de surveillance représentatif de ces polluants persistants, à l'aide de mesures réalisées sur le terrain.
Le plan de surveillance proposé sera déployé dans la zone industrielle de l'étang de Berre. Cette zone présente un grand intérêt de par la présence en son sein d'installations industrielles diverses : raffinage, pétrochimie, métallurgie, incinération, …

Le projet fait partie des actions PRSE PACA- 2009 : 2013

Cadre réglementaires
Le Plan National Santé Environnement (PNSE) 2009 / 2013 : décline les principaux engagements du Grenelle de l'Environnement
➔ Engagement n ° 138 a) du Grenelle et « mesure phare » du PNSE :
« Réduire de 30 % d'ici à 2013 les émissions dans l'air et dans l'eau de 6 substances toxiques : le mercure, l'arsenic, les HAP, le benzène, le perchloroéthylène et les PCB/dioxines »

1.2 Objet du programme et objectifs généraux des travaux

Objet : Plan de Surveillance des Produits Organiques Persistants (POP) dans l'environnement : Application à la région de l'Etang de Berre

Objectifs :

- **Objectif stratégique :** Réduire et contrôler les expositions nocives à la pollution atmosphérique ayant un impact sur la santé.

- **Objectif opérationnel :** Concevoir et mettre en œuvre un plan de surveillance des POP dans la région industrielle de l'Etang de Berre. Cet objectif est décliné sur trois axes :

  1- Une meilleure connaissance des émissions : Recensement et localisation des émetteurs et inventaire des émissions des POP (grande sources ponctuelles GSP et cadastre).

  2- Une mesure des niveaux de dioxines et de furannes : Niveaux de fond et niveau dans les zones d'impacts : Mesures dans l'air ambiant et dans les retombés atmosphériques

  3- Traitement des données et modélisation : Cartographie des niveaux de dioxines et de Furannes.

1.3 Intervenants :

Le présent projet relève d'une Démarche concertée du fait que :
- **la réalisation par un acteur consensuel : Air PACA**
- **le co-pilotage est assuré par les acteurs concernés**
- État (DREAL),
- Industriels,
- Collectivités

1.4 Description technique du projet

1.4.1 Démarche et résultats attendus :

Le projet propose un plan de surveillance des dioxines et furanes dans la région de l'Etang de Berre. Il s'inscrit dans une logique de développement méthodologique et de prospection dans la surveillance et la règlementation des polluants atmosphériques :

Les résultats du projet permettront de documenter les niveaux de dioxines et furannes dans la zone industrielle de l'Etang de Berre. C'est une contribution :
- A la connaissance des niveaux de ces polluants persistants dans l'environnement pour établir des niveaux de références.
- A la constitution d'une base de données pour les études d'impact sanitaire.

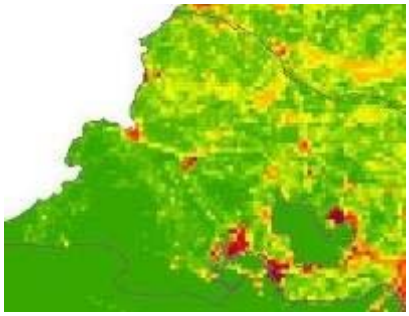
1.4.2 Volets d'investigation du projet :

Le projet englobera 3 volets d'investigation :

1- Une meilleure connaissance des émissions :

Investigation dans l'inventaire des émissions pour une meilleure connaissance des sources d'émission des dioxines et furanes dans la zone d'étude. Dans ce volet du projet, sera fait un travail pour :

- Recenser et localiser les sources de dioxines et furanes
- Inventorier et cartographier les émissions de dioxines et furanes dans la zone d'étude.



2- La mise en œuvre d'une métrologie pour la mesure des dioxines et furanes :

<u>Méthodes normalisées et retours d'expériences</u>

Mettre en place et déployer les moyens pour mesurer les dioxines et furanes dans :

- L'air ambiant
- Les retombées atmosphériques

3- Modélisation :

Les données issues des volets « émissions » et « mesure » seront traiter et croiser avec d'autres informations, notamment météorologiques dans le but de réaliser des cartographies des niveaux de concentration des dioxines et furanes dans l'air ambiant et dans les retombées atmosphériques.

1.4.3 Méthodologie et stratégie de mesures : Représentativité spatiale et temporaire

Pour assurer la représentativité des mesures réalisées au cours du projet :

1- Deux types de site sont définis :

- Site de référence pour la mesure en continue des niveaux de fond
- Site de zone impactée pour des prélèvements discontinus dans les zones d'impact des principales sources d'émission.

La stratégie géographique est déterminée par les résultats de modélisation de la dispersion – dépôts des polluants

2- Les mesures seront conduites pendant une année pour être représentatives de la météorologie de la zone d'étude.

Les mesures se feront pour l'air ambiant et les retombées atmosphériques et concerneront :

- Principalement les dioxines et furannes : 17 congénères
- D'autres polluants particulaires : Métaux Lourds, HAP et fractions PM10 et PM2.5

2 Éléments bibliographiques et réglementaires

2.1 Dioxines et furanes

2.1.1 Quèsaco ?

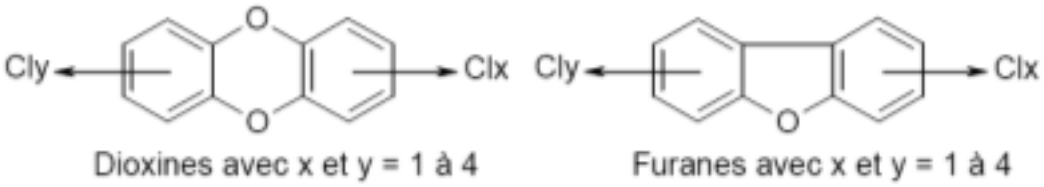
Les dioxines et furanes font partie de la famille des Polluants Organiques Persistants (POP). Cette famille englobe également les PCB (Polychlorobiphényles), certains pesticides, …

Ce qui caractérise les POP :

- leur persistance : les molécules des POP résistent aux dégradations thermique, chimique ou biologique. Ce qui leur confère une persistance dans l'environnement et dans l'organisme humain, avec une demi-vie de l'ordre de 7 à 10 ans. Cette persistance est à l'origine de leur capacité de bioaccumulation dans les tissus vivants. Elle explique également leur transport sur de longues distances ; les POP peuvent se retrouver à plusieurs centaines de kilomètres de leurs sources d'émission,
- leur impact sanitaire : cet impact est avéré pour la santé humaine.

2.1.2 Une grande famille

On regroupe sous le terme de DIOXINES, les dioxines (polychlorodibenzodioxines ou PCDD) et les furanes (polychlorodibenzofuranes ou PCDF). Ce sont des hydrocarbures aromatiques polycycliques chlorés (ou HAPC). Les dioxines sont une famille de 210 composés identifiés, appelés « congénères » (75 PCDD et 135 PCDF)

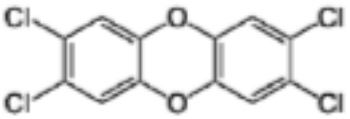


Formules chimiques des dioxines et furanes

2.1.3 Une échelle de quantification spécifique

Les congénères des dioxines se différencient par le nombre et par la position des atomes de chlore qu'ils possèdent. Dix sept congénères (7 PCDD et 10 PCDF) ont une toxicité avérée. Il s'agit des congénères dont les positions 2, 3, 7 et 8 de la molécule sont substituées par des atomes de chlore.

La quantité ou concentration des congénères est exprimée à l'aide d'un indicateur, « l'équivalent toxique » (I-TEQ : international toxic equivalent quantity). Il s'agit d'un coefficient de toxicité calculé par rapport à la congénère la plus toxique, la dioxine dite de Seveso.



La dioxine de Seveso, la 2,3,7,8-tétrachlorodibenzodioxines ou 2,3,7,8 TCDD

	Congénères	TEF : valeur proposée par l'OMS [1997]	TEF : valeur proposée par l'OTAN [1989]
Dioxines	2,3,7,8-tetraCDD	1	1
	1,2,3,7,8-pentaCDD	1	0.5
	1,2,3,4,7,8-hexaCDD	0,1	0,1
	1,2,3,6,7,8-hexaCDD	0,1	0,1
	1,2,3,7,8,9-hexaCDD	0,1	0,1
	1,2,3,4,6,7,8-heptaCDD	0,01	0,01
	OCDD	0,001	0,001
Furanes	2,3,7,8-TCDF	0,1	0,1
	1,2,3,7,8-pentaCDF	0,05	0,05
	2,3,4,7,8-penta-CDF	0,5	0,5
	1,2,3,4,7,8-hexaCDF	0,1	0,1
	1,2,3,6,7,8-hexaCDF	0,1	0,1
	1,2,3,7,8,9-hexaCDF	0,1	0,1
	2,3,4,6,7,8-hexaCDF	0,1	0,1
	1,2,3,4,6,7,8-heptaCDF	0,01	0,01
	1,2,3,4,7,8,9-heptaCDF	0,01	0,01
	OCDF	0,0001	0,0001

Facteurs d'équivalence de toxicité (TEF) pour les dioxines et furanes :
Le système le plus utilise est celui de l'OTAN, système de l'OMS est utilisé dans l'agro-alimentaire.

2.2 Les sources d'émission

Les dioxines et furanes ne sont pas produits intentionnellement. Ce sont des « résidus » de processus industriels de combustion ou de fabrication d'autres produits.
Les dioxines et les furanes sont produits par la combustion à des températures élevées (entre 250°C et 450°C), de matériaux contenant des composés organiques et une source de chlore, en présence d'oxygène.
Il est à noter que les dioxines et les furanes sont complètement détruits à partir d'une température de 800°C pendant 2 secondes.
Après leur émission, les dioxines se fixent sur les particules en suspension très fines (2 µm) et se dispersent dans l'atmosphère.

Les dioxines et les furanes peuvent ainsi être transportés sur de longues distances et se retrouver :

- dans l'air ambiant,
- dans les retombées au niveau du sol et des végétaux.

De part leur caractère hydrophobe, les dioxines et les furanes sont très faiblement présents dans les milieux aquatiques.

2.3 Impacts sanitaires

2.3.1 Les risques des dioxines sur la santé humaine

L'OMS considère les dioxines comme des cancérogènes non mutagènes, avec une dose « seuil » en-dessous de laquelle l'exposition ne présente pas de danger. D'autres organisations, l'US-EPA par exemple, considèrent que les dioxines sont sans « effet de seuil », c'est-à-dire que toute dose même minime présente un risque.

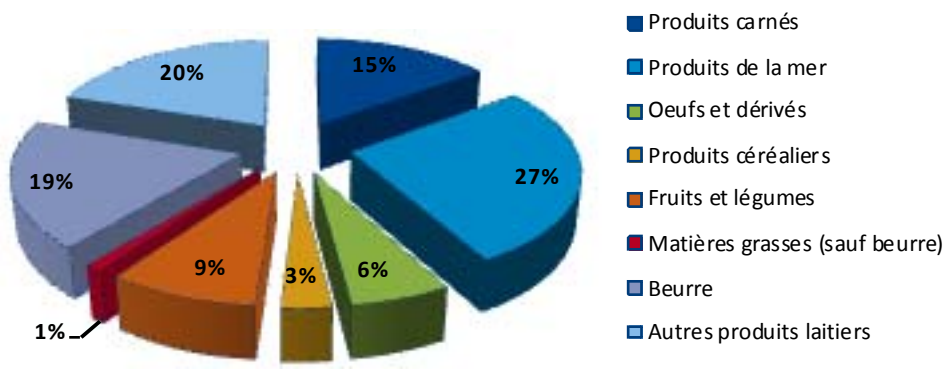
- Effets de pointe : Une brève exposition à de fortes doses de dioxines peut provoquer des lésions cutanées, comme la chloracné. Elle peut aussi donner lieu à une altération de la fonction hépatique.
- Autres effets : D'autres effets sont répertoriés suite à une exposition aux dioxines. Ils concernent les systèmes immunitaire, nerveux et endocrinien ainsi que la fonction de reproduction.

- Cancer : Seule la congénère 2,3,7,8-tetraCDD (dioxine de Seveso) a été classée comme cancérigène non mutagène par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC). Les autres congénères n'ont pas été classés.

2.3.2 Deux voies de contamination par les dioxines

L'impact des dioxines sur la santé humaine est lié à une contamination suivant deux voies, véhiculées par l'air :

- la voie respiratoire : Elle correspond à l'absorption, au cours de la respiration, des particules en suspension contenant des dioxines.
  En situation non accidentelle, il est admis que la voie respiratoire ne contribue qu'à hauteur de 5% à la contamination,
- la voie digestive : Cette voie correspond soit à l'ingestion directe des poussières ou du sol contaminés, soit à l'ingestion indirecte par un transfert via la chaîne alimentaire.
  Il est admis que c'est l'ingestion indirecte, c'est-à-dire l'alimentation, qui est la voie principale de contamination. Tous les aliments ne sont pas égaux vis-à-vis de l'accumulation et de l'élimination des dioxines. D'où le lien entre la contamination par les dioxines et les habitudes alimentaires.



Contribution des catégories d'aliments à l'exposition globale aux dioxines, par la voie alimentaire : Ordres de grandeurs moyennes pour la population française

2.4 Eléments réglementaires

Une réglementation internationale, qui est déclinée au niveau européen et national.

2.4.1 International

Les dioxines font partie des Polluants Organiques Persistants (POP). Leur persistance et leur transport à longue distance fait d'elles un enjeu de pollution planétaire. Ils ont par conséquent fait l'objet de deux textes internationaux qui vise à réduire leur présence dans l'atmosphère, par la maîtrise de leurs émissions :

- le protocole d'Aarhus : Ce texte rentre dans le cadre de la convention de Genève sur la pollution transfrontalière longue distance. Il vise les POP et notamment les dioxines et les furanes. Ratifié par la France en juillet 2003, ce protocole est rentré en vigueur le 23 octobre 2003,
- la convention de Stockholm : Elaborée dans le cadre du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), cette convention à été ratifiée par la France en février 2004. Elle est entrée en vigueur le 17 mai 2004.

La convention de Stockholm concerne les POP dont les dioxines et les furanes. Elle vise à :

- interdire et éliminer progressivement la production intentionnelle des POP,
- réduire les rejets des POP produits non intentionnellement, comme les dioxines et les furanes.

2.4.2 Union Européenne

Dans le cadre de ces engagements internationaux, l'Union Européenne a défini une stratégie concernant les POP, dans une communication à ces instances adoptée en octobre 2001. Par ailleurs, une directive en date du 4 décembre 2000, fixe une valeur limite à l'émission de dioxines et furanes (0,1 ng TEQ/m^3) pour les installations d'incinération des déchets.

2.4.3 France

En France, plusieurs textes existent pour cadrer les émissions des dioxines et des furanes. Ces textes concernent les installations d'incinération des déchets.
Les textes nationaux les plus récents déclinent la transposition en droit français de la directive européenne du 4 décembre 2000.

- arrêtés du 20 septembre 2002 : il s'agit de deux arrêtés relatifs à deux types d'installation d'incinération. Concernant les dioxines, ces textes imposent aux exploitants des mesures à l'émission et un programme de surveillance de l'environnement.
- circulaire du 9 octobre 2002 : elle exige des mesures de dioxines dans l'environnement pour les installations classées (ICPE) émettant un flux annuel supérieur à 0.5 g.

2.5 Références

2.5.1 Supports bibliographiques

a) Dioxines – Furanes – Métaux lourds

Surveillance à l'émission, dans l'air ambiant et dans les retombées atmosphériques.
Analyse réglementaire appliquée à la région de l'étang de Berre.
AIRFOBEP : Octobre 2009.

b) Norme française NF X 43-014 : novembre 2003

- Qualité de l'air – Air ambiant
- Détermination des retombées atmosphériques totales
- Echantillonnage – Préparation des échantillons avant analyses.

c) Guide des bonnes pratiques pour la conception et la mise en œuvre d'un réseau de surveillance des dioxines et furanes dans l'environnement
INERIS – SPPPI PACA – GT Dioxines : Juillet 2007.

d) Campagne de mesure des dioxines et furanes dans l'air ambiant : bibliographie et résumé technique.
AIRPARIF : juin 2005.

e) Programme de surveillance des dioxines – furanes et métaux lourds dans les retombées atmosphériques et l'air ambiant.
ATMO Rhône-Alpes : janvier 2009.

f) Surveillance des retombées particulaires : Dioxines –Furanes – Métaux
UIOM Pithiviers
LIG'AIR : 2008

g) Méthode de surveillance des dioxines autour d'une UIOM.
INERIS : 2001

h) Dioxines, données de contamination et d'exposition de la population française.
AFSSA : 2000

2.5.2 Textes réglementaires

a) Site internet de la Commission Economique des Nations-Unies pour l'Environnement

http://www.unece.org/env/lrtap/pops_h1.htm
En particulier : Texte du Protocole d'Aarhus : Protocole à la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, de 1979, relative aux polluants Organiques Persistants, CEE-NU, 24 juin 1998.

b) Site internet du programme des Nations-Unies pour l'environnement

http://www.chem.unep.ch/pops/
En particulier : Texte de la Convention de Stockholm relative aux Polluants Organiques Persistants, PNUE, mai 2001.

c) Communication de la commission au conseil, au parlement européen et au comité économique et social

Stratégie communautaire concernant les dioxines, les furanes et les polychlorobiphényles.
Commission des communautés européennes, JO des Communautés Européennes n° C322 du 17/11/2011, p.0002-0018.

d) Directive 2000/76/CE du Parlement Européen et du Conseil du 4 décembre 2000

Concernant l'incinération des déchets, Journal Officiel des Communautés Européennes n° L 332 du 28.12.2000, p.91.

e) Arrêté du 25 janvier 1991

Relatif aux installations d'incinérations urbaines.
Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Journal Officiel de la République Française n°58 du 08.03.1991, p.3330.

f) Arrêté du 10 octobre 1996

Relatif aux installations spécialisées d'incinération et aux installations de Co-incinération de certains déchets industriels spéciaux.
Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Journal Officiel de la République Française n°242 du 16.10.1996, p.15098.

g) Circulaire du ministre de l'Environnement du 24 Février 1997 (circulaire Lepage)

Relative aux plans départementaux d'élimination des déchets ménagers et assimilés.

h) Circulaire du Ministre de l'Environnement du 30 mai 1997

Relative aux dioxines et furanes.

i) 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, Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, Journal Officiel de la République Française n°280 du 01.12.2002, p. 19778.

j) Arrêté du 20 septembre 2002

Relatif aux installations d'incinération et de Co-incinération de déchets dangereux, Ministère de l'2cologuie et du Développement Durable, Journal officiel de la République Française n°280 du 01.12.2002, p.19789.

k) 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), Ministère de l'Ecologie et de Développement Durable, Bulletin Officiel MEDD n°2-2003 du 31 janvier 2003.

3 Inventaire des émissions

Les données utilisées pour la réalisation de cette partie de notre étude proviennent de l'inventaire des émissions réalisé par : Air PACA, Bilan des émissions 2007 en Provence Alpes Côte d'Azur

Le travail de traitement a été réalisé en collaboration avec Numtech.

3.1 Inventaire spatialisé des émissions, quèsaco ?

On désigne par « inventaire spatialisé des émissions » ou « cadastre des émissions », le recensement des émissions de polluants dans l'atmosphère par les sources de pollution d'une zone géographique donnée au cours d'une période donnée.

Un cadastre des émissions fournit des informations sur :

- les quantités de polluants émises dans l'atmosphère,
- la contribution des différents secteurs d'activités aux émissions,
- la répartition géographique (spatiale) des émissions en question.

3.2 Classification des activités émettrices

Dans l'élaboration d'un inventaire, on opère une classification des émissions :

- par secteur d'activités,
- par type de sources.

La nomenclature adoptée dans l'inventaire utilisé dans notre étude est issue de la SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution). Le niveau le plus fin (niveau 3) est utilisé. Dans ce cas, les activités sont déclinées en 11 secteurs :

- combustion dans les industries de l'énergie et de la transformation d'énergie,
- combustion hors industrie,
- combustion dans l'industrie manufacturière,
- procédés de fabrication,
- extraction et distribution de combustibles fossiles / énergie géothermique,
- utilisation de solvants et autres produits,
- transport routier,
- autres sources mobiles et machines,
- traitement et élimination des déchets,
- agriculture et sylviculture,
- autres sources et puits.

Trois types de sources sont considérés :

- grandes Sources Ponctuelles (GSP, exemple : installation industrielle),
- linéique (exemple : transport routier),
- surfacique (exemple : chauffage domestique).

La restitution ou la présentation des données d'un inventaire est faite dans un format approprié à son utilisation. Pour notre étude, nous avons opté pour le format : SECTEN (SECTeurs économiques et ENergie).

Ce format, proposé par le CITEPA, met en évidence les contributions des acteurs traditionnels de l'économie et des différentes énergies.

Le format SECTEN est constitué de 7 secteurs principaux :

- production, transformation et distribution d'énergie,
- industrie manufacturière,
- résidentiel / tertiaire,
- transport routier,
- agriculture / sylviculture,
- autres transports,
- autres secteurs ou indifférencié (UTCF).

3.3 Intérêt d'un inventaire des émissions

Le cadastre des émissions est utilisé dans les études ou investigations visant à maîtriser les émissions ou à en évaluer les impacts.

Dans le cas de notre étude, l'inventaire nous permet de :

- documenter les émissions des POP et leur répartition géographique sur la zone d'étude,
- définir une stratégie de mesure, sur le terrain, pertinente par rapport à la présence de sources de POP,
- réaliser des modélisations qui, complétées par les mesures, serviront à réaliser des cartographies de pollution POP dans la zone d'étude.

3.4 Données et statistiques

3.4.1 Domaine d'investigation : Zone géographique, année de référence et polluants concernés

Le traitement des données et les résultats qui en découlent ont concerné la zone géographique correspondant à la région de l'Etang de Berre. (ancienne zone de surveillance de l'association AIRFOBEP, devenue Air PACA après sa fusion avec Atmo PACA en 2012)

L'année de référence de l'inventaire est 2007.

Les polluants considérés sont ceux qui font également l'objet d'investigation dans le volet mesure de l'étude. Il s'agit des dioxines, des furanes et de 10 métaux dont 4 réglementés dans l'air ambiant.

Polluants	Abréviation
Dioxines / Furanes	PCDDF
Arsenic (1)	As
Cadmium (1)	Cd
Nickel (1)	Ni
Plomb (1)	Pb
Chrome	Cr
Cuivre	Cu
Mercure	Hg
Sélénium	Se
Vanadium	V
Zinc	Zn

Polluants considérés dans les traitements de l'inventaire.
(1) : métal réglementé dans l'air ambiant.

Figure 1 : Zone géographique considérée dans les traitements de l'inventaire.
(Zone de surveillance région de l'Etang de Berre)

3.4.2 Résultats

a) Inventaire à l'échelle de la zone d'étude

Pour une meilleure lecture des résultats qui vont suivre, il est important d'avoir en mémoire un ordre de grandeur :

En 2007, les émissions de dioxines au niveau national sont estimées à 118

Les tableaux (1 et 2) ci-dessous, présentent les émissions au cours de l'année 2007 des dioxines / furanes (PCDDF) et des 10 métaux lourds. Les émissions sont données par secteur d'activité SECTEN puis, pour l'ensemble des activités émettrices.

Activités	PCDDF (g/an)	As (kg/an)	Cd (kg/an)	Ni (kg/an)	Pb (kg/an)	Cr (kg/an)	Cu (kg/an)	Hg (kg/an)	Se (kg/an)	V (Kg/an)	Zn (kg/an)
Agriculture, Sylviculture Aquaculture	0.34	0.05	0.04	0.04	0.20	0.05	0.05	0.02	$8.0E^{-04}$	$2.0E^{-06}$	0.10
Extraction Transformation Distribution d'énergie	0.03	138	190	17 363	1 830	1 275	367	157	48	9 994	4 333
Industrie manufacturière Traitement des déchets Construction	12.30	209	253	8 035	7 084	2 026	1 171	437	186	8 512	16 142
Transport non routier	0.26	3.6	1.0	5.0	7 997	3.3	1 791	3.3	12.7	0.0	38
Résidentiel Tertiaire Commercial Institutionnel	0.19	9.7	3.2	11	78	38	25	1.6	5.2	0.50	212
Transport routier	0.10	0.0	7.3	51	0.0	36	1 241	0.0	7.3	0.0	730
UTCF	0.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tableau 1 : Emissions par secteurs d'activité.

Polluant	PCDDF	As	Cd	Ni	Pb	Cr	Cu	Hg	Se	V	Zn
Emissions	13.6	361	455	25466	16989	3378	4596	599	260	18506	21455
Unité	g/an	Kg/an	Kg/an	Kg/an	Kg/an	Kg/an	Kg/an	Kg/an	Kg/an	Kg/an	Kg/an

Tableau 2 : Emissions totale.

La figure 2 illustre la contribution des différents secteurs d'activités aux émissions de PCDDF et aux métaux lourds considérées.

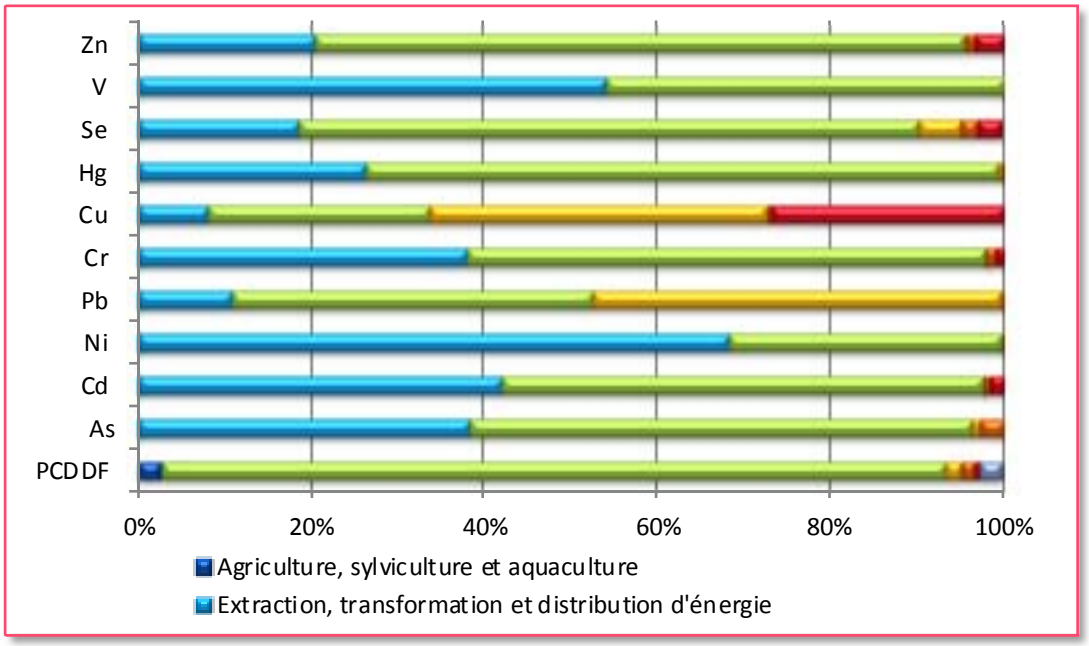


Figure 2 : Emissions des dioxines / furanes et métaux : Répartition par secteur d'activité.

La figure 3 décline cette répartition pour le cas particulier des PCDDF, et la figure 4 pour les métaux lourds réglementés dans l'air ambiant : As, Cd, Ni et Pb.
Pour les autres métaux les figures correspondantes ont été mises dans la partie Annexes.

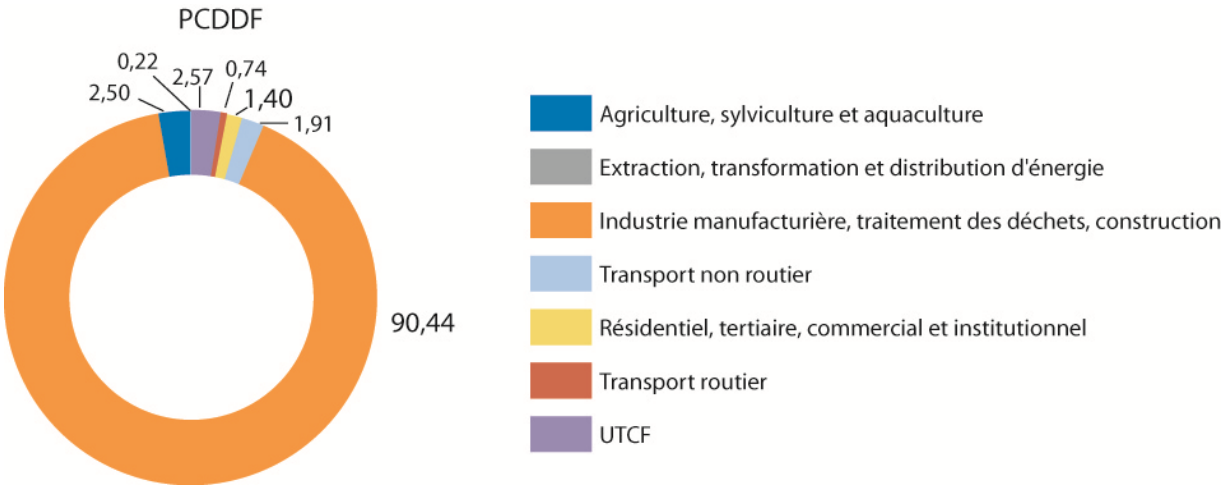


Figure 3 : Répartition (%) par secteur d'activité : cas particulier des dioxines / furanes (PCDDF).

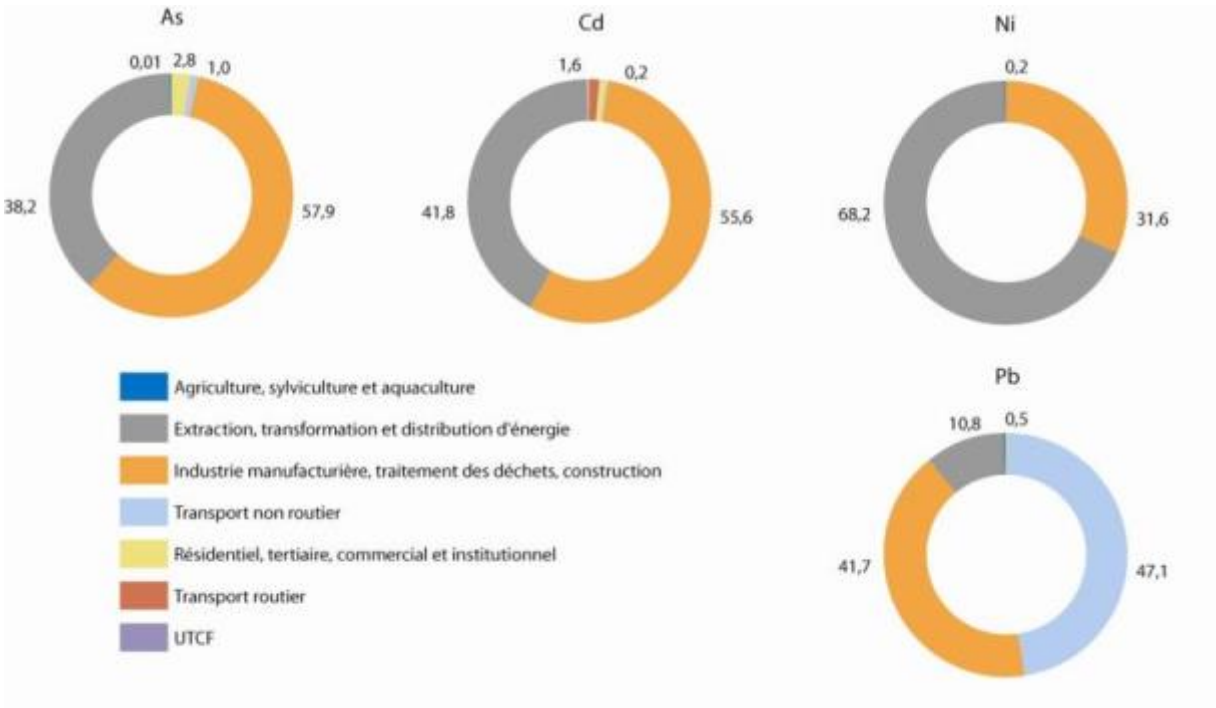


Figure 4 : Répartition (%) par secteur d'activité : cas particulier des métaux lourds réglementés dans l'air ambiant.

Enfin, la figure 5 précise la contribution des secteurs d'activité aux émissions des dioxines / furanes, en déclinant 3 secteurs d'activité SECTEN comme suit :

- Industrie manufacturière, traitement des déchets, construction :
  - combustion,
  - procédés,
  - carrières,
  - traitement des déchets.
- Transport non routier :
  - ferroviaire,
  - fluvial,
  - maritime,
  - aérien,
  - autres engins spéciaux.
- Extraction, transformation et distribution d'énergie :
  - production d'énergie,
  - procédés Industries pétrolières,
  - distribution.

D'autres représentations des émissions des PCDDF et des métaux lourds à l'échelle de la zone de l'étude sont présentes dans la partie Annexes.

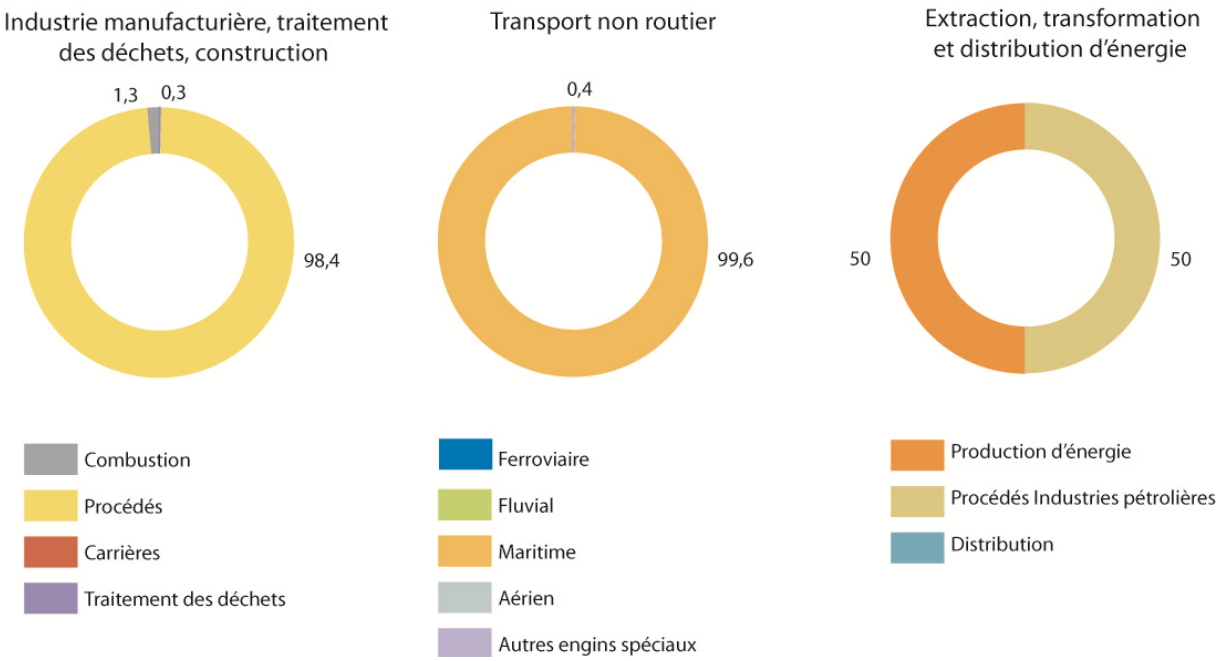


Figure 5 : Emissions des dioxines / Furanes : Précision des contributions (%) de 3 secteurs d'activité SECTEN.

b) Répartition spatiale des émissions

La répartition spatiale des émissions est représentée à l'aide de cartographies dites « cadastre des émissions ». Nous avons choisi de représenter le cadastre kilométrique. C'est-à-dire :

- la zone d'investigation est partagée par une grille en cellule de 1 km^2,
- les émissions de toutes les sources présentes dans la cellule sont comptabilisées,
- le niveau d'émission globale qui en découle est représenté pour l'ensemble des cellules.

La figure 6 représente le cadastre kilométrique des émissions des PCDDF dans la zone d'investigation au cours de l'année 2007.

La figure 7 représente le même cadastre kilométrique mais pour les métaux réglementés dans l'air ambiant.
Les cadastres kilométriques pour les autres métaux lourds sont présents dans la partie Annexes.

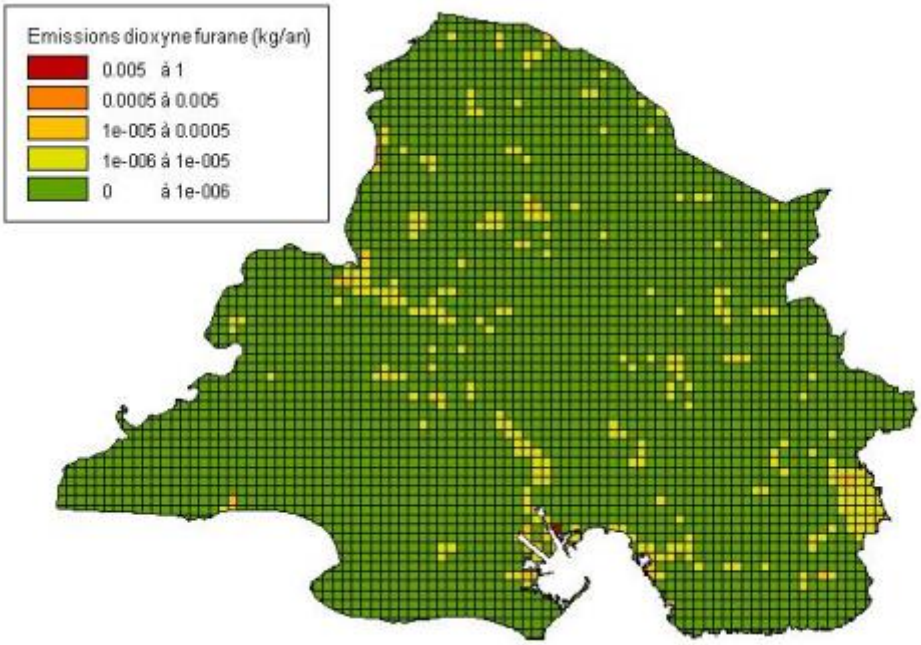


Figure 6 : Cadastre kilométrique des émissions des dioxines / furanes.

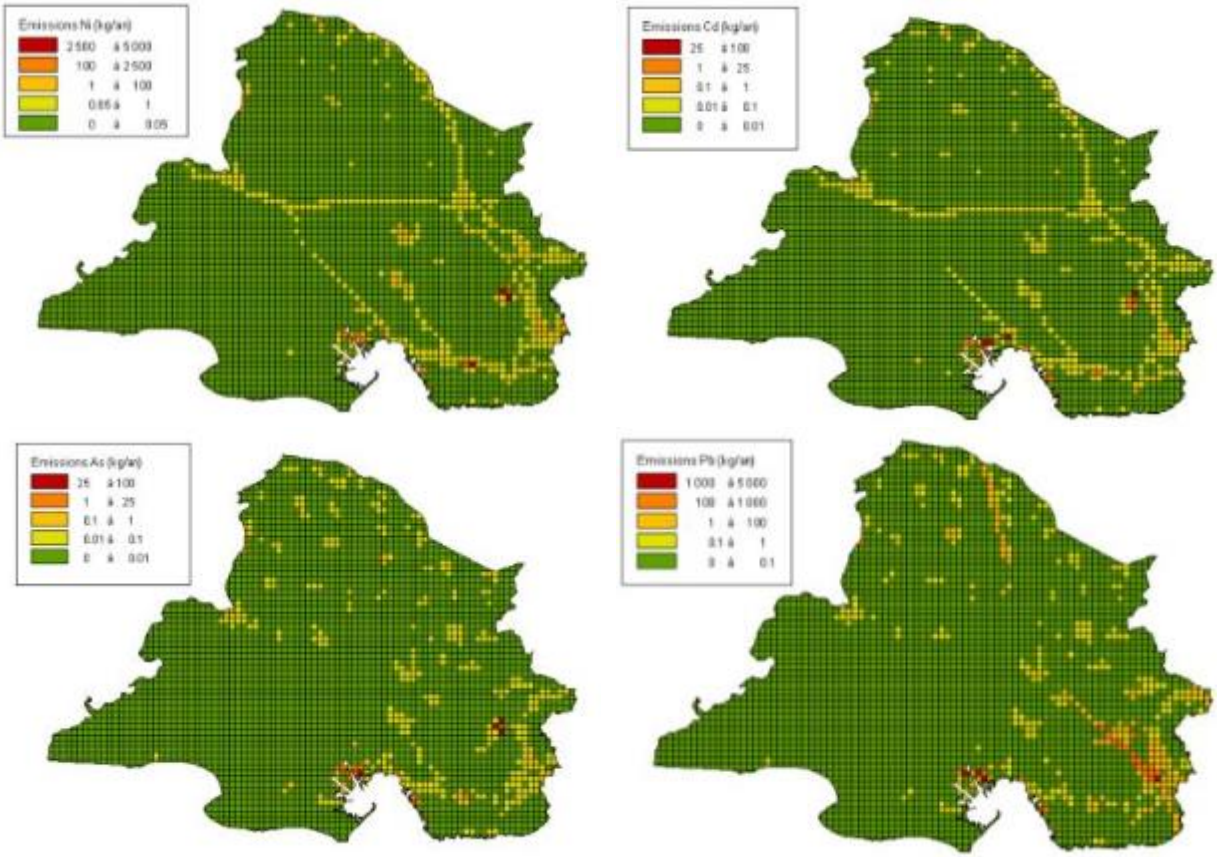


Figure 7 : Cadastre kilométrique des émissions des métaux lourds réglementés dans l'air ambiant.

c) Emissions par type de sources

En plus des cadastres des émissions, il est intéressant de représenter certains types de sources en particulier. Nous avons choisi de représenter :

- les grandes sources ponctuelles (GSP), correspondant aux installations industrielles importantes en termes d'émissions,
- les sources linéiques, correspondant aux émissions liées aux voies de transports, essentiellement le trafic routier et les voies de navigation fluviale.

Les figures 8 et 9 représentent les émissions des PCDDF dans la zone d'investigation au cours de l'année 2007, liées aux grandes sources ponctuelles et aux sources linéiques.

Les figures 10 et 11 représentent les émissions des métaux lourds réglementés dans la zone d'investigation au cours de l'année 2007, liées aux grandes sources ponctuelles et aux sources linéiques.

Les cartographies des émissions des autres métaux lourds, liées grandes sources ponctuelles et aux sources linéiques, sont présentes dans la partie Annexes.

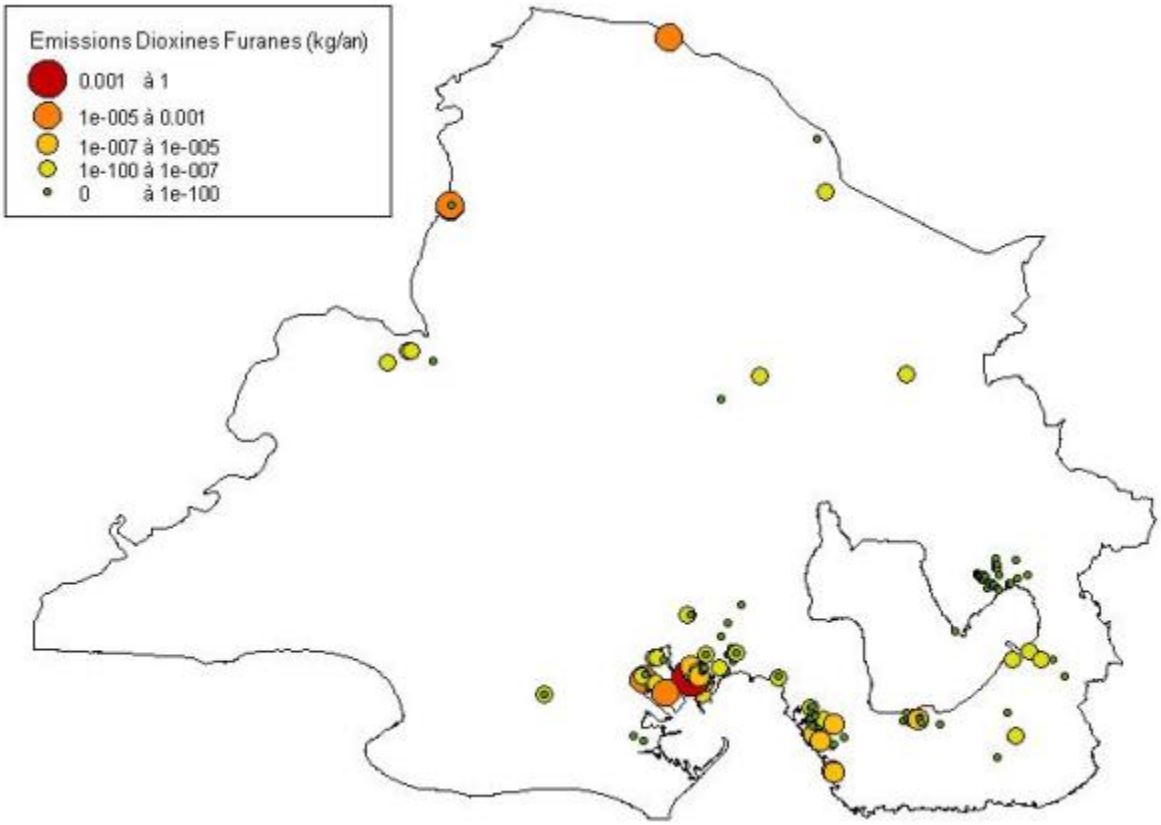


Figure 8 : Emissions des PCDDF liées aux grandes sources ponctuelles.

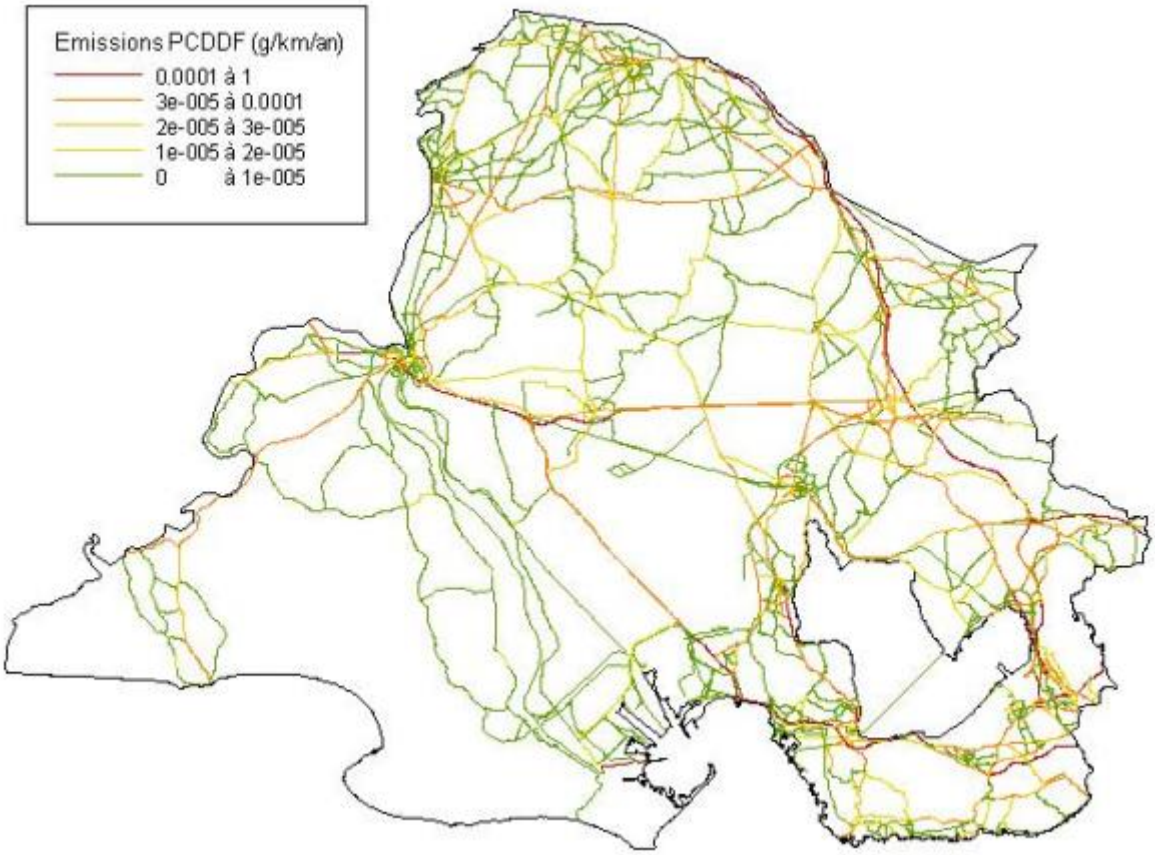


Figure 9 : Emissions des PCDDF liées aux sources linéiques.

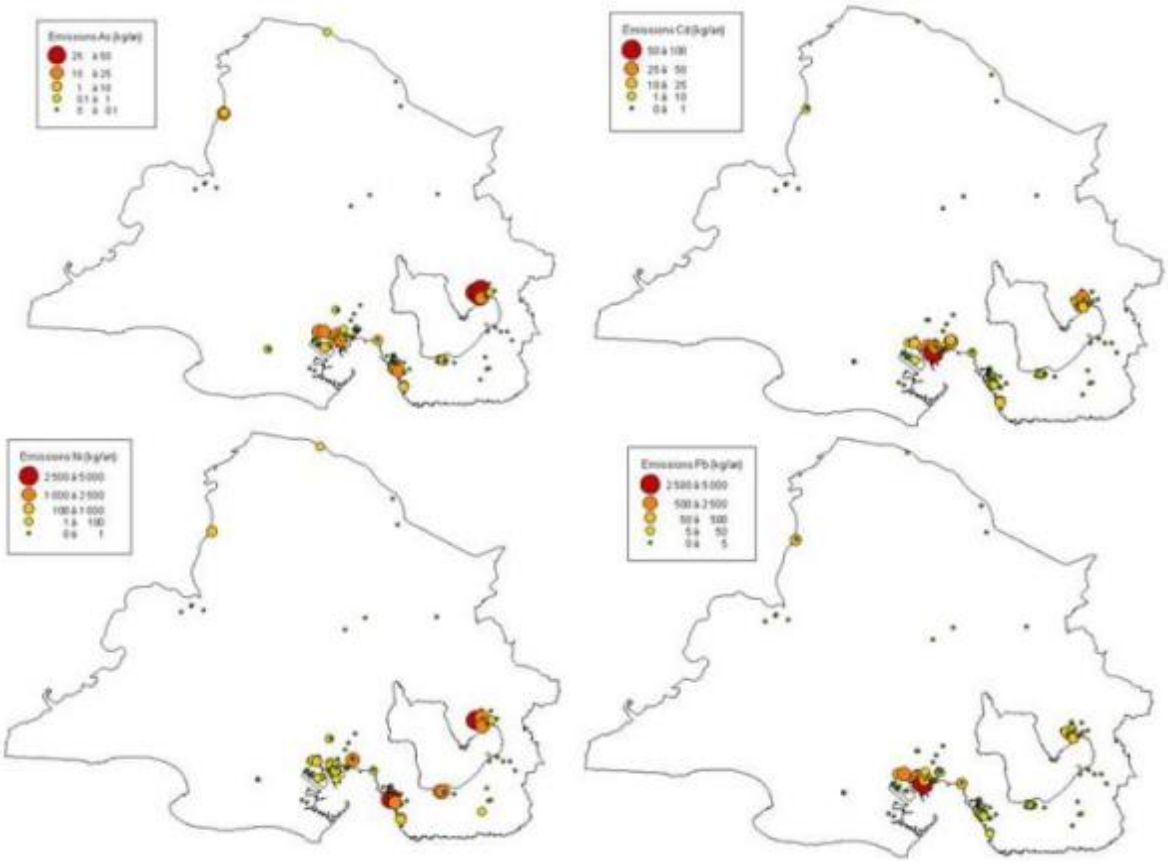


Figure 10 : Emissions des métaux lourds réglementés liées aux grandes sources ponctuelles.

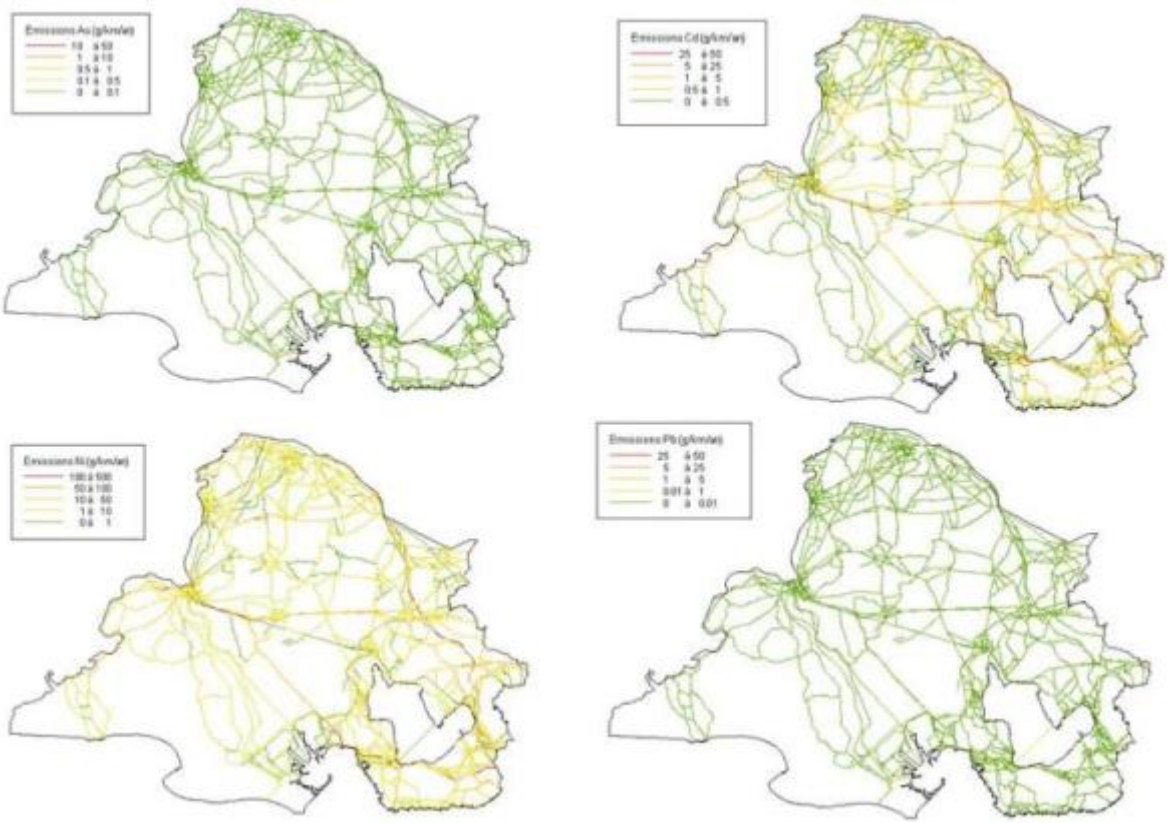
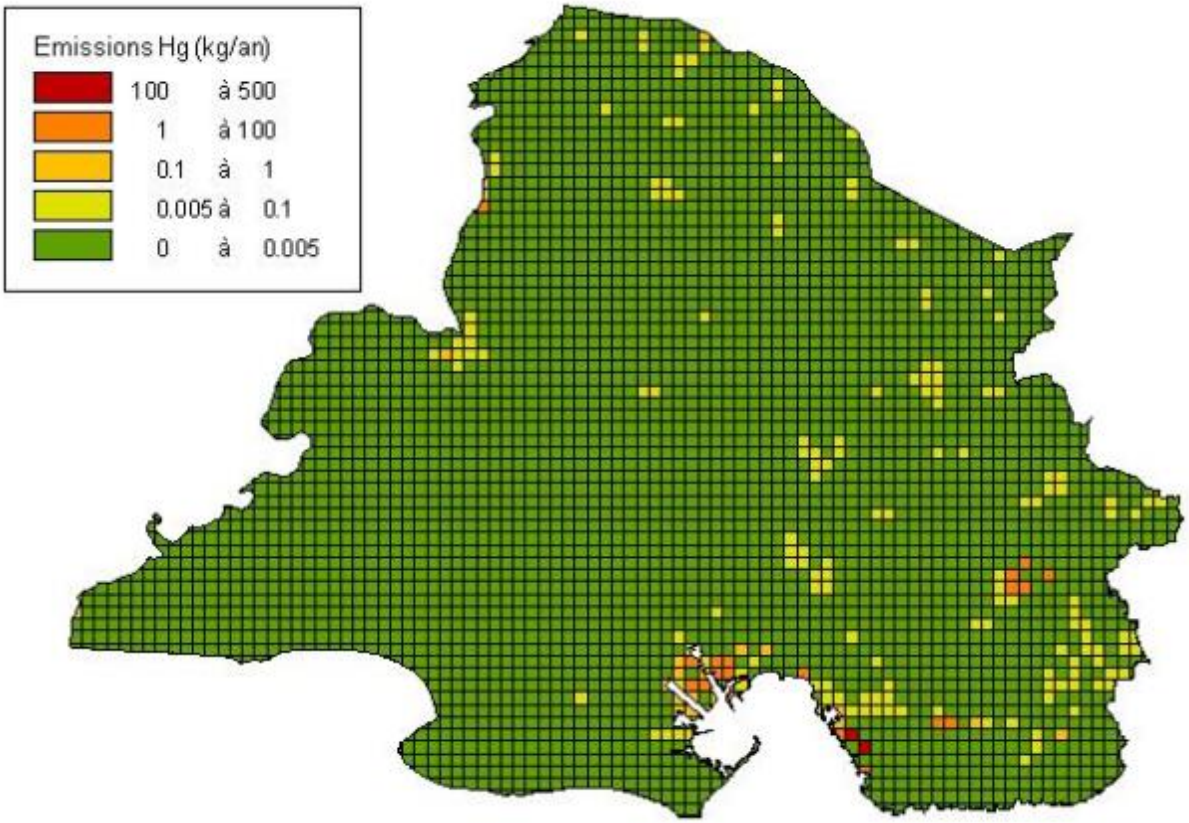


Figure 11 : Emissions des métaux lourds réglementés liées aux sources linéiques.

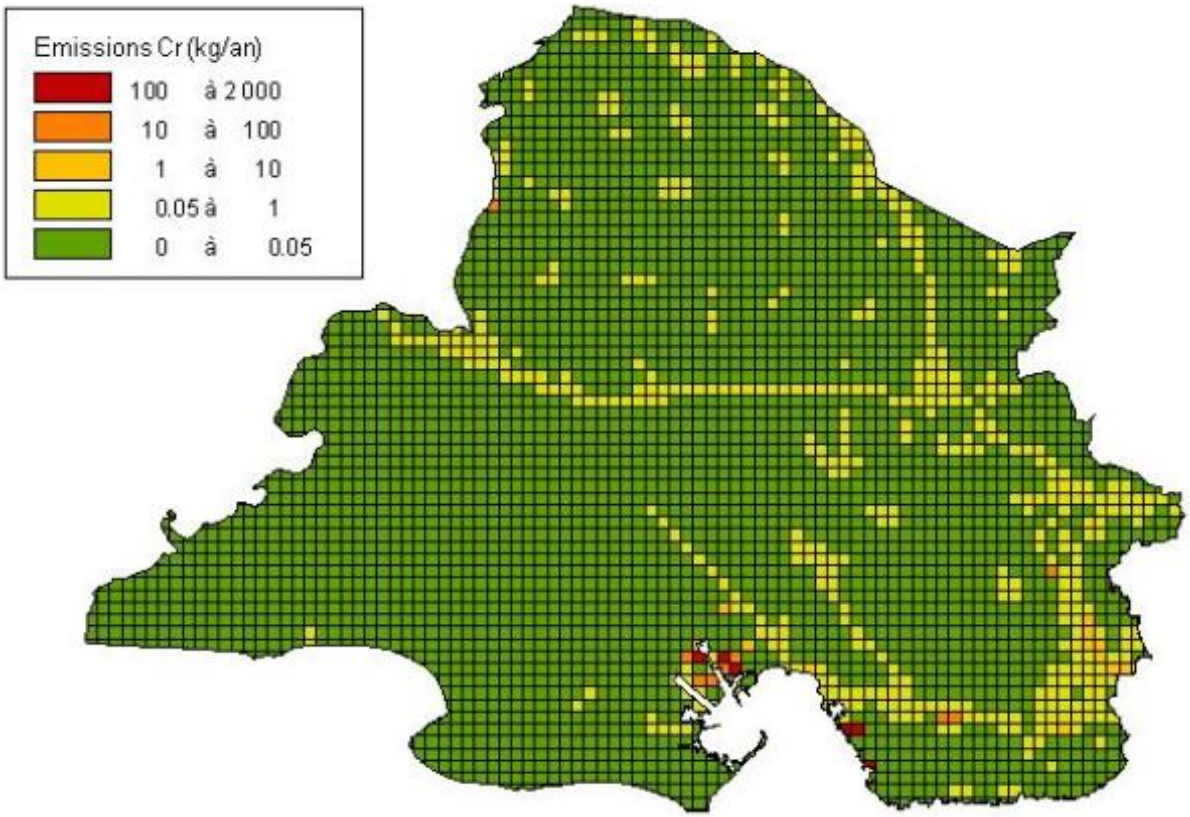
3.5 Références

- **Bilan des émissions 2007 en Provence Alpes Côte d'Azur**
  Air PACA (2011)

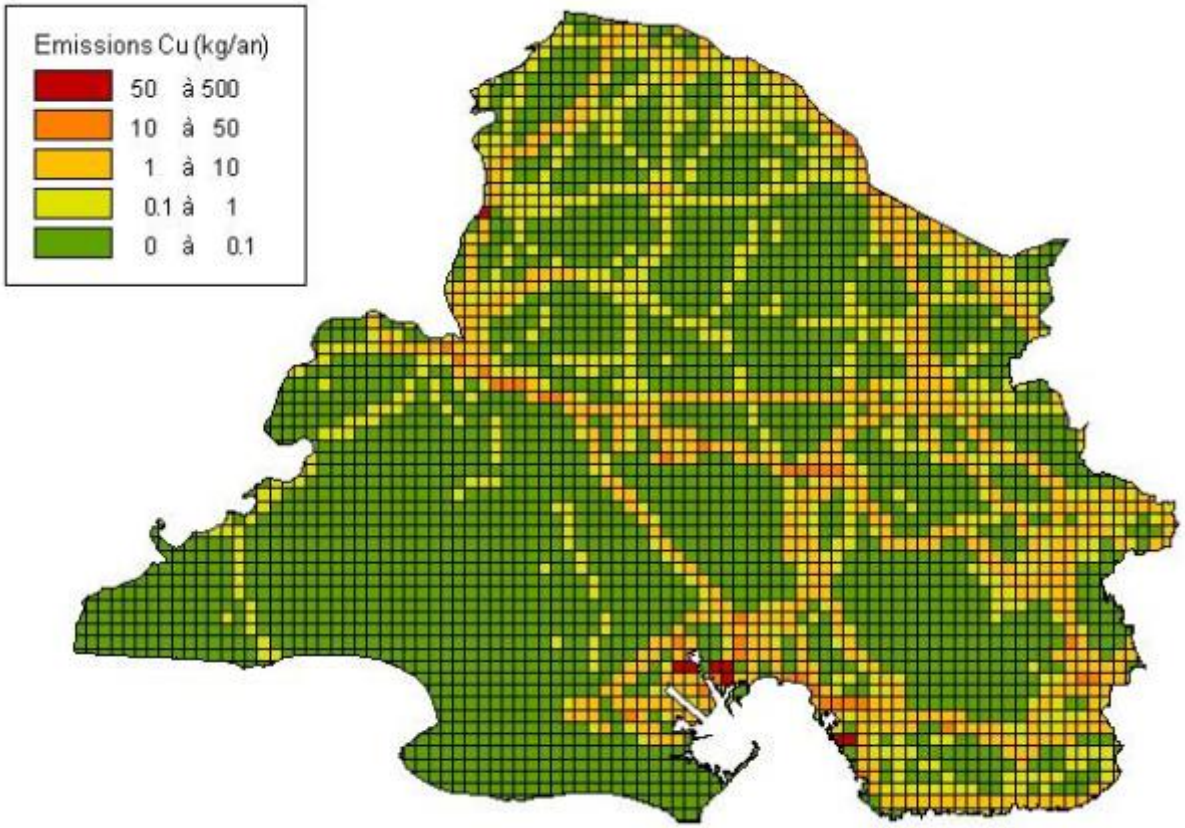
- Inventaire
  CITEPA (2011)



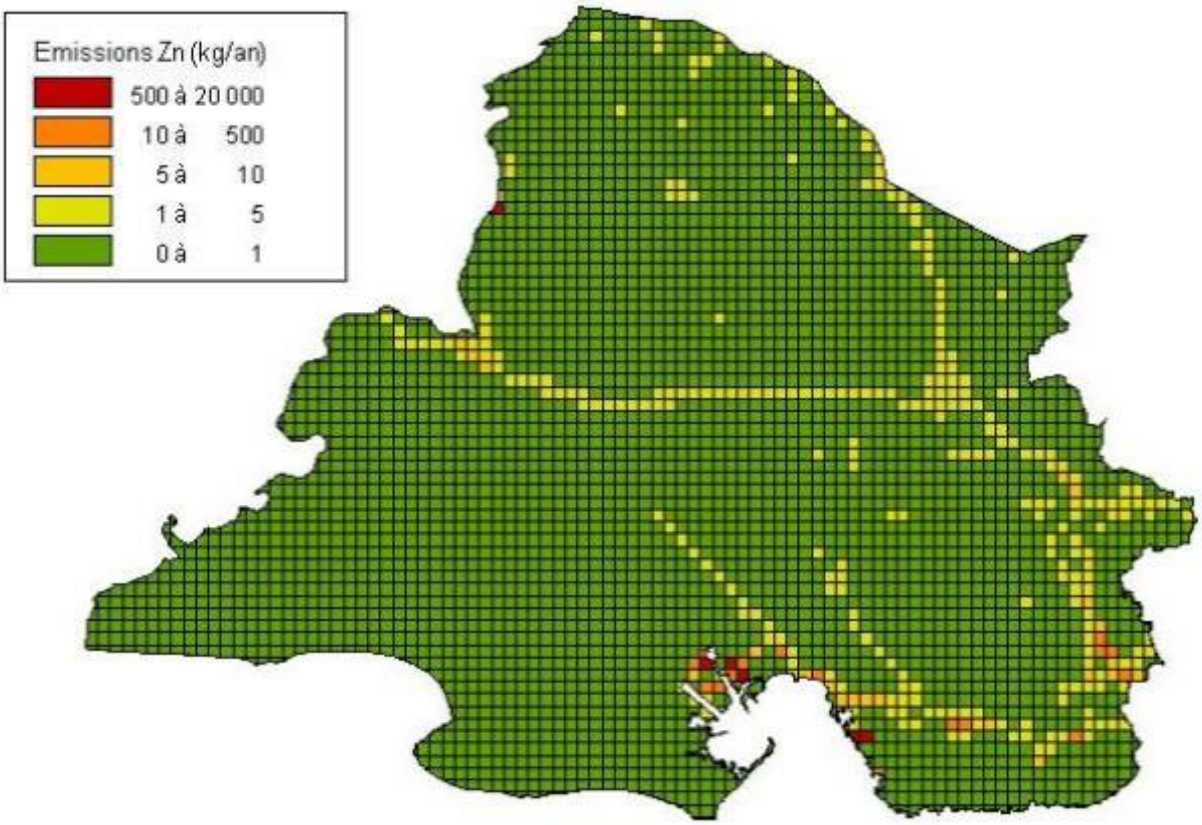
Annexe 1 : Cadastre kilométrique des émissions de mercure dans l'air ambiant.



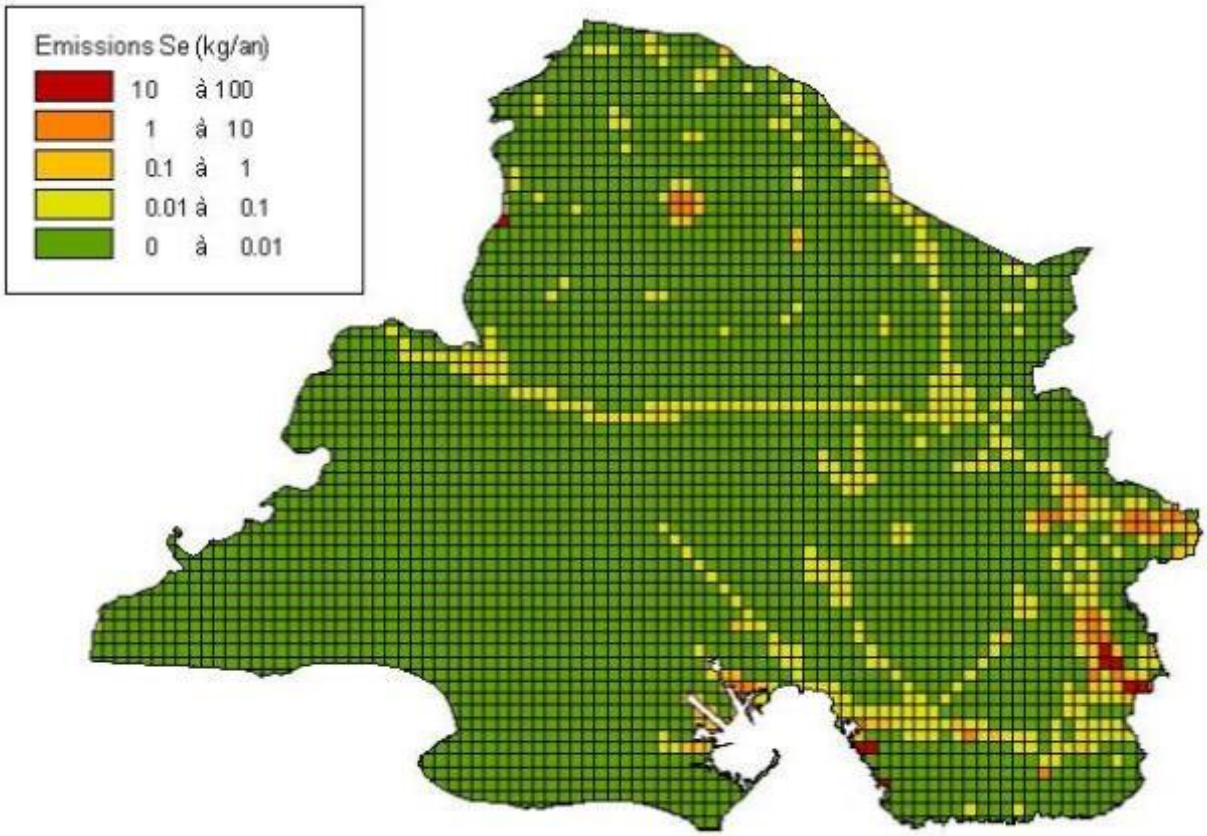
Annexe 2 : Cadastre kilométrique des émissions de chrome dans l'air ambiant.



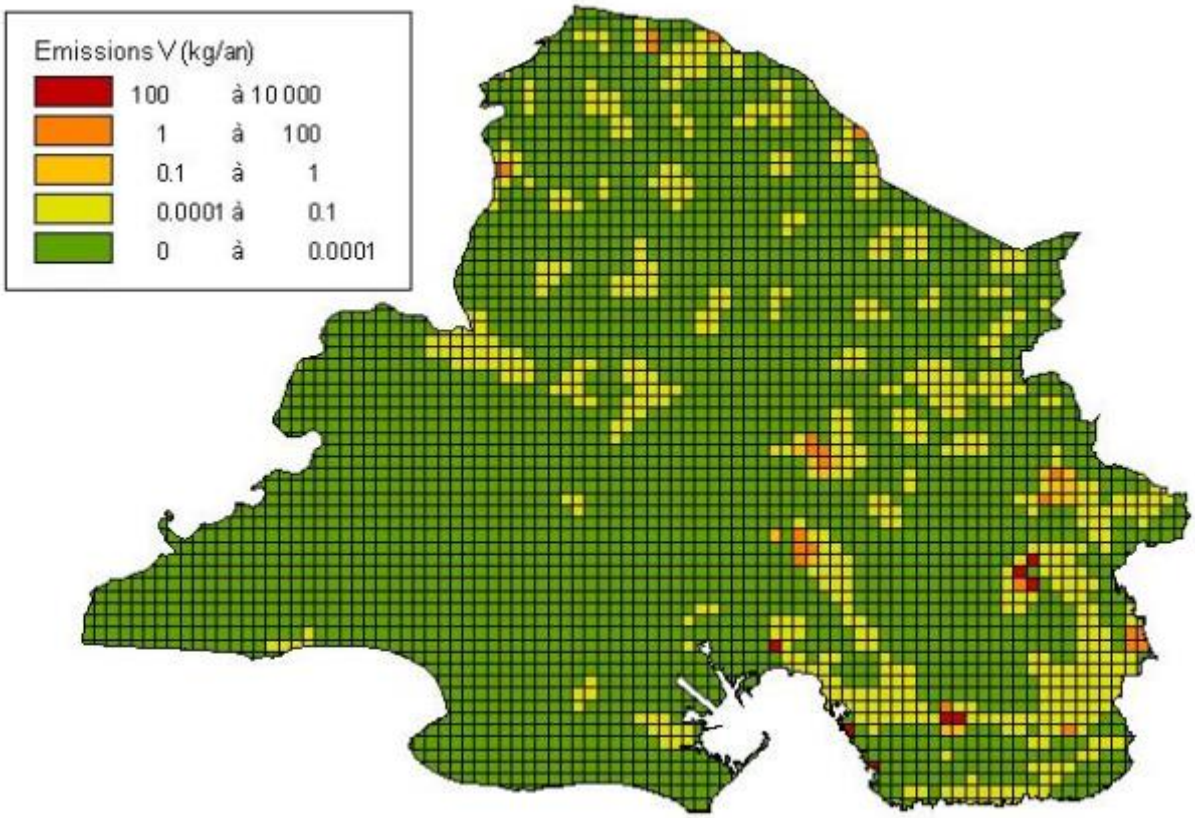
Annexe 3 : Cadastre kilométrique des émissions de cuivre dans l'air ambiant.



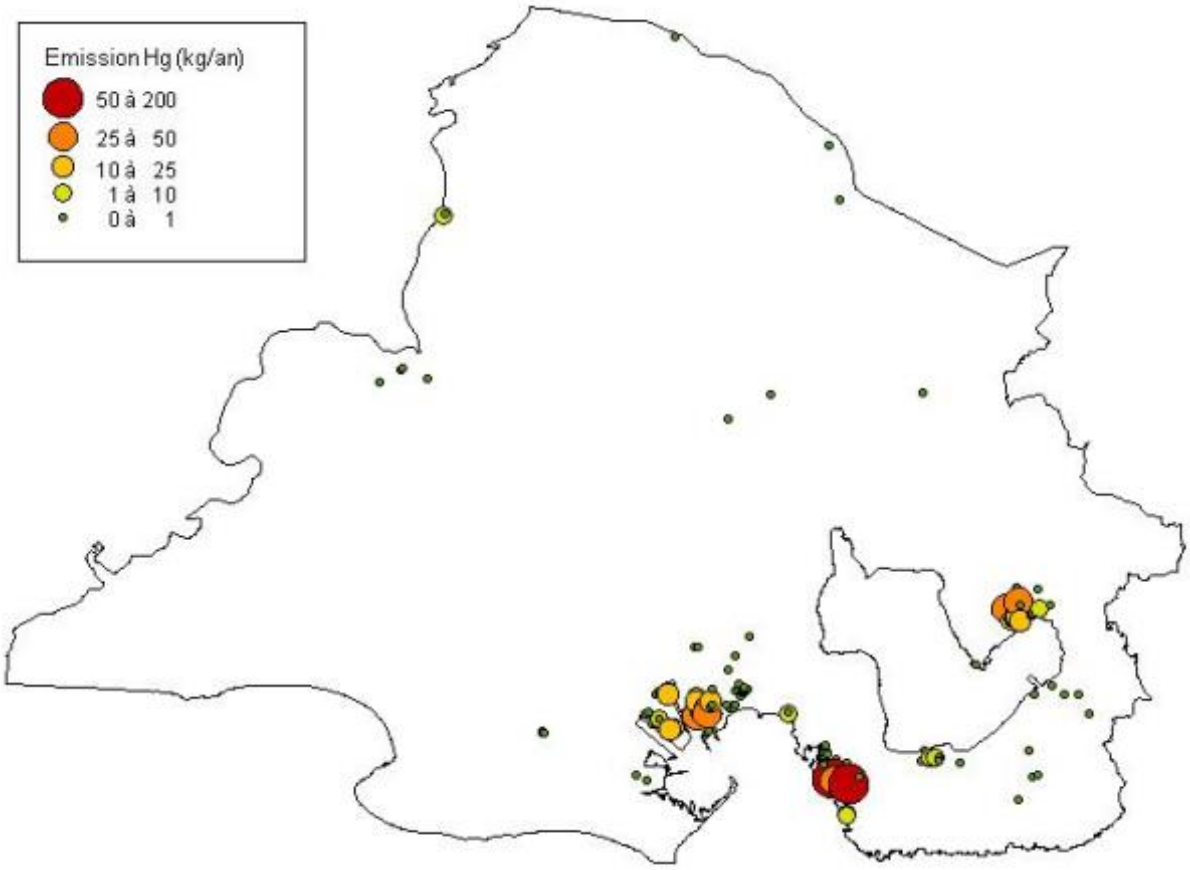
Annexe 4 : Cadastre kilométrique des émissions de zinc dans l'air ambiant.



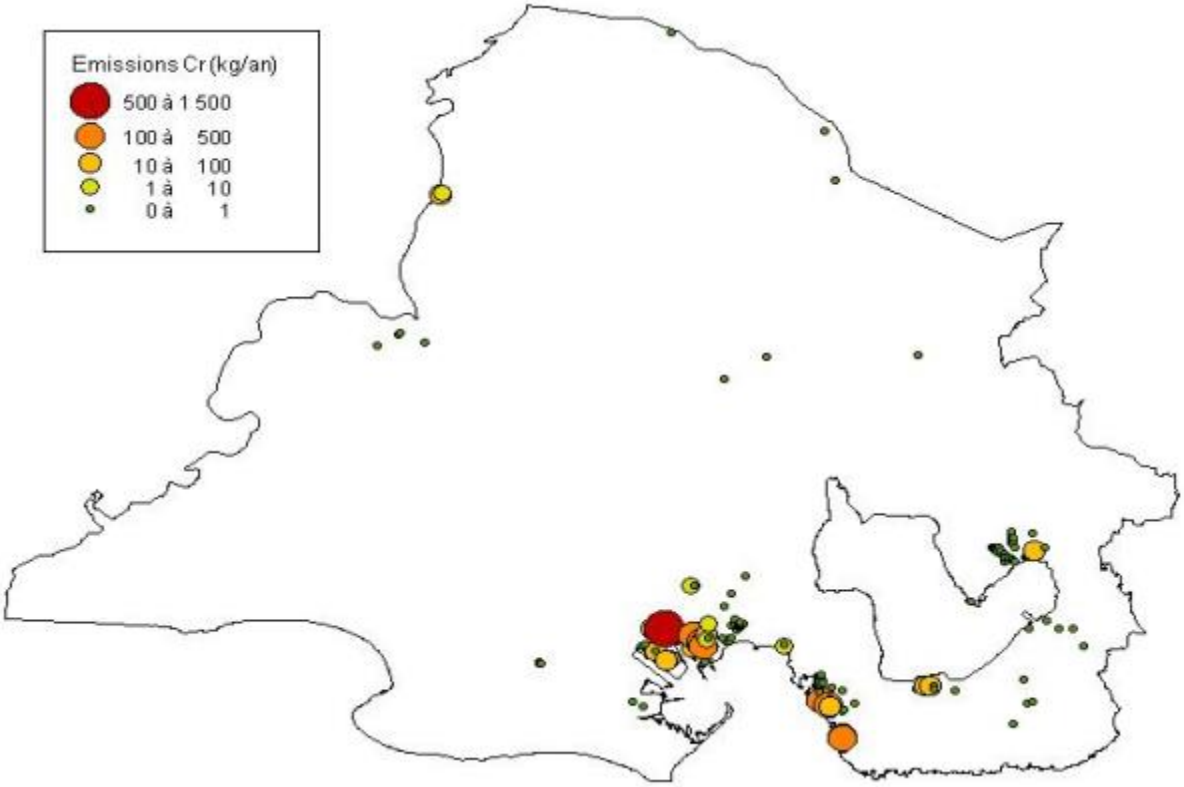
Annexe 5 : Cadastre kilométrique des émissions de sélénium dans l'air ambiant.



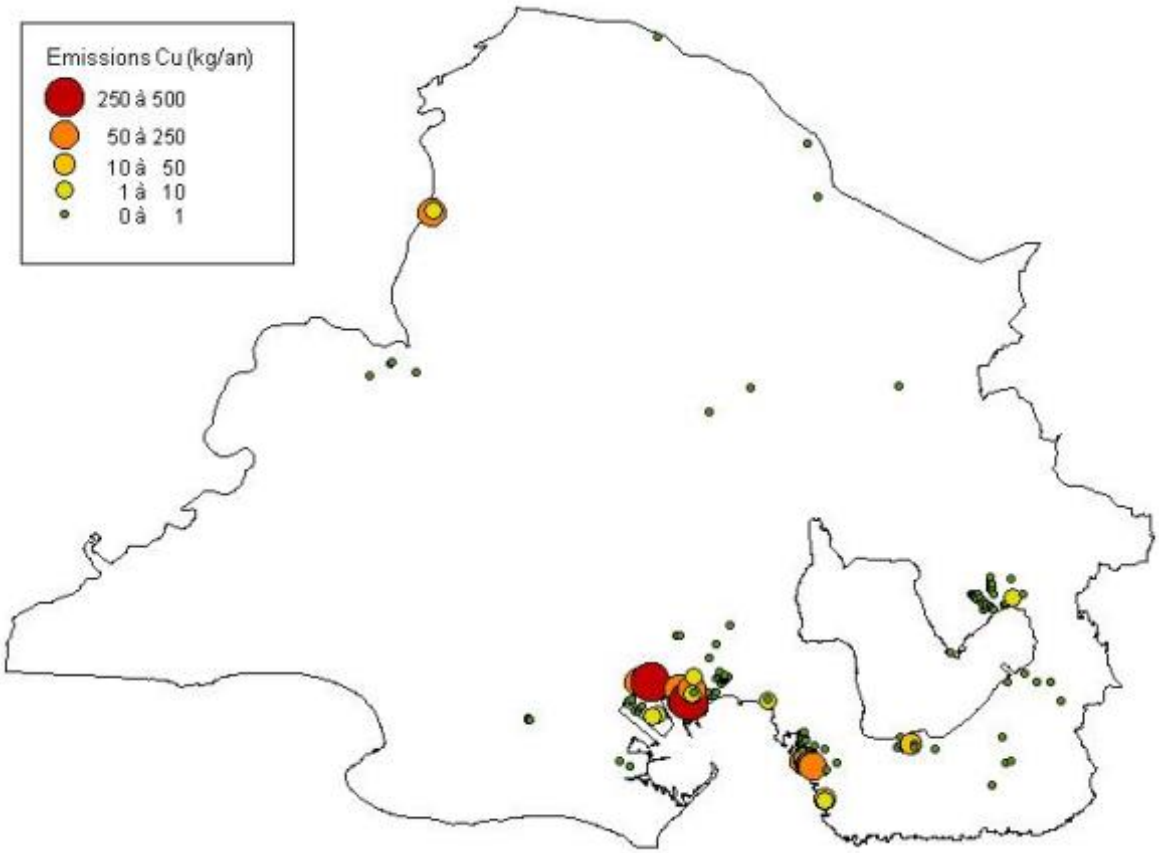
Annexe 6 : Cadastre kilométrique des émissions de vanadium dans l'air ambiant.



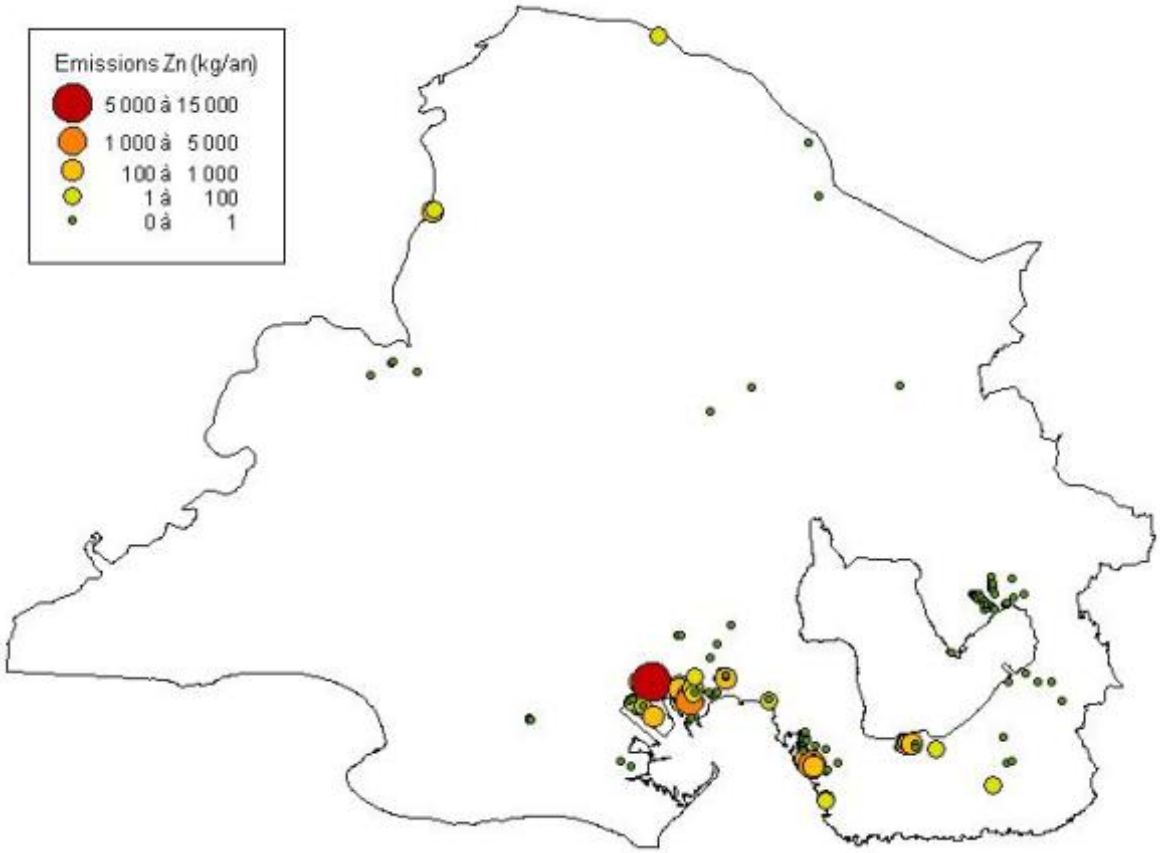
Annexe 7 : Emissions de mercure liées aux grandes sources ponctuelles.



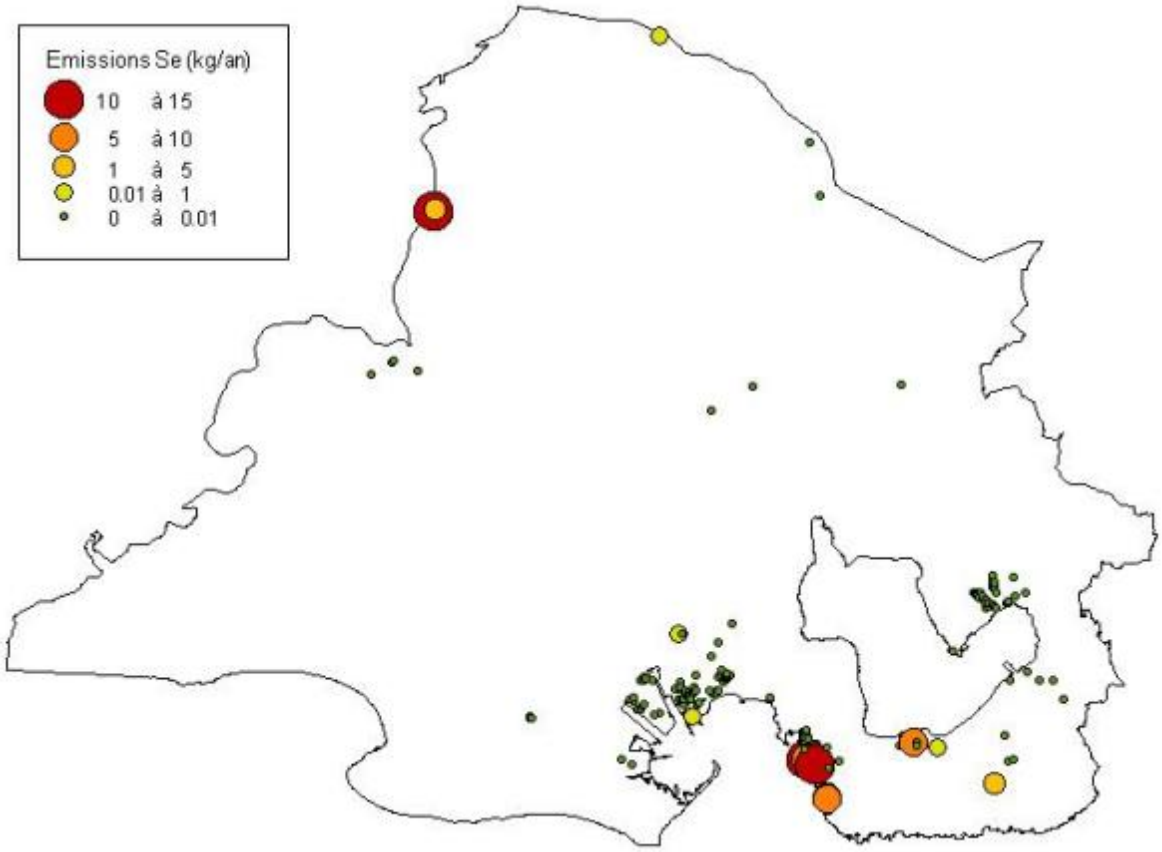
Annexe 8 : Emissions de chrome liées aux grandes sources ponctuelles.



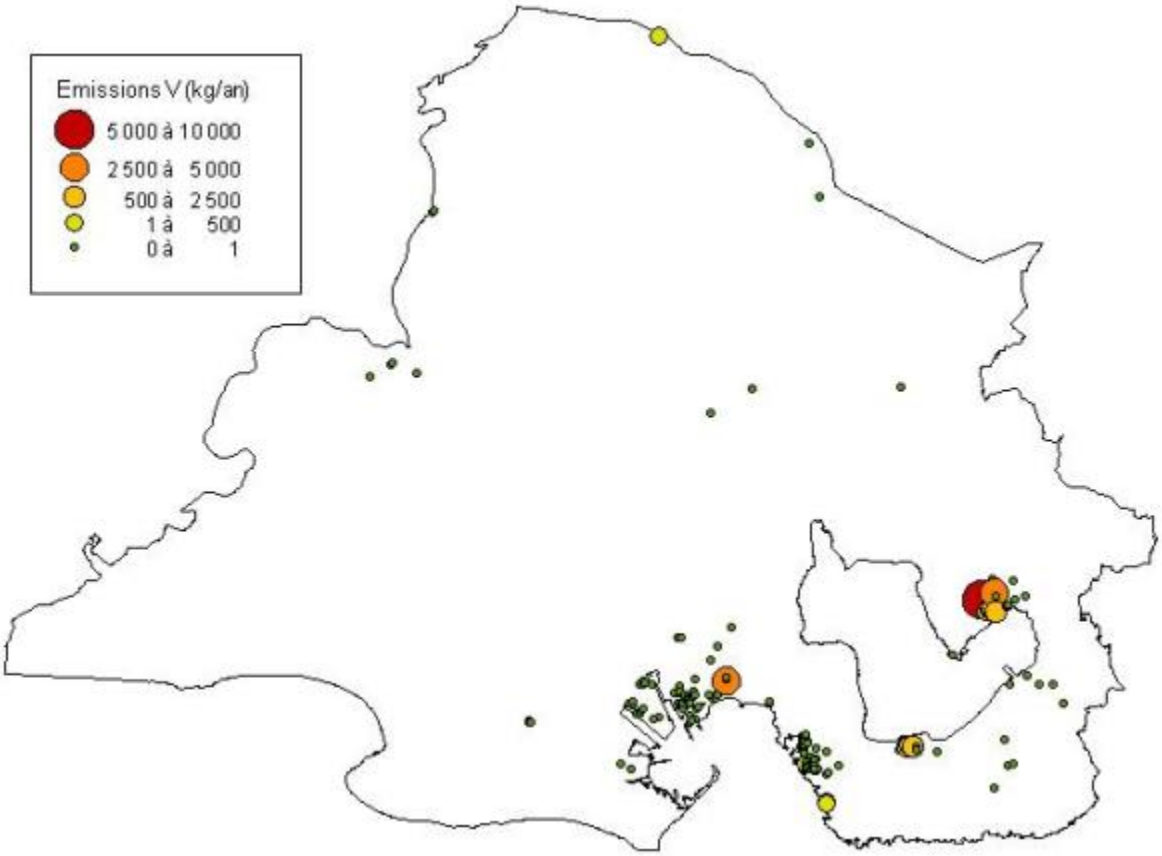
Annexe 9 : Emissions de cuivre liées aux grandes sources ponctuelles.



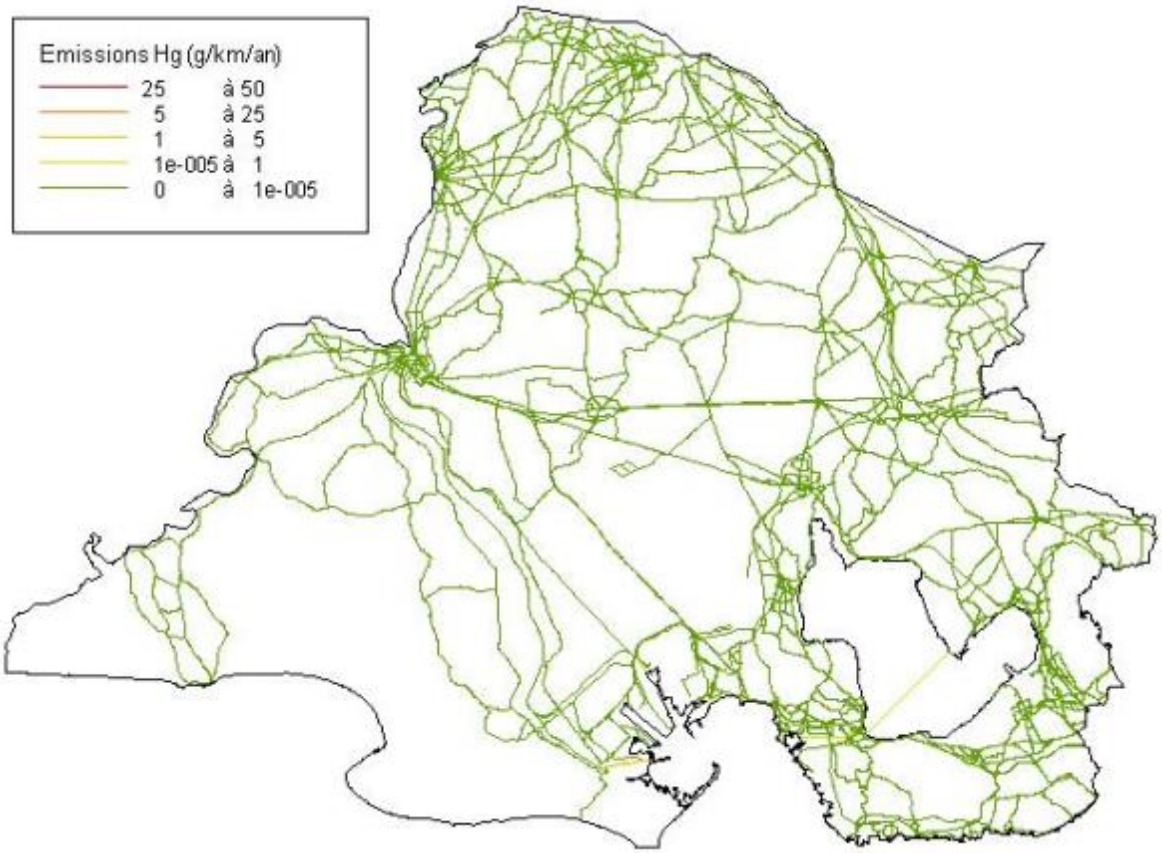
Annexe 10 : Emissions de zinc liées aux grandes sources ponctuelles.



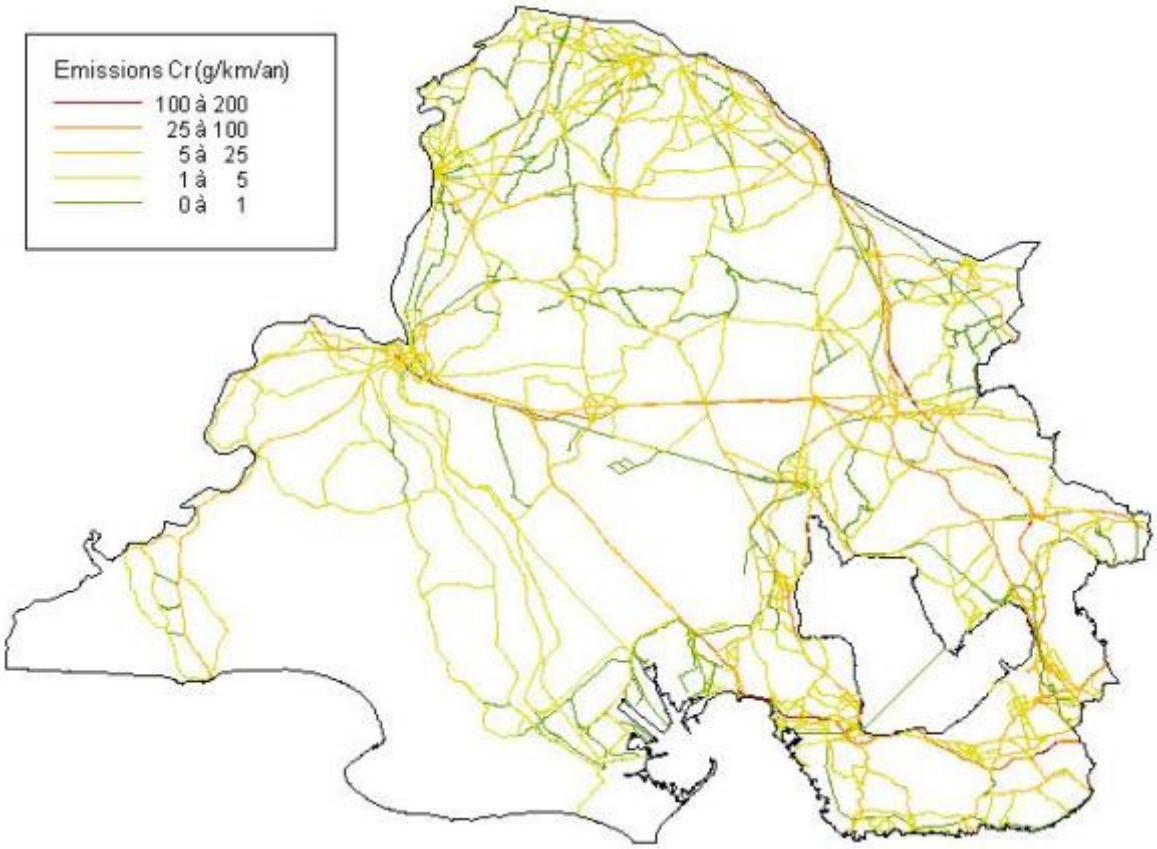
Annexe 11 : Emissions de sélénium liées aux grandes sources ponctuelles.



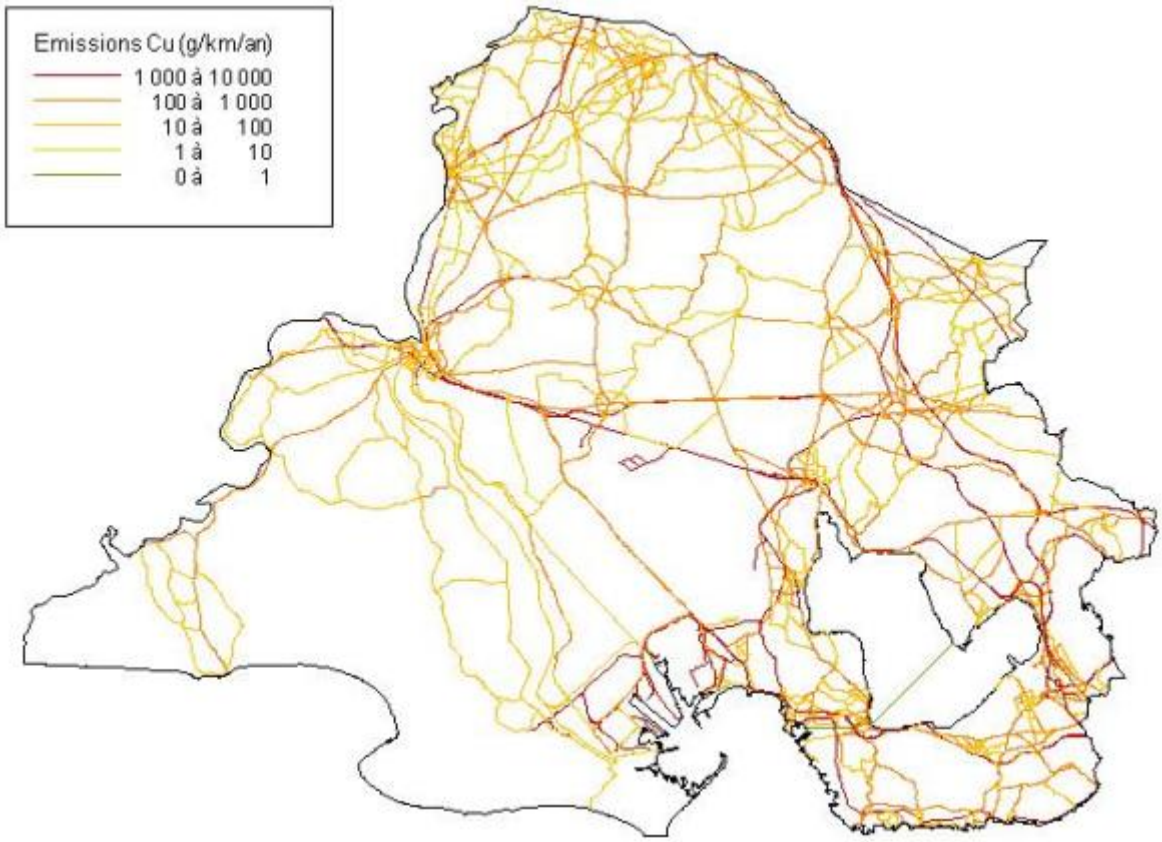
Annexe 12 : Emissions de vanadium liées aux grandes sources ponctuelles.



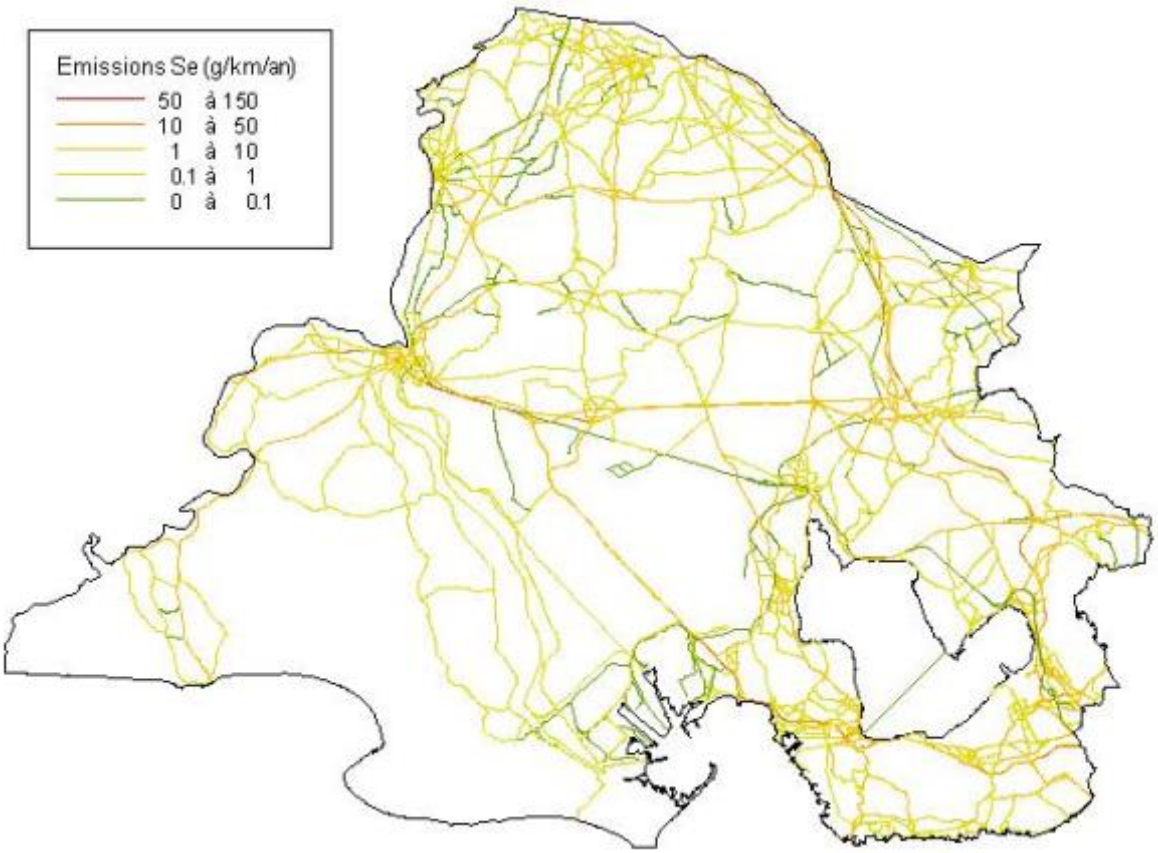
Annexe 13 : Emissions de mercure liées aux sources linéiques.



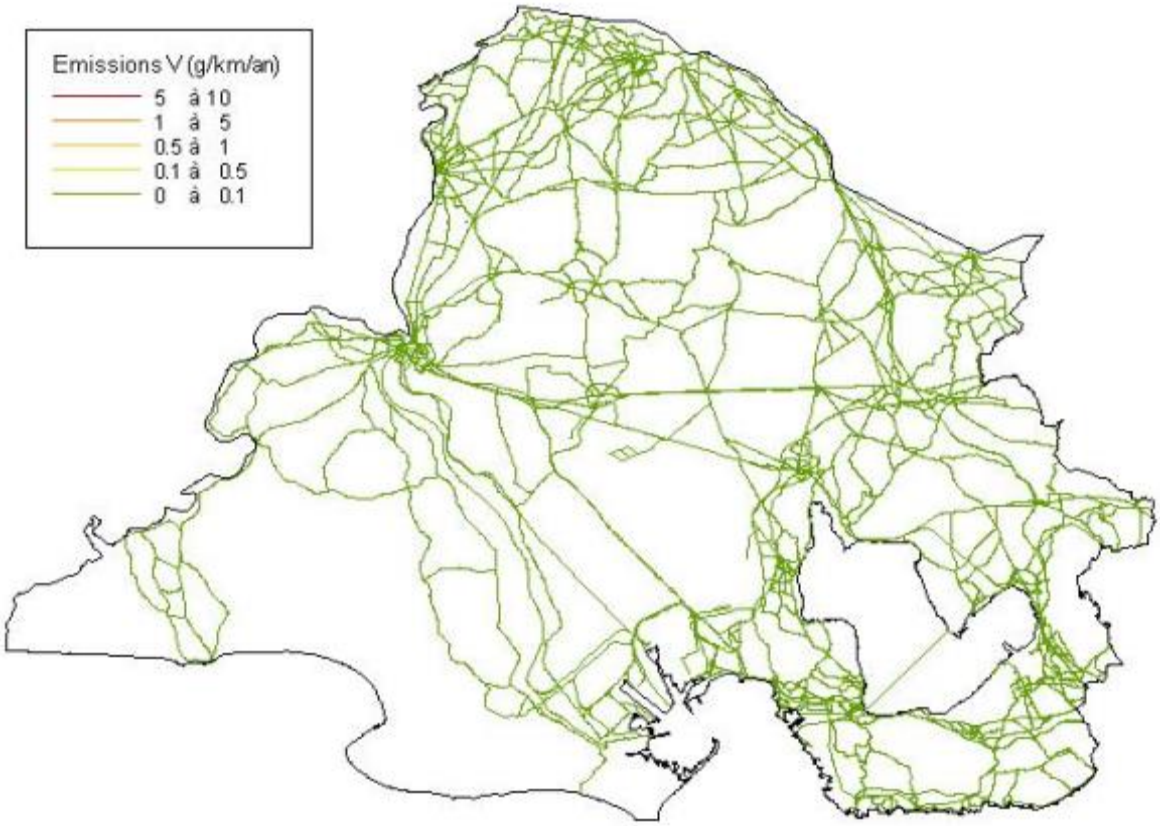
Annexe 14 : Emissions de chrome liées aux sources linéiques.



Annexe 15 : Emissions de cuivre liées aux sources linéiques.



Annexe 16 : Emissions de sélénium liées aux sources linéiques.



Annexe 17 : Emissions de vanadium liées aux sources linéiques.

4 Modélisations

Les données utilisées pour la réalisation de cette partie de notre étude proviennent de l'inventaire des émissions réalisé par : Air PACA, Bilan des émissions 2007 en Provence Alpes Côte d'Azur

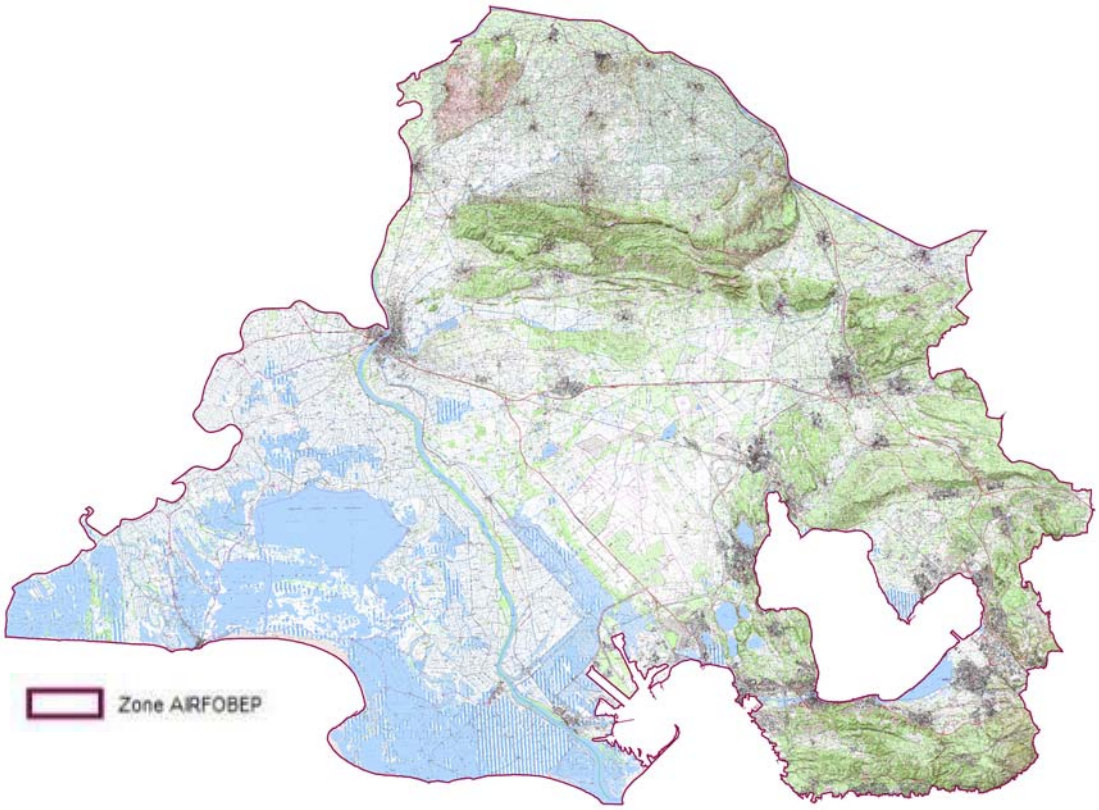
Le travail de traitement a été réalisé en collaboration avec Numtech.

Site :	Région de l'Étang de Berre
Étude :	**Projet POP Tâche 4 : Mise en œuvre du modèle ADMS-Urban dans le cadre du Plan de Surveillance des dioxines-furanes et des métaux lourds**
Type de document :	**HYPOTHESES DE MODELISATION**
Commanditaire :	Route de la Vierge 13500 Martigues Tel : (33) 4 42 13 08 16 Web : www.airpaca.org
Emetteur :	6, allée Alan Turing Parc Technologique de La Pardieu BP 30242 63175 Aubière Cedex Tel : (33) 4 73 28 75 95 / Fax : (33) 4 73 28 75 99 Web : www.numtech.fr
Document(s) associé(s) :	Données client : Fichiers résultats : - *Cartos_non-routier_Conc_220911.pdf* - *Cartos_non-routier_Depot_220911.pdf* - *Cartos_routier_Conc_200911-2.pdf* - *Cartos_routier_Depot_200911.pdf*

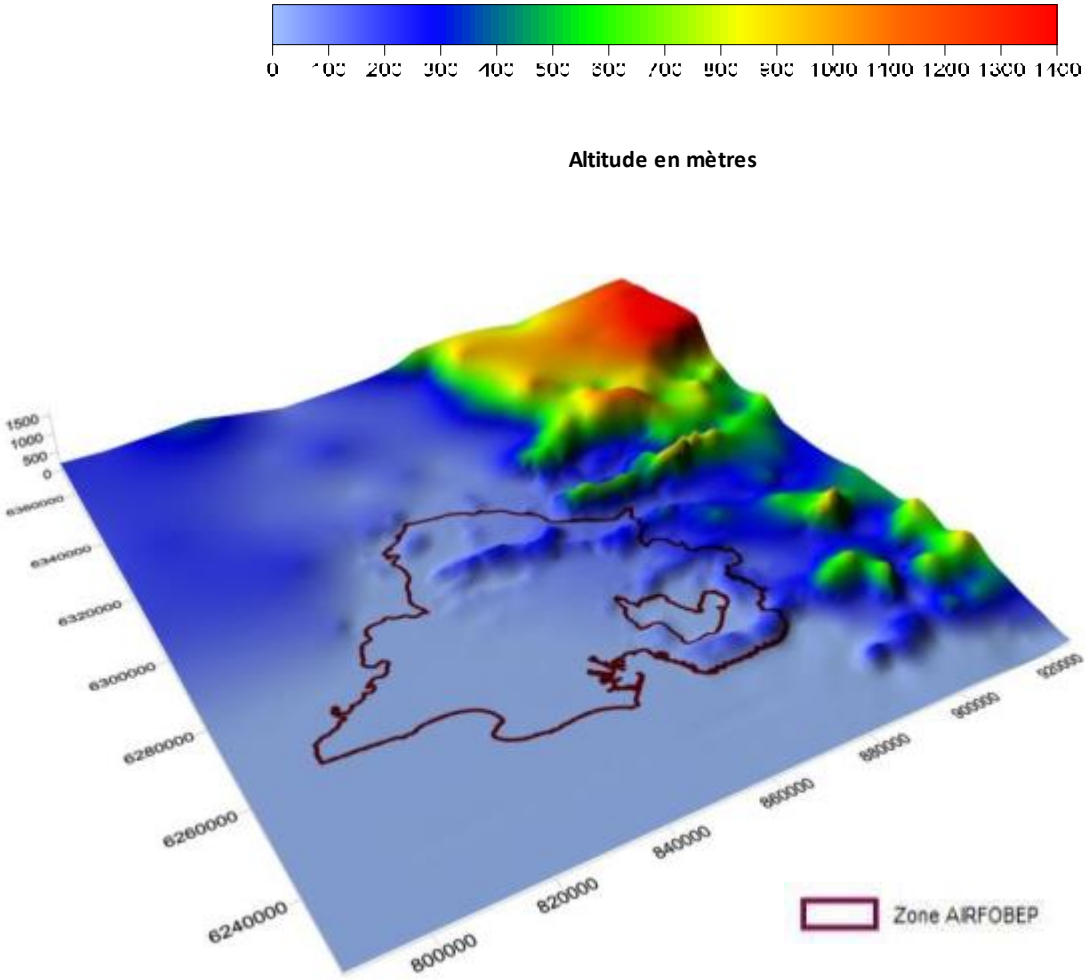
	Version/Révision				**Nom**	**Qualité**	**Visa**
082.0411/EQA	Indice	Date					
	v1-0	03/10/11	Version initiale	**Auteur** **Vérificateur**	Jamal YAHIA Céline PESIN	Ingénieur Projet Chef de Projet	

OBJET			(3)	
	Réalisation des cartographies d'iso-concentrations des dioxines-furanes et des métaux lourds en terme de concentration moyenne annuelle et de flux de dépôt total moyen annuel au sol dans le but de définir une stratégie des campagnes de mesures dans la région de l'Etang de Berre.			
MODELE MIS EN OEUVRE			*(5)*	*COMMENTAIRES*
	Urban	Version 3.0		

	Pris en compte par le modèle dans l'étude		**(a)**	**Commentaires**
Domaine d'étude	Dimensions : 91 × 68 km²			

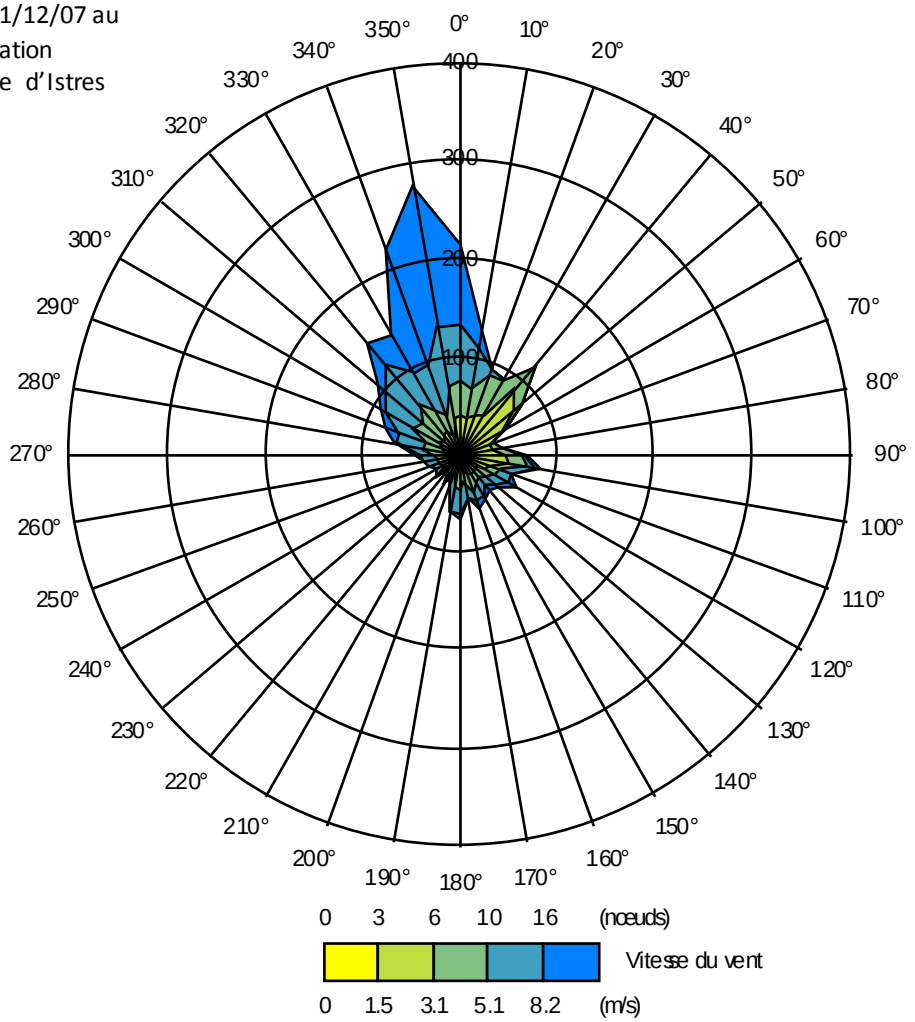


	Pris en compte par le modèle dans l'étude	(a) Commentaires
Points récepteurs	☐ Oui ☑ Non	Nombre : Description :
Nature des sols rencontrés sur le domaine	☑ Variable ☐ Homogène	Origine des données : ☑ Base Corine Land Cover - IFEN (Institut Français de l'ENvironnement) ☐ Autre :
Effet du relief	☑ Oui ☐ Non	Origine des données : ☐ Base de données SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) de la NASA, la NGA (National Geospatial-intelligence Agency) et des agences spatiales allemandes et italiennes (résolution initiale de 90 m). ☑ IGN, résolution : variable ☐ Raffinement du fichier pour prise en compte de relief local (remblais, excavation, …) Si oui, couplage ADMS / modèle d'écoulement diagnostique 3D FLOWSTAR pour prise en compte des effets locaux du relief sur les champs de vent et de turbulence. ☐ Environnement du site plat



	Pris en compte par le modèle dans l'étude	(a) Commentaires
Météorologie locale	☑ Observations locales ☐ Sorties modèle ☐ Conditions théoriques	Stations météorologiques retenues : **Istres, Salon de Provence et Marignane** Période considérée : **1er janvier 2007 au 31 décembre 2007** * Fréquence des données : **tri-horaire** (puis interpolées en données horaires avant utilisation en entrée du modèle) Paramètres utilisés : ☑ Direction du vent (Istres) ; ☑ Intensité du vent (Istres) ; ☑ Température (Valeur Moyennée sur Istres, Salon et Marignane**) ; ☑ Nébulosité (Valeur Moyennée sur Istres, Salon et Marignane**) ; ☑ Précipitation (Marignane) ; ☐ Autres.

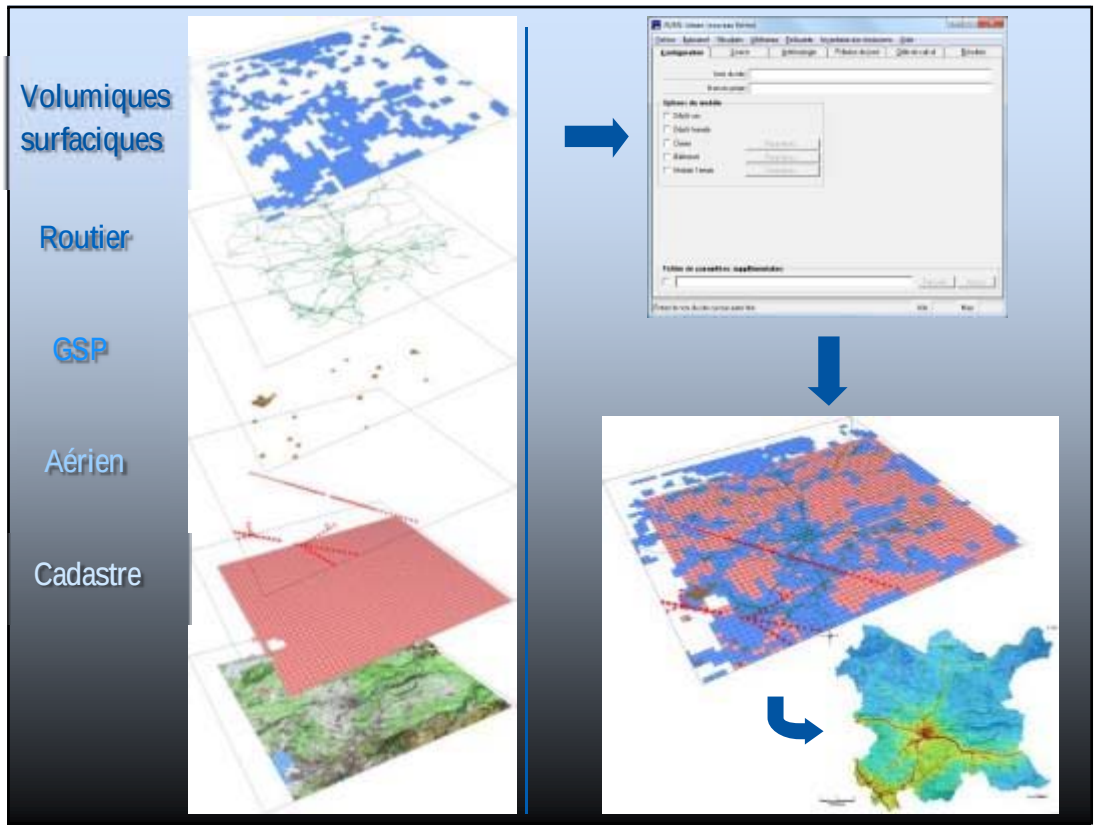
Rose des vents
mesurés sur la période : 01/01/07 au 31/12/07 au niveau de la station météorologique d'Istres



** Conformément à l'année de référence de l'inventaire d'émissions utilisé.*
*** Conformément à la méthodologie appliquée pour la plate-forme VIGIPOL.*

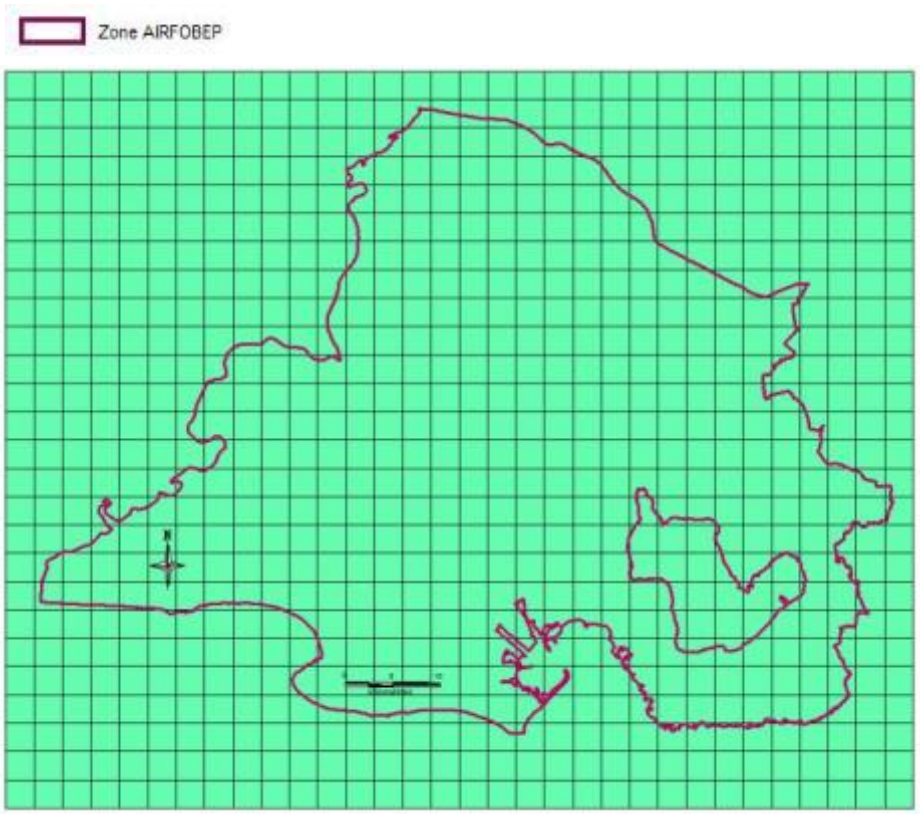
	Pris en compte par le modèle dans l'étude	(a) Commentaires
Conditions de vent calme	☐ Prises en compte dans le modèle ☑ Non prises en compte	Pourcentage de conditions de vent calme (< 0,75 m/s) sur la période météorologique considérée : 1,5%.
Nature des sols rencontrés sur le site météo	☐ Variable ☑ Homogène :	Valeur de rugosité du site météorologique estimée à 0,2 m.
Description de la stabilité atmosphérique	☑ Oui ☐ Non	Analyse d'échelle de Monin-Obukhov.
Cycle diurne du développement de la couche de mélange atmosphérique	☑ Oui ☐ Non	Le calcul de la hauteur de couche limite tient compte des heures précédentes dans la journée.
Phénomène d'îlot de chaleur	☑ Oui ☐ Non	Longueur minimale de Monin-Obukov fixée à 30 m.
Surélévation des panaches à l'émission	☑ Oui ☐ Non	Modèle intégral de trajectoire 3D en sortie de cheminée.
Phénomènes d'accumulation et de recirculation	☐ Oui ☑ Non	ADMS est un modèle qui calcule la contribution directe des panaches des sources étudiées.
Effet du bâti et des obstacles	☐ Oui ☑ Non	
Phénomènes de dépôts sec et humide	☑ Oui ☐ Non	Prise en compte du dépôt sec (chute par gravité) et humide (lessivage par les précipitations).
Polluants modélisés	☑ Composé chimique ☐ Gazeux : 0 ☑ Particulaires : 11 ☐ Odeurs	▪ Dioxines-furanes ; ▪ Arsenic ; ▪ Cadmium ; ▪ Chrome ; ▪ Cuivre ; ▪ Mercure ; ▪ Nickel ; ▪ Plomb ; ▪ Sélénium ; ▪ Vanadium ; ▪ Zinc. Diamètre moyen : 2,5 µm Masse volumique : 2 500 kg/m^3
Évolution chimique des rejets	☐ Oui ☑ Non	

	Pris en compte par le modèle dans l'étude	(a)	Commentaires
Sources d'émission		**<u>Origine des données : Inventaire d'émission AtmoPACA</u> :** ▪ Année de référence : 2007 ; ▪ Résolution : 3 km. **<u>Données disponibles dans la région de l'Etang de Berre</u> :** ▪ Émissions fournies par catégorie SNAP : o Sous la forme d'un cadastre d'une résolution de 3 km ; o Pour le réseau routier principal (linéique) ; o Pour les Grandes Sources Ponctuelles (GSP) et le trafic aérien. ▪ Caractéristiques physiques des GSP ; ▪ Localisation des sources ; ▪ Profils temporels des émissions (profils journaliers et mensuels). **<u>Sources modélisées dans ADMS</u> :** ▪ Cadastre d'émission ADMS : l'inventaire d'émission AtmoPACA a été modélisé dans sa totalité sous la forme d'un cadastre d'une résolution de 1 km ; ▪ Sources modélisées explicitement : o Les secteurs d'activité prépondérants en termes d'émission (sources volumiques) ; o Le trafic routier principal (sous forme linéique) ; o Les GSP (Grandes Sources Ponctuelles) ; o Le trafic aérien.	



	Pris en compte par le modèle dans l'étude	(a) Commentaires
Sources modélisées	☑ Cadastre Quantité : 832 mailles	▪ Épaisseur des sources : 10 m ; ▪ Résolution : 3 km x 3 km ; ▪ Profil temporel constant ; ▪ Correspond à la somme de toutes les émissions (inventaire AtmoPACA complet).

<u>Etendu du cadastre d'émission modélisé</u> :

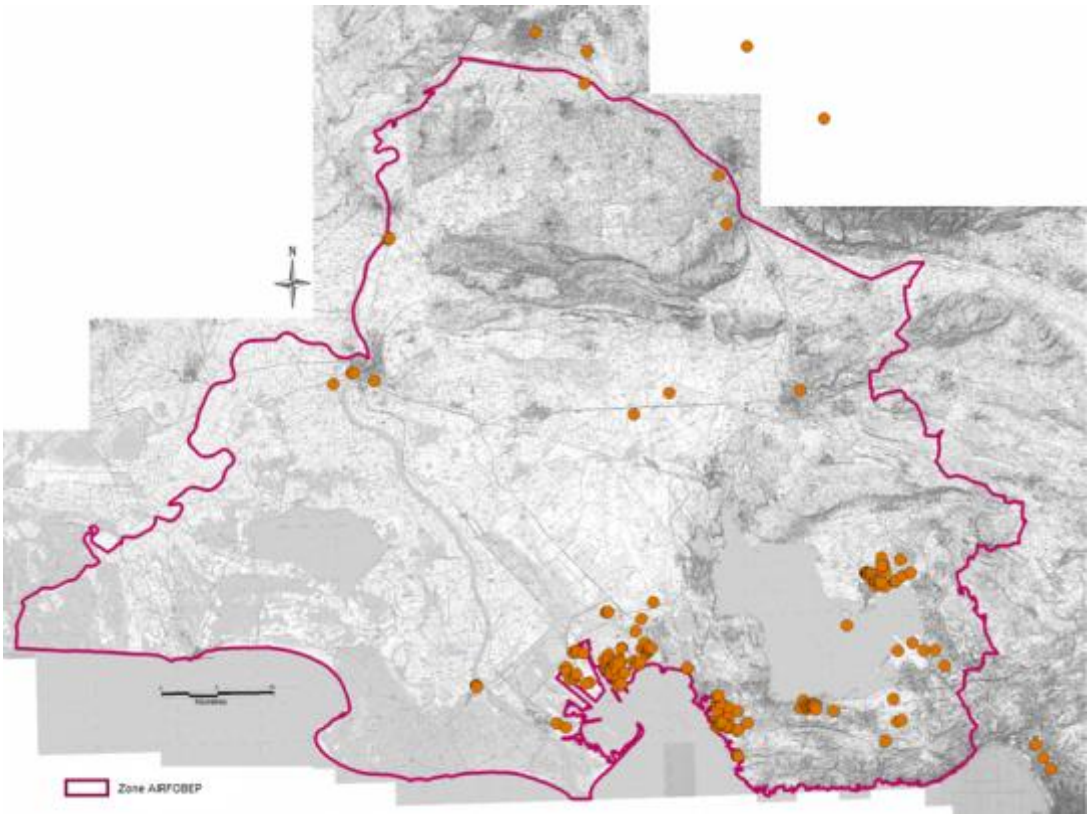


	Pris en compte par le modèle dans l'étude	(a) Commentaires
	☑ GSP Quantité : 328	▪ Intégration de toutes les sources (fournies dans l'inventaire AtmoPACA) situées sur le domaine d'étude, soit 327 sources ; o Modification des émissions d'ArcelorMittal Fos sur la base de la Déclaration annuelle des émissions polluantes – Rejets 2007 – 14/02/2008 ; o Ajout d'une GSP supplémentaire pour prendre en compte les émissions de l'incinérateur EVERE. Modélisation sur la base de la Déclaration annuelle des émissions polluantes – Rejets 2010 – 31/03/2011 ▪ Prise en compte d'un profil temporel des émissions ; ▪ Hypothèses réalisées (en accord avec AIR PACA) :

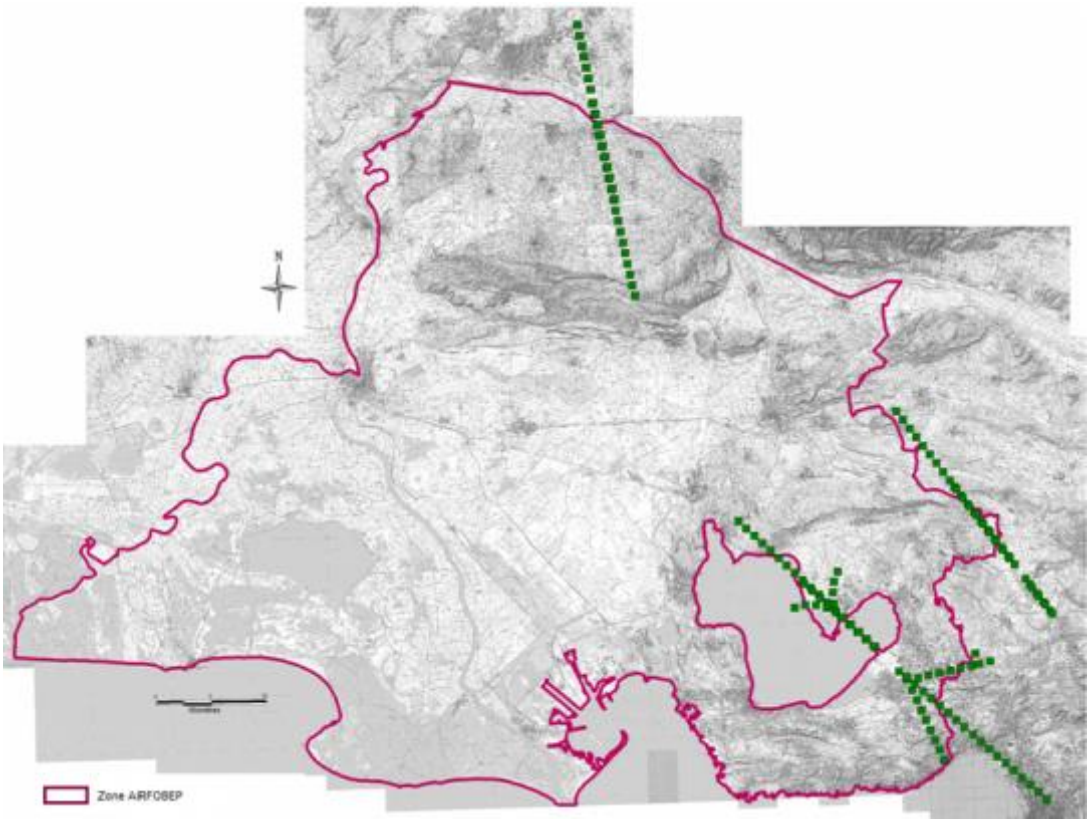
Données initialement fournies	Valeurs utilisées pour la modélisation
Diamètre non renseigné	1 mètre pour source canalisée 10 mètres pour les sources identifiées comme diffuses
Diamètre nul	1 mètre
Vitesse d'émission non renseignée	5 m/s pour source canalisée 0.001 m/s pour les sources identifiées comme diffuses
Température d'émission < 20°C	20°C

▪ Hypothèses réalisées pour l'incinérateur (en accord avec AIR PACA) : modélisé par une source canalisée de 50 m de hauteur, de diamètre 1 m, de vitesse d'éjection de 5m/s et de température d'émission de 20°C.

<u>Sources industrielles modélisées</u> :



	Pris en compte par le modèle dans l'étude	(a) Commentaires
	☑Aérien Quantité : 153	▪ Modélisation explicite des phases d'approche et de décollage ; ▪ Variation de l'altitude des avions (trajectoires en X, Y et Z) ; ▪ Modélisation des trajectoires par une succession de sources ponctuelles ; ▪ Prise en compte d'un profil temporel des émissions ; ▪ Modélisation de l'activité aéroportuaire par des sources volumiques. <u>Sources « aériennes » modélisées</u> :



	☑ Sources volumiques Quantité : 1 761	▪ Données disponibles : o Sources de 3 x 3 km² ; o Profils temporels d'émission associés à chaque source ; o Emissions par code SNAP. ▪ Travail spécifique réalisé sur les données : Agrégation des émissions suivant des profils temporels similaires (limitation du nombre de sources) :

Pris en compte par le modèle dans l'étude	(a)	Commentaires

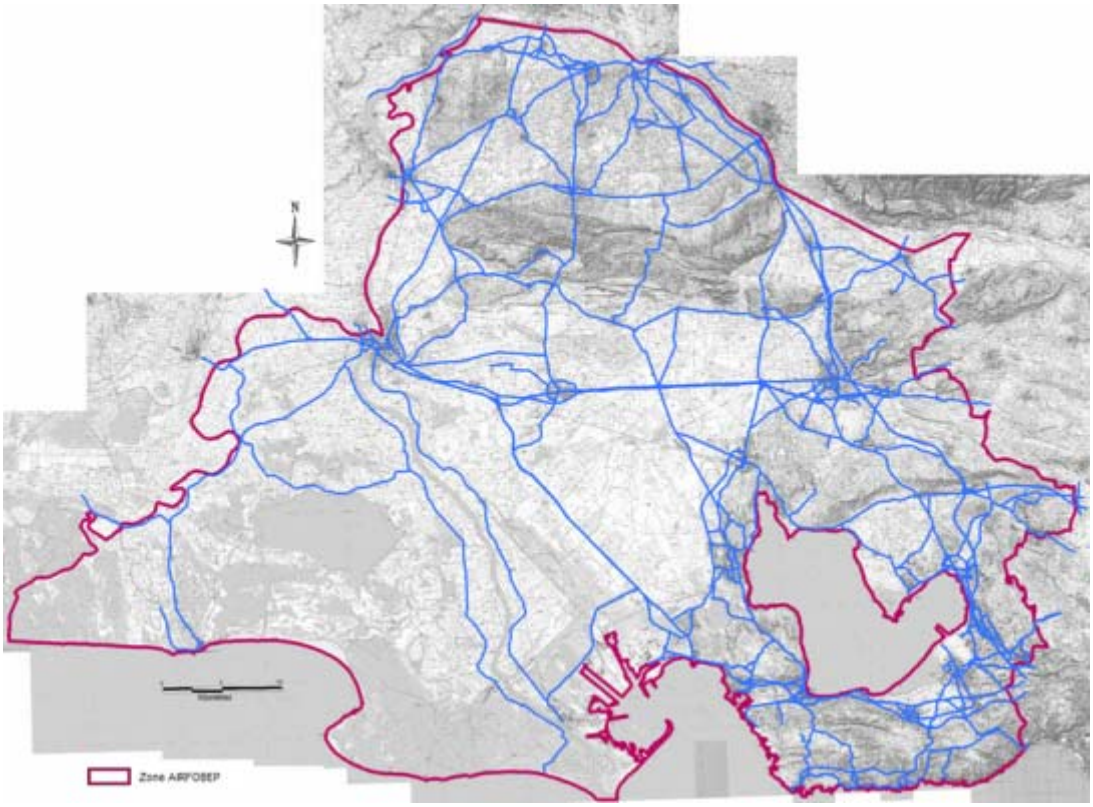
Contribution (%) aux émissions de métaux et dioxines-furanes par secteur d'activités (hors Grandes sources ponctuelles)													
Id	Profil	Dioxines-furanes	Plomb	Cadmium	Arsenic	Nickel	Mercure	Chrome	Cuivre	Sélénium	Vanadium	Zinc	Activités principales
1	C	0.4	15.3	36.5	28.9	57.3	25.2	55.9	12.6	4.9	43.0	74.1	Industrie (combustion) Procédés de combustion Traitements et élimination des déchets
2	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Agriculture et sylviculture
3	V	23.6	0.1	0.5	2.9	0.1	1.7	0.3	42.4	7.5	0	0.5	Transport non routier
4	V	4.7	16.1	31.3	37.6	28.8	26.2	16.6	7.7	5.3	45.3	10.8	Industrie (combustion)
5	V	33.6	15.5	18.1	14.2	2.5	14.3	10.1	6.2	75.0	0.7	7.6	Industrie (procédés)
6	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Utilisation de solvants et autres produits
7	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Distribution de l'essence
8	V	1.1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	Utilisation de solvants et autres produits
9	V	12.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Sources naturelles (forêts)
10	V	0	0	0	0	0	26.6	0	0	0	0	0	Industrie
11	V	0	51.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Trafic aérien
12	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Engins spéciaux – Loisirs / jardinage
13	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Culture
14	V	5.9	0.6	0.9	3.6	0.1	0.3	1.5	0.6	1.4	0	1.4	Combustion (résidentiel et agriculture)
15	V	12.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Feux ouverts de déchets agricoles
16	V	0.4	0.9	10.2	12.2	11.0	5.4	13.4	0.6	4.0	10.9	1.0	Production d'électricité et chauffage urbain
17	V	1.8	0.1	0.3	0.7	0	0.1	0.2	0.1	0.2	0	0.2	Combustion (commercial et institutionnel)
186	V	4.1	0	2.1	0	0.3	0	1.5	29.7	1.8	0	4.5	Routier secondaire

- Choix des sources volumiques explicitées dans ADMS basé sur (limitation du nombre de sources) :
  - Profils d'émissions variables (non constant) ;
  - Contribution des émissions >10% pour les polluants considérés ;
  - Sources situées entièrement ou partiellement dans lé région de l'Etang de Berre

<u>Choix des activités retenues pour être modélisées comme des sources volumiques</u> :

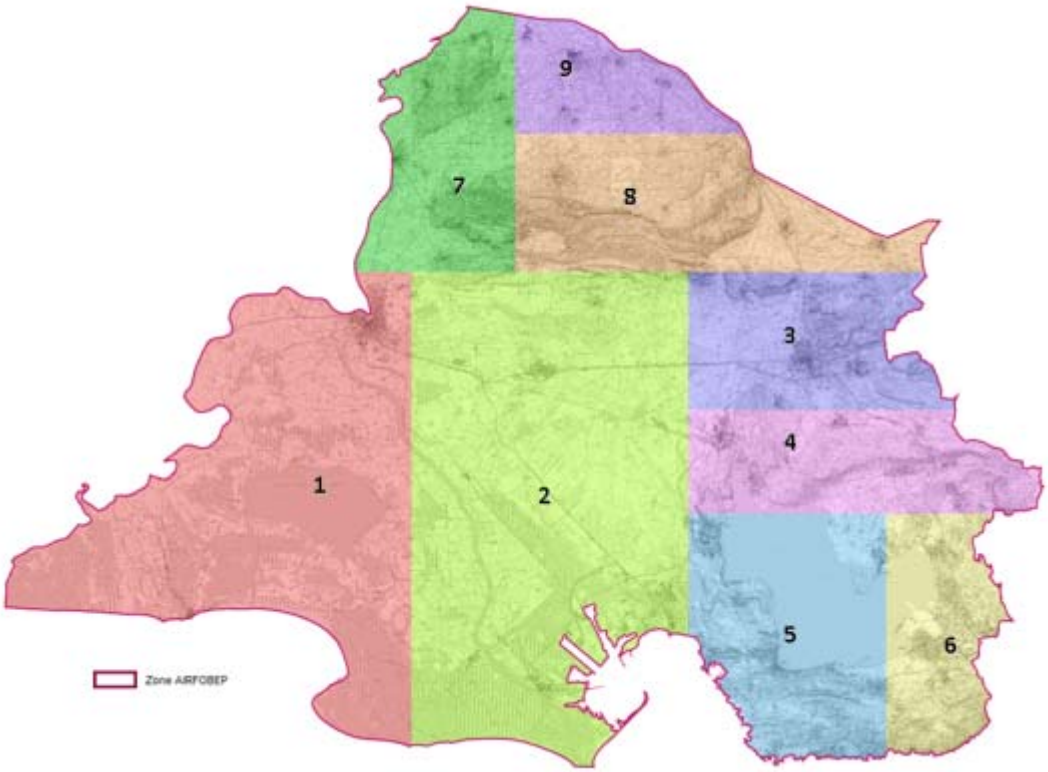
Activité	Principales activités (correspondance SNAP)	Hauteur de la source
3	Trafic ferroviaire Navigation fluviale Activités maritimes Engins spéciaux - agriculture	5 m
4	Industries (combustion des industries manufacturières)	20 m
5	Industries (Fours, procédés énergétiques, procédés des industriels du bois, papier, alimentation, ...)	20 m
9	Sources naturelles (forêts)	20 m
10	Industries (procédés de l'industrie des métaux non ferreux et chimie inorganique)	20 m
11	Trafic aérien	10 m
15	Feux ouverts de déchets agricoles	3 m
16	Production d'électricité et chauffage urbain	15 m
186	Trafic routier secondaire	1 m

	Pris en compte par le modèle dans l'étude	(a) Commentaires
	☑ Sources routières Quantité : 13 178	▪ Plus de 20 000 axes routiers renseignés dans l'inventaire dans la région de l'Etang de Berre; ▪ Modélisation dans ADMS d'une partie des axes routiers (13 178 sources), les autres sources ont été modélisées par des sources volumiques ; o Réseau initial correspondant aux axes modélisés dans VIGIPOL ; o Ajout des axes routiers associés à une émission en NO_x supérieure à 0,02 g/km/s (pour cette valeur d'émission, un axe routier a une contribution d'environ 1 µg/m^3 en NO_2) ; o Ajout des axes routiers permettant de conserver la continuité du réseau routier. ▪ Prise en compte des profils temporels ; ▪ Élévation de la route par rapport au sol : 0 m ; ▪ Largeur de route : 10 m ; ▪ Effet de canyons non modélisé ; ▪ Prise en compte des profils temporels des émissions. <u>Réseau routier modélisé</u> :



Découpage de la zone d'étude	☐ Non ☑ Oui Nombre de zones : 9	Modélisation du domaine d'étude par zones géographiques rendu nécessaire par le nombre important de sources et de points de calculs.

	Pris en compte par le modèle dans l'étude	(a)	Commentaires

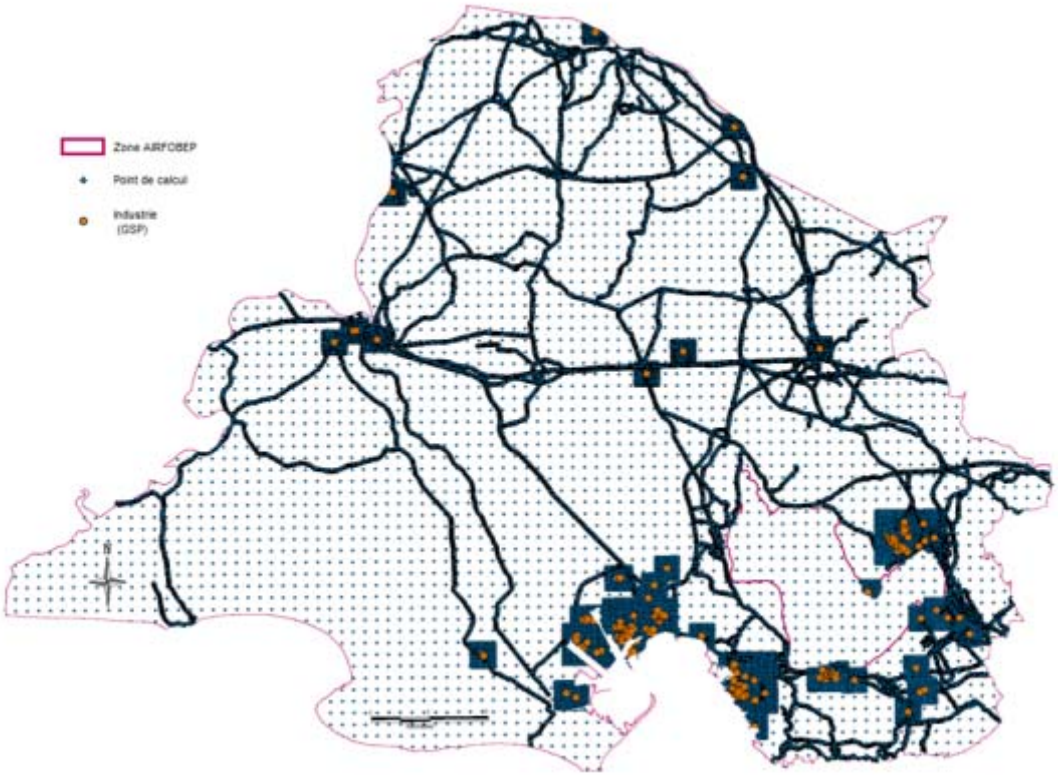


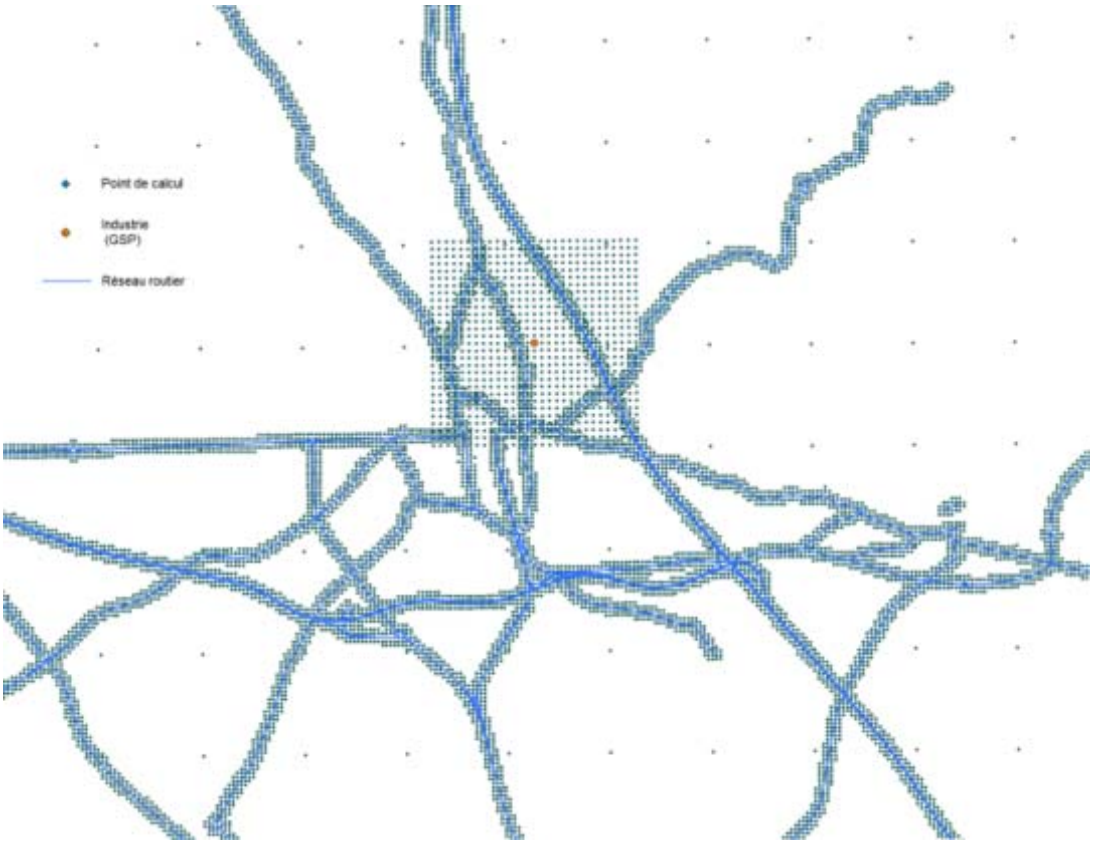
Grille de calcul

Imbrication de plusieurs grilles de calcul :

- Résolution minimale de 1 000 m sur le domaine ;
- Résolution d'environ 70 m autour des sources industrielles ;
- Résolution de 40 m dans une bande de 200 m de part et d'autre des principaux axes routiers ;
- Total de 159 376 points de calcul.

	Pris en compte par le modèle dans l'étude		(a)	Commentaires





	Pris en compte par le modèle dans l'étude	(a) Commentaires
Temps d'intégration	☑ Horaire ☐ Autre :	
Paramètres calculés en sortie	☑ Concentration moyenne annuelle ☐ Percentiles[1] 100 horaires ☐ Percentiles 100 journaliers ☑ Dépôt moy. an. au sol ☐ Autre(s) :	Hauteur de calcul : Pour les concentrations : 1,5 m au-dessus du sol
Type de résultats fournis	☑ Cartographies couleur de dispersion ☐ Données numériques au format colonne, séparateur virgule ☐ pour la grille de calcul ☐ pour les points récepteurs ☐ Autres :	Nom des fichiers associés : Polluants émis par tous les secteurs d'activité sauf le trafic routier : - *Cartos_non-routier_Conc_220911.pdf* - *Cartos_non-routier_Depot_220911.pdf* Polluants émis par l'ensemble des secteurs d'activité dont le trafic routier : - *Cartos_routier_Conc_200911-2.pdf* - *Cartos_routier_Depot_200911.pdf*

[1] *Définition d'un percentile x : En chaque point de la grille d'étude, x% des valeurs (horaires ou journalières) calculées sur l'année sont inférieures au percentile x (horaire ou journalier), et 100-x% des valeurs lui sont supérieures.*

5 Stratégie de prélèvement

5.1 Métrologie

5.1.1 Les méthodes de prélèvement

Les niveaux des concentrations recherchées sont très faibles. Une attention particulière est portée à la phase de prélèvement, pour éviter toute perte de matière et toute contamination.

a) Les retombées atmosphériques

Pour les prélèvements des retombées atmosphériques, la méthode utilisée répond aux dispositions de la norme NF X43-014. L'équipement mis en œuvre est la jauge OWEN.
Les jauges OWEN utilisées ont une contenance de 20 litres :

- jauges en verre pour les dioxines / furanes,
- jauges en plastique pour les métaux.

La durée de prélèvement est de l'ordre de 2 mois.

b) L'air ambiant

Pour le prélèvement des dioxines et furanes dans l'air ambiant, il n'existe pas de norme ou de recommandations nationales.

Le choix de la méthode s'est donc appuyé sur :

- les faibles concentrations à prélever,
- l'expérience acquise dans ce domaine par les AASQA.

Le choix s'est porté sur un prélèvement :

- à haut débit (30 $m^3.h^{-1}$), avec une tête de coupure PM10,
- sur un couplage de filtre et de mousse pour piéger les fractions particulaire et gazeuse.
- d'une durée d'échantillonnage de l'ordre de 5 jours.
  Le préleveur choisi a montré son équivalence à la méthode de référence conformément à la norme NF EN 12341.

Jauges Owen pour les prélèvements des retombées atmosphériques.

Equipement à haut débit pour les prélèvements dans l'air ambiant.

5.1.2 L'analyse

Les analyses des prélèvements sont réalisées par un laboratoire accrédité par le COFRAC.

a) Dioxines et furanes

La méthode d'analyse utilisée est conforme à la norme NF EN 1948-2 et 3. L'analyse est réalisée avec un chromatographe capillaire haute résolution couplé à un spectromètre de masse haute résolution : HRGC_HRMS.

b) Métaux lourds

La méthode d'analyse utilisée est conforme à la norme NF EN 14902. L'analyse est réalisée par spectrométrie de masse couplée à un plasma inductif (ICP-MS).

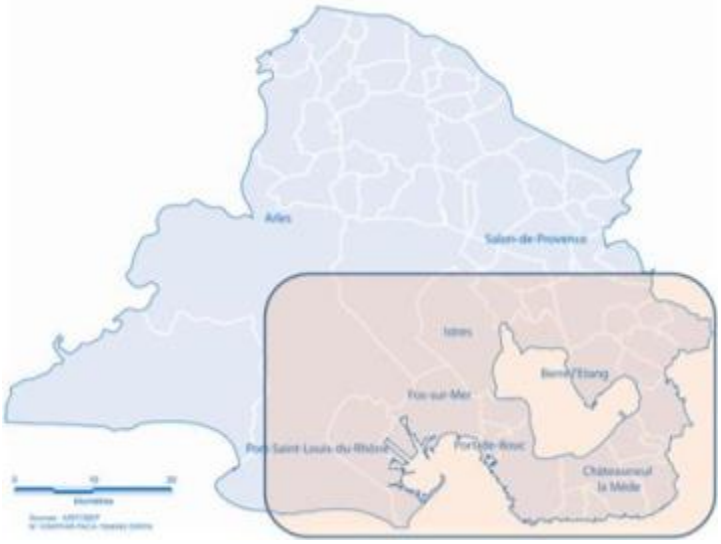
Des blancs de terrain sont effectués à chaque campagne, pour les mesures dans l'air ambiant et dans les dépôts.

5.2 Campagnes de mesures

5.2.1 La zone de l'étude

Les investigations de l'étude concerne le pourtour de l'étang de Berre et l'Ouest des Bouches-du-Rhône. Dans cette aire, on distingue :

- la zone du pourtour de l'étang incluant les principales installations industrielles,
- la zone au nord et à l'ouest de l'étang de Berre, plus éloignée des plateformes industrielles.



Zones de l'étude, proche et éloignée des installations industrielles.

5.2.2 Stratégie de prélèvements

La stratégie de prélèvement adoptée vise à satisfaire 3 exigences :

- la couverture de la région de l'Etang de Berre,
- la représentativité spatiale,
- la représentativité temporelle.

Les prélèvements ont donc concerné l'ensemble du territoire de la région de l'étang de Berre.

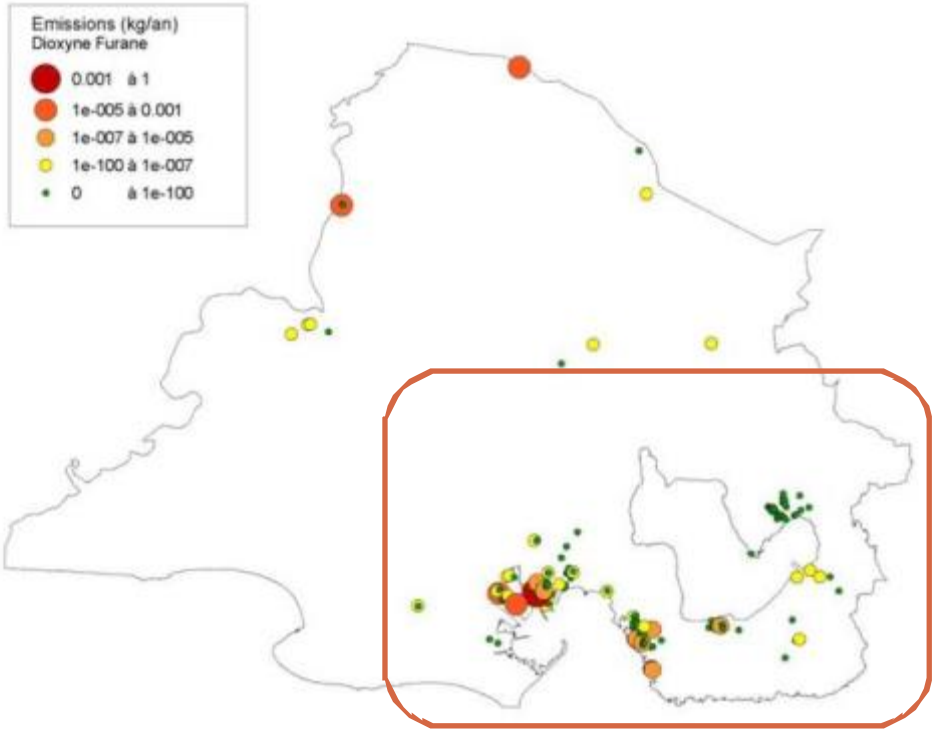
Pour satisfaire au mieux la représentativité spatiale, les prélèvements ont concerné :

- d'une part les zones les plus impactées par les sources d'émission des polluants concernés, de part leur proximité ou leur situation sous les vents des sources industrielles émettrices,
- d'autre part des zones éloignées des sources industrielles émettrices.

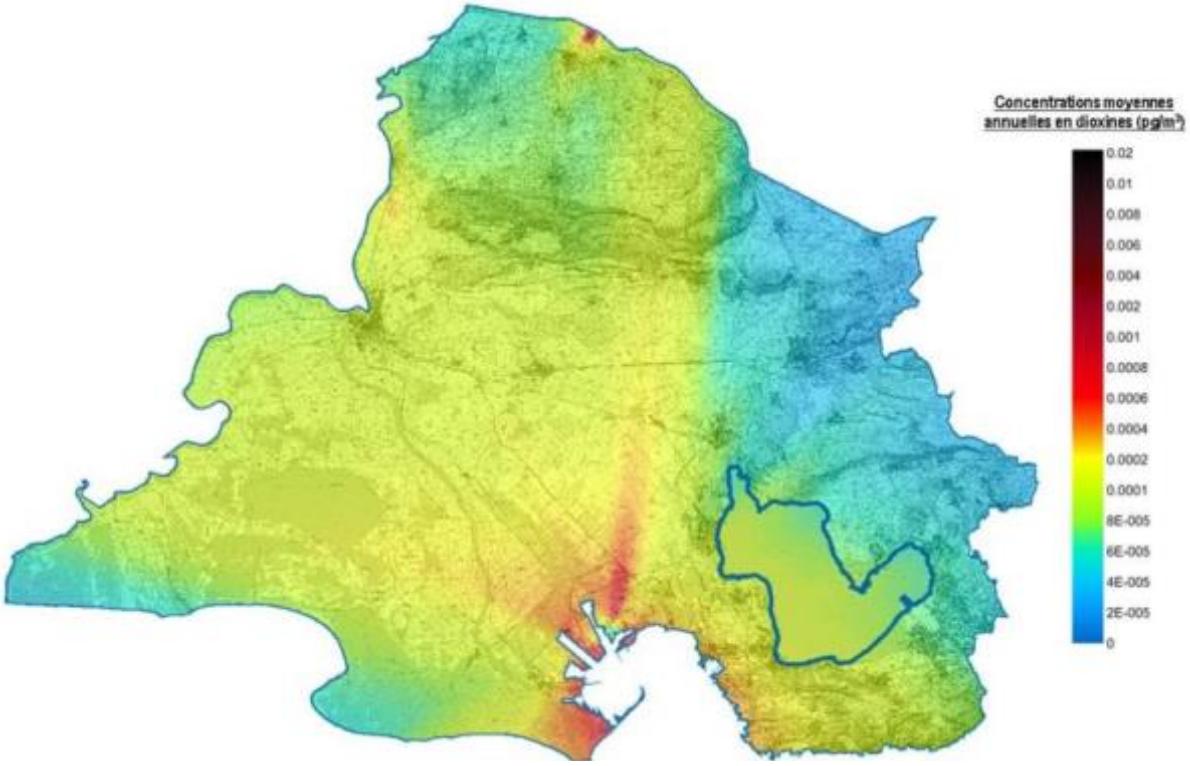
Le choix des points de prélèvement a été fait à partir des éléments issus :

- de l'inventaire des émissions des polluants concernés,
- des simulations de la dispersion et du dépôt des polluants concernés émis par les installations industrielles.

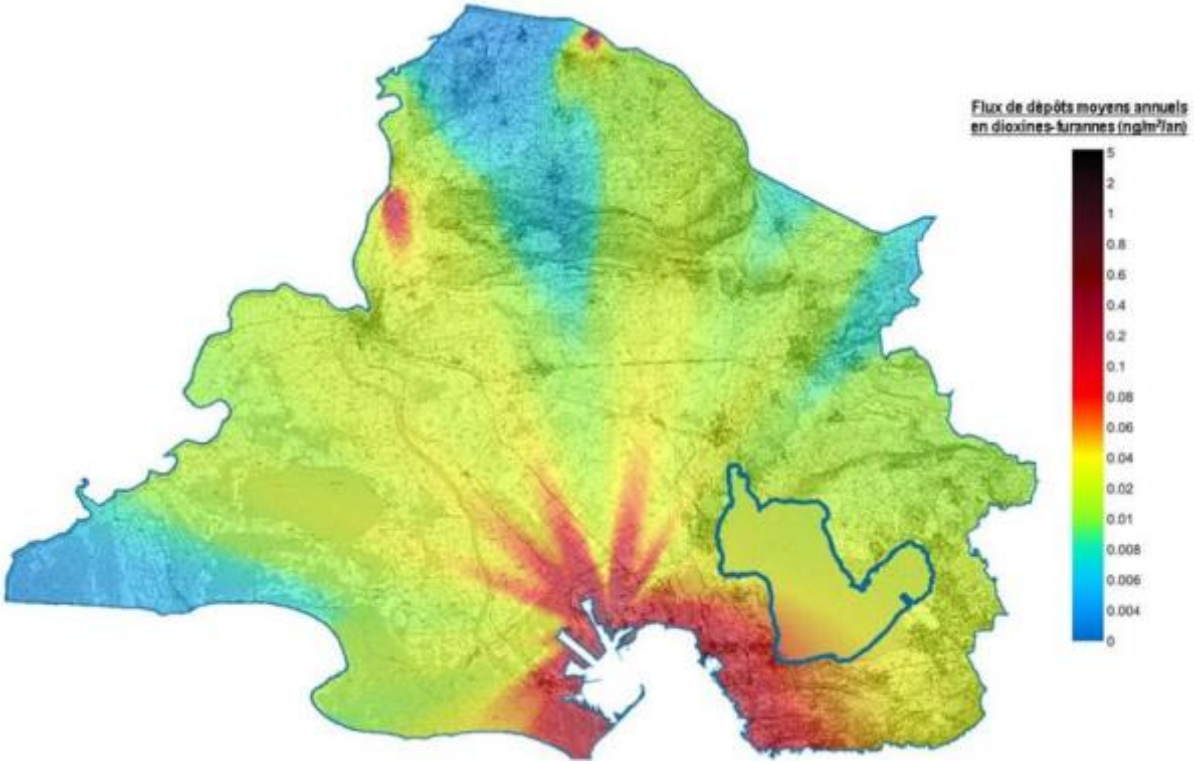
L'affinement du réseau de points de prélèvements tient aussi compte de la proximité de stations fixes existantes d'AIR PACA.



Emissions des dioxines par les installations industrielles : Grandes Sources Ponctuelles (GSP).



Modélisation des concentrations des dioxines émises par les installations industrielles (Grandes Sources Ponctuelles (GSP) : dispersion dans l'air ambiant.



Modélisation des concentrations des dioxines émises par les installations industrielles (Grandes Sources Ponctuelles (GSP) : dépôts atmosphériques.

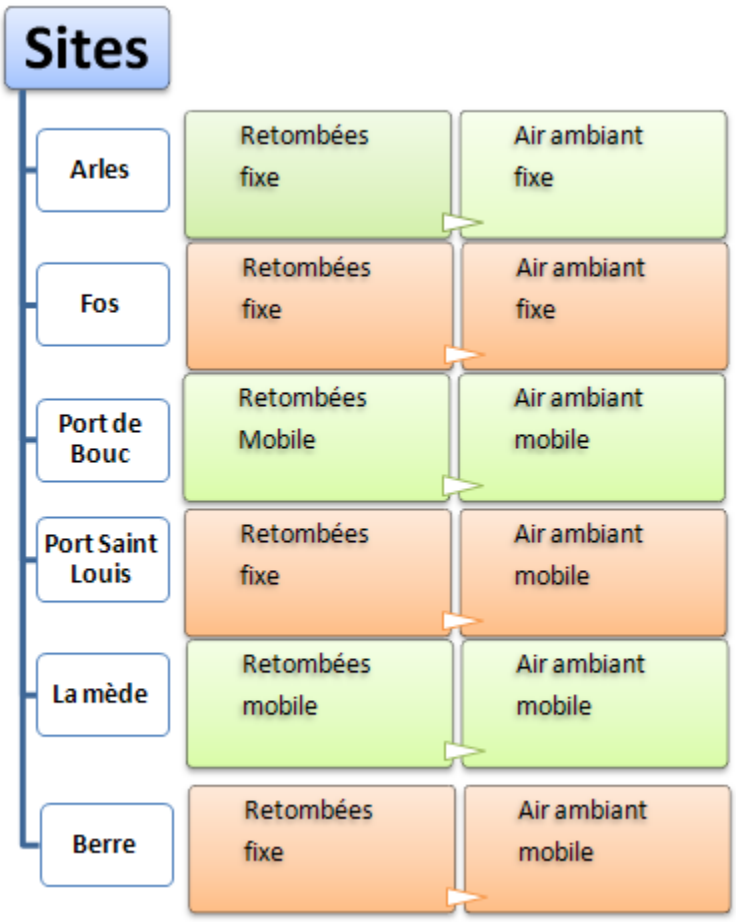
5.2.3 Réseau des sites de prélèvements

Le réseau de prélèvements choisi est constitué de 6 sites :

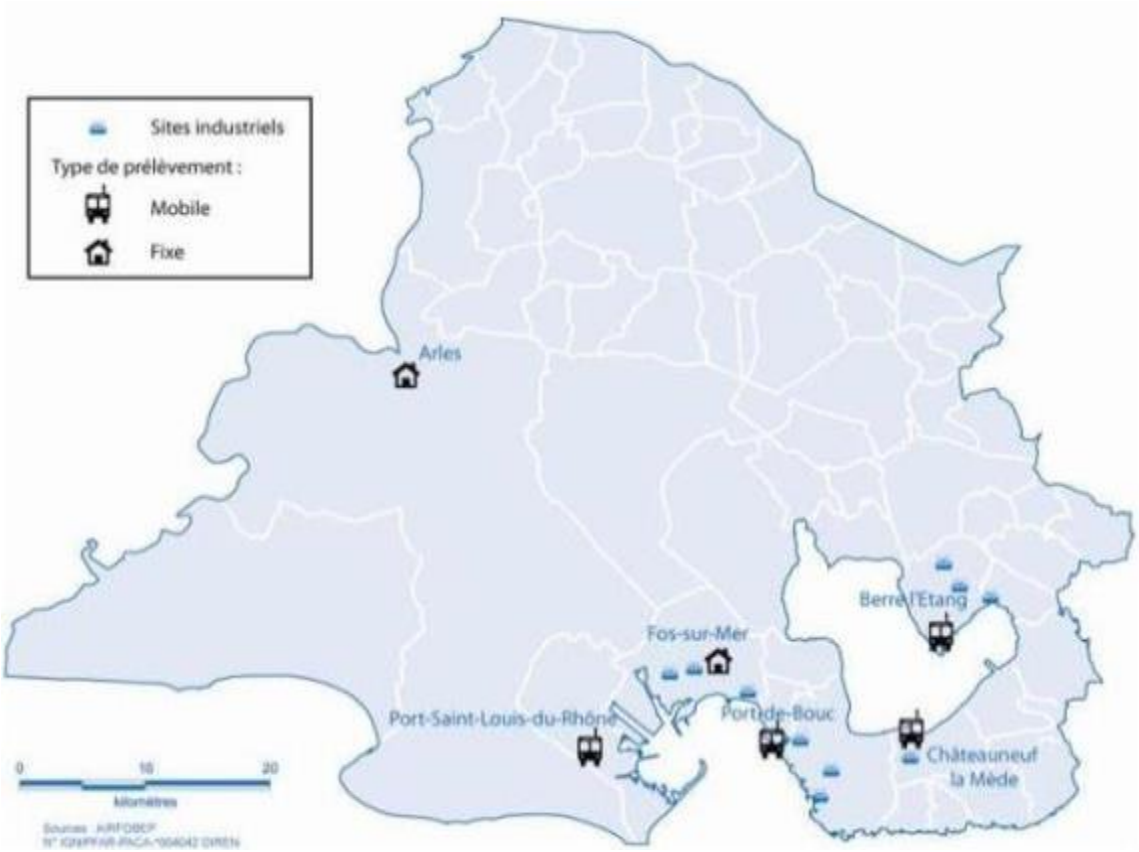
- 5 sites dans la zone impactée incluant les plateformes industrielles :
  Fos, Port-de-Bouc, Port saint Louis, La mède et Berre l'étang.
- 1 site éloigné pour constituer un point de référence :
  Arles.

La logistique de la campagne pour couvrir ces 6 sites intègre des systèmes de prélèvement fixes et mobiles :

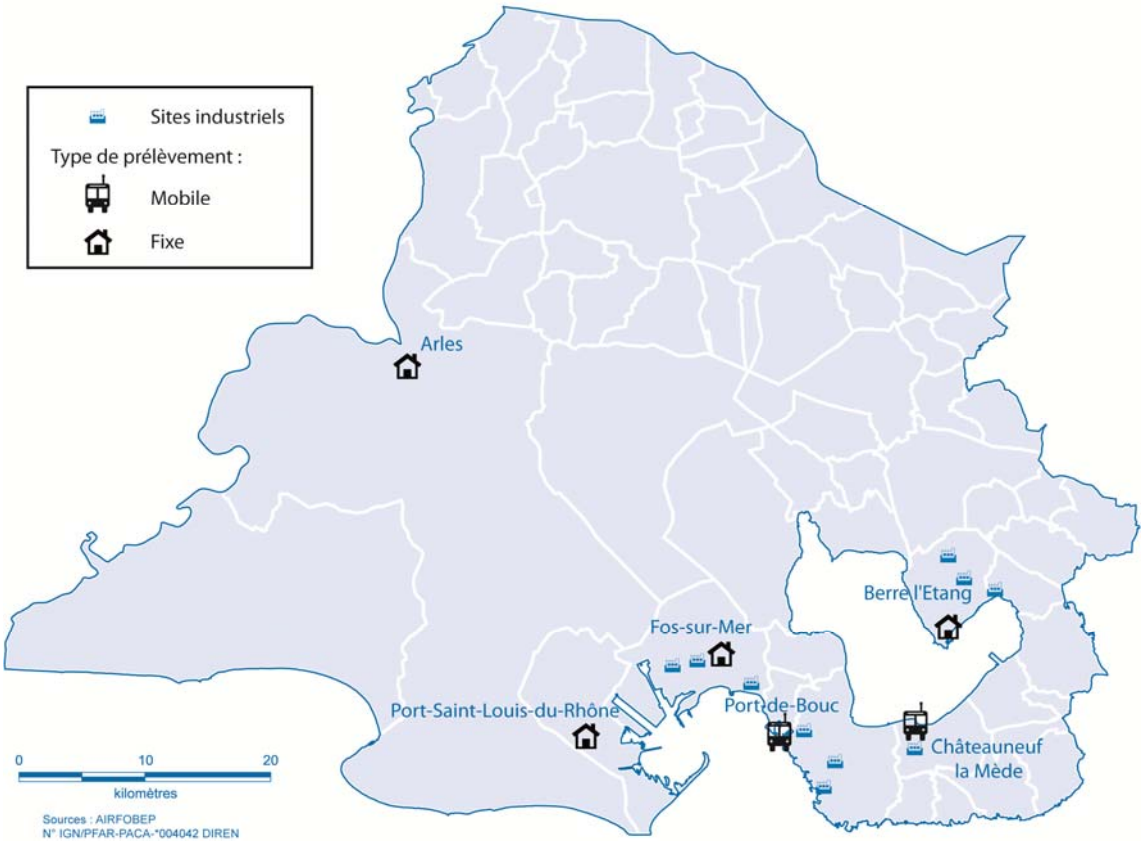
- 2 sites fixes et 4 sites mobiles pour les prélèvements de l'air ambiant,
- 4 sites fixes et 2 sites mobiles pour les prélèvements des retombées atmosphériques.



Réseau des prélèvements : air ambiant et retombées atmosphériques – typologies des sites.



Carte des sites de prélèvement dans l'air ambiant.



Carte des sites de prélèvement dans les retombées atmosphériques.

5.2.4 Planification

Dans la stratégie de prélèvements adoptée, on distingue deux typologies :

- les prélèvements pour l'air ambiant et ceux pour les dépôts atmosphériques,
- les prélèvements avec des équipements fixes et ceux réalisés avec des moyens mobiles.

La représentativité temporelle dans la stratégie de prélèvement est assurée en réalisant :

- des prélèvements bien répartis sur une année complète (12 mois),
- des prélèvements sur périodes cumulées significatives.

Le choix qui a été fait est de réaliser :

- soit des prélèvements en continu,
- soit des prélèvements ponctuels représentant au moins 16% de l'année. Ce pourcentage est préconisé par les directives européennes pour les prélèvements discontinus des métaux lourds par exemple.

Sites	Sept. 2011	Oct. 2011	Nov. 2011	Déc. 2011	Janv. 2012	Fév. 2012	Mars. 2012	Avril 2012	Mai 2012	Juin 2012	Juil. 2012	Août 2012
Arles	Air ambiant 1	Air ambiant	Air ambiant 1	Air ambiant	Air ambiant 1	Air ambiant	Air ambiant 1	Air ambiant	Air ambiant 1	Air ambiant 1	Air ambiant 1	Air ambiant 1
Fos	Air ambiant 1	Air ambiant 1	Air ambiant	Air ambiant 1	Air ambiant	Air ambiant 1	Air ambiant	Air ambiant 1	Air ambiant 1	Air ambiant 1	Air ambiant 1	Air ambiant
Port de Bouc	Air ambiant 1	Air ambiant	Air ambiant	Air ambiant 1	Air ambiant	Air ambiant	Air ambiant 1	Air ambiant	Air ambiant	Air ambiant 1	Air ambiant	Air ambiant
Port Saint Louis	Air ambiant	Air ambiant 1	Air ambiant	Air ambiant	Air ambiant 1	Air ambiant	Air ambiant	Air ambiant 1	Air ambiant	Air ambiant	Air ambiant 1	Air ambiant
La mède	Air ambiant	Air ambiant	Air ambiant 1	Air ambiant	Air ambiant	Air ambiant 1	Air ambiant	Air ambiant	Air ambiant 1	Air ambiant	Air ambiant	Air ambiant 1
Berre	Air ambiant 1	Air ambiant	Air ambiant	Air ambiant 1	Air ambiant	Air ambiant	Air ambiant 1	Air ambiant	Air ambiant	Air ambiant 1	Air ambiant	Air ambiant

Stratégie de prélèvement dans l'air ambiant : Site période et nombre de prélèvements.

Sites	août sept. 2011	Oct. Nov. 2011	Déc. 2011 Janv. 2012	Fév. Mars 2012	Avril Mai 2012	Juin Juil. 2012
Arles	Dépôts 1	Dépôts 1	Dépôts 1	Dépôts 1	Dépôts 1	Dépôts 1
Fos	Dépôts 1	Dépôts 1	Dépôts 1	Dépôts 1	Dépôts 1	Dépôts 1
Port de Bouc	Dépôts 1	Dépôts 1	Dépôts 1	Dépôts 1	Dépôts 1	Dépôts 1
Port Saint Louis	Dépôts 1		Dépôts 1		Dépôts 1	
La mède		Dépôts 1		Dépôts 1		Dépôts 1
Berre	Dépôts 1	Dépôts 1	Dépôts 1	Dépôts 1	Dépôts 1	Dépôts 1

Stratégie de prélèvement dans les retombées atmosphériques : Site période et nombre de prélèvements.

5.3 Références

5.3.1 Norme Européenne NF EN 12341 : janvier 1999

Qualité de l'air
Détermination de la fraction PM10 de matière particulaire en suspension.
Méthode de référence te procédure d'essai in situ pour démontrer l'équivalence à la référence de méthode de mesurage.

5.3.2 Norme française NF X 43-014 : novembre 2003

Qualité de l'air – Air ambiant.
Détermination des retombées atmosphériques totales.
Echantillonnage – Préparation des échantillons avant analyses.

5.3.3 Norme Européenne NF EN 15549 : Juillet 2008

Qualité de l'air.
Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration du benzo[a]pyrène dans l'air ambiant.

5.3.4 Directive 2004/107/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 décembre 2004

Concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant.

5.3.5 Guide des bonnes pratiques pour la conception et la mise en œuvre d'un réseau de surveillance des dioxines et furannes dans l'environnement

INERIS – SPPPI PACA – GT Dioxines : Juillet 2007.

5.3.6 Programme de surveillance des dioxines – furannes et métaux lourds dans les retombées atmosphériques et l'air ambiant.

ATMO Rhône-Alpes : janvier 2009.

5.3.7 Méthode de surveillance des dioxines autour d'une UIOM.

INERIS : 2001.

5.3.8 Inventaire des émissions dans la région PACA.

Année de référence : 2007.
ATMO PCACA : mai 2011.

6 Résultats

L'objectif du projet est de documenter, par la mesure, les concentrations des dioxines furanes et de certains métaux dans l'air ambiant et les retombées atmosphériques, dans la région de l'étang de Berre.

Les prélèvements se sont déroulés entre septembre 2011 et août 2012. Le présent rapport présente les résultats de l'analyse des prélèvements réalisés.

6.1 Précisions sur les résultats

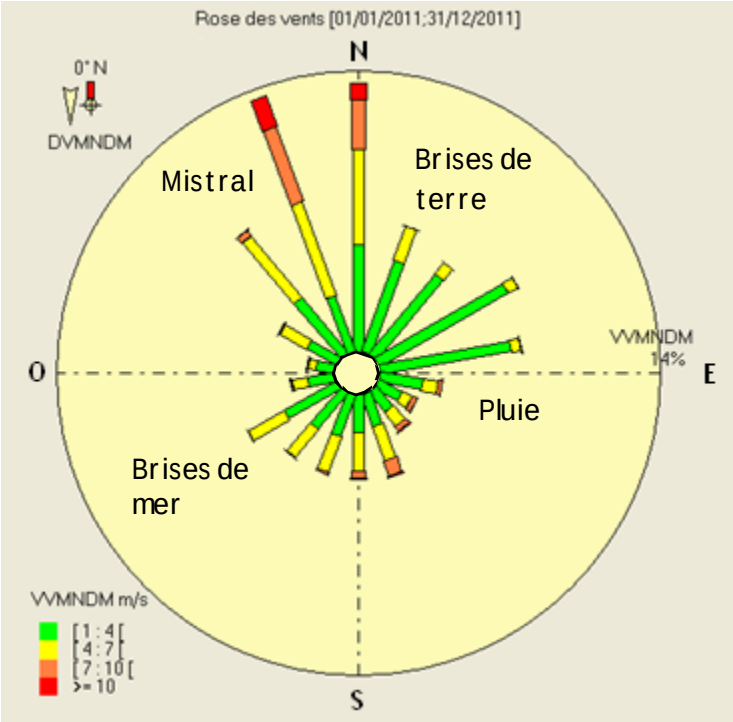
Par la suite, nous avons créé un code couleur pour spécifier la saison étudiée :

Printemps	Eté	Automne	Hiver

De plus, afin d'expliquer au mieux les résultats obtenus, nous avons spécifié les vents pour chacun des prélèvements. Ils sont représentés sous forme de roses des vents. Elles indiquent la fréquence et la direction des vents. Le vent est un facteur essentiel expliquant la dispersion des polluants. Dans la région de Berre et de l'ouest des Bouches du- Rhône, quatre situations caractéristiques prédominent :

- N/NO : des vents modérés à forts (le Mistral)
- E/SE : des vents faibles à modérés souvent accompagnés de pluie
- NE : des périodes anticycloniques (brises de terre) avec vents faibles à nuls
- SO : les régimes de brises de mer de faibles à modérés

Vous trouverez ci-dessous un exemple de rose des vents : celle de l'année 2011.



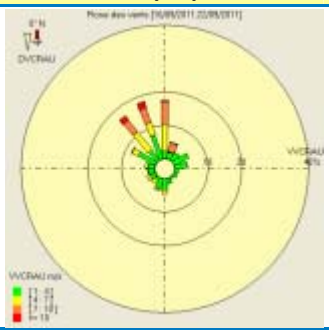
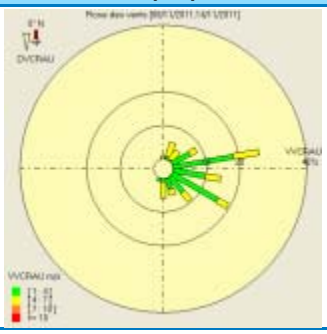
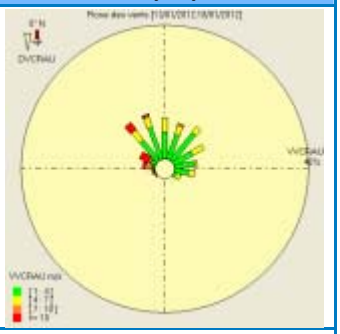
6.2 Résultats dans l'air ambiant par site

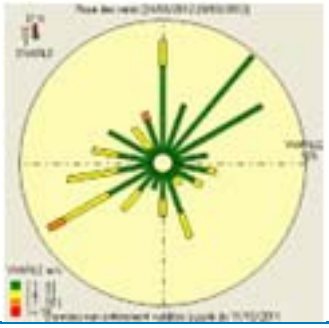
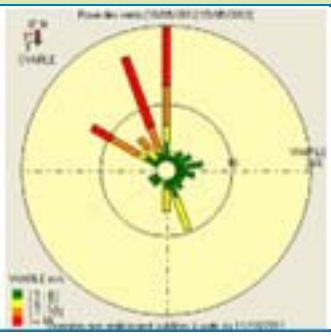
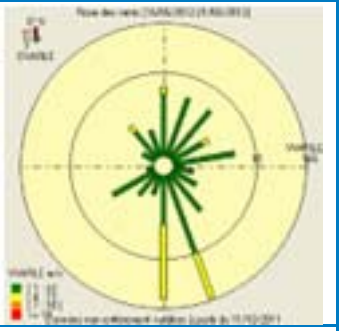
6.2.1 Arles

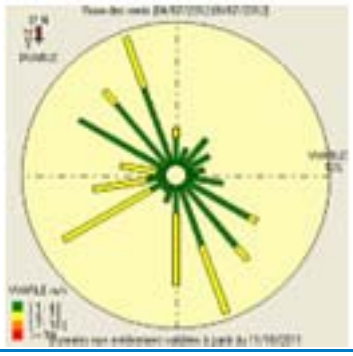
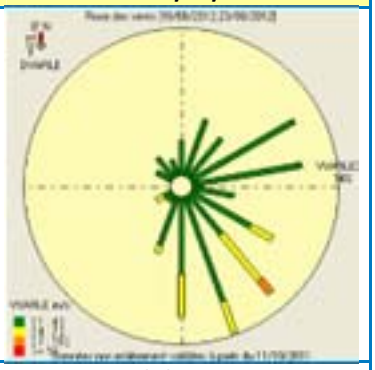
❖ Description du site

- Code B.D.Q.A. (Banque de Données sur la Qualité de l'Air) : 02022
- Latitude : 43°40'32
- Longitude : 4°37'43
- Type de zone : ZUR
- Typologie du site : Urbaine

❖ Conditions de prélèvement (rose des vents et pluviométrie)

Prélèvements	**Du 16/09/11 au 22/09/11**	**Du 08/11/11 au 14/11/11**	**Du 16/02/12 au 21/02/12**
Rose des vents			
Pluviométrie	6.5 mm	25.2 mm	0.0 mm

Prélèvements	**Du 24/03/12 au 29/03/12**	**Du 10/05/12 au 15/05/12**	**Du 16/06/12 au 21/06/12**
Rose des vents			
Pluviométrie	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm

Prélèvements	Du 04/07/12 au 09/07/12	Du 18/08/12 au 23/08/12
Rose des vents		
Pluviométrie	0.0 mm	0.0 mm

❖ <u>Concentrations obtenues</u>

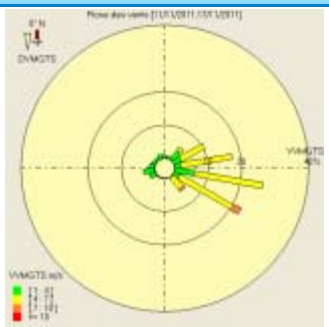
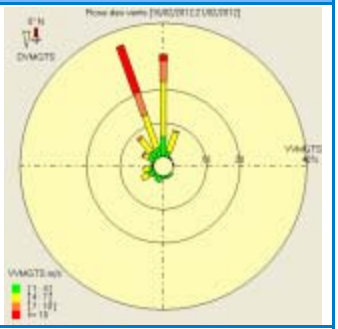
Polluants	Du 16/09/11 au 22/09/11	Du 08/11/11 au 14/11/11	Du 13/12/12 au 18/12/12	Du 24/03/12 au 29/03/12	Du 10/05/12 au 15/05/12	Du 16/06/12 au 21/06/12	Du 4/07/12 au 9/07/12	Du 18/08/12 au 23/08/12	Moyenne
As (ng/m³)	0.299	0.489	0.427	0.743	0.281	0.320	0.198	0.216	***0.371***
Cd (ng/m³)	0.076	0.218	0.160	0.446	0.102	0.144	0.052	0.157	***0.169***
Ni (ng/m³)	1.15	1.35	1.42	2.28	1.51	1.77	1.17	1.55	***1.523***
Pb (ng/m³)	2.89	5.82	6.49	14.92	42.99	5.34	1.96	2.76	***10.396***
Cr (ng/m³)	1.28	1.22	1.54	2.91	2.29	2.36	0.96	1.29	***1.732***
Cu (ng/m³)	4.03	6.02	5.63	9.10	5.20	6.22	4.84	2.80	***5.481***
Se (ng/m³)	0.306	0.467	0.378	0.743	0.530	0.513	0.374	0.364	***0.459***
V (ng/m³)	0.918	2.11	0.745	3.566	3.160	4.38	2.762	3.130	***2.597***
Zn (ng/m³)	10.0	12.4	16.9	55.4	26.3	23.2	8.0	5.2	***19.662***
Hg (pg/m³)	12	14	31	14	0	14	14	14	***16***
DF (fg I-TEQ/m³)	7.60	41.7	21.8	26.3	23.58	10.5	14	3.6	***18.6***

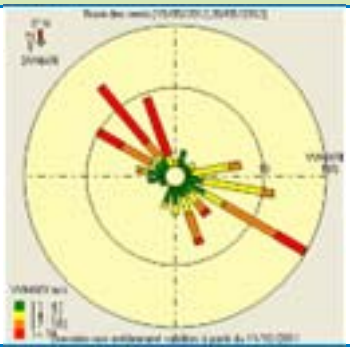
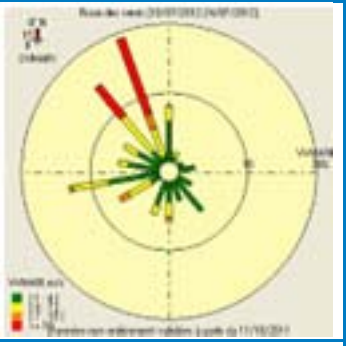
6.2.2 Berre l'Etang

❖ Description du site

- Code B.D.Q.A. : 02001
- Latitude : 43°29'09
- Longitude : 5°10'19
- Type de zone : ZI
- Typologie du site : Urbaine

❖ Conditions de prélèvement (rose des vents et pluviométrie)

Prélèvements	Du 11/11/11 au 17/11/11	Du 16/02/12 au 21/02/12
Rose des vents		
Pluviométrie	0.2 mm	0.0 mm

Prélèvements	Du 15/05/12 au 20/05/11	Du 19/07/12 au 24/07/12
Rose des vents		
Pluviométrie	2.4 mm	0.0 mm

❖ Concentrations obtenues

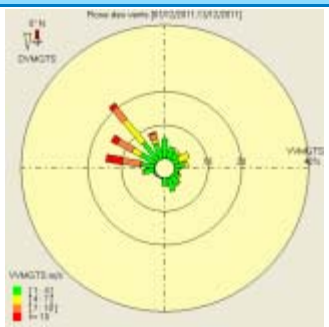
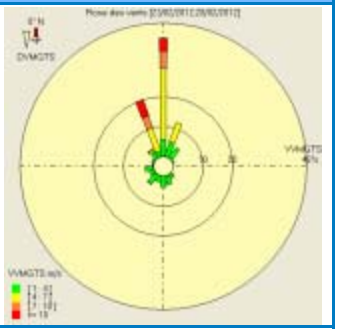
Polluants	Du 11/11/11 au 17/11/11	Du 16/02/12 au 21/02/12	Du 15/05/12 au 20/05/12	Du 19/07/12 au 24/07/12	Moyenne
As (ng/m³)	0.390	0.359	0.278	0.391	***0.354***
Cd (ng/m³)	0.169	0.158	0.065	0.080	***0.118***
Ni (ng/m³)	4.46	1.38	2.01	2.587	***2.610***
Pb (ng/m³)	5.66	6.40	3.43	3.247	***4.683***
Cr (ng/m³)	1.33	2.24	2.54	4.205	***2.578***
Cu (ng/m³)	7.57	6.99	4.22	8.836	***6.903***
Se (ng/m³)	0.393	0.282	0.276	0.347	***0.324***
V (ng/m³)	4.87	1.94	3.81	4.957	***3.895***
Zn (ng/m³)	15.9	28.9	14.2	14.053	***18.259***
Hg (pg/m³)	50	31	15	16	***28***
DF (fg I-TEQ/m³)	38.6	46.7	5.5	3.4	***23.5***

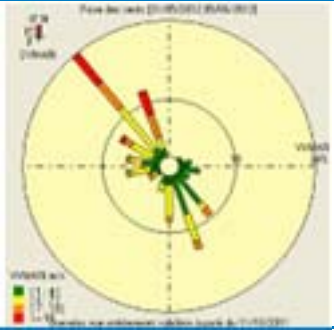
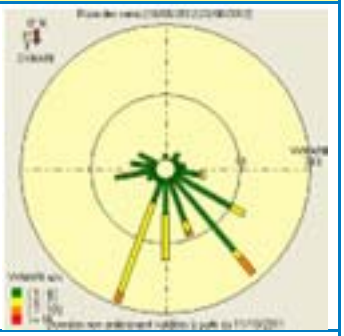
6.2.3 Châteauneuf-les-Martigues

❖ Description du site

- Code B.D.Q.A. : 02003
- Latitude : 43°23'13
- Longitude : 5°09'37
- Type de zone : ZI
- Typologie du site : Industrielle

❖ Conditions de prélèvement (rose des vents et pluviométrie)

Prélèvements	Du 07/12/11 au 13/12/11	Du 23/02/12 au 28/02/12
Rose des vents		
Pluviométrie	0.2 mm	0.0 mm

Prélèvements	Du 31/05/12 au 05/06/12	Du 18/08/12 au 23/08/12
Rose des vents		
Pluviométrie	0.0 mm	0.0 mm

❖ Concentrations obtenues

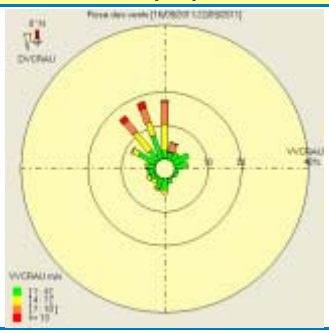
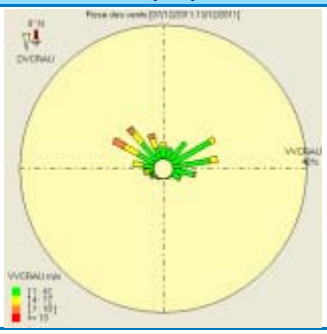
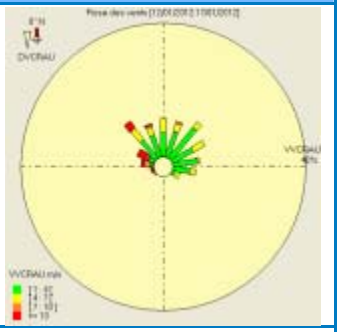
Polluants	Du 07/12/11 au 13/12/11	Du 23/02/12 au 28/02/12	Du 31/05/12 au 5/06/12	Du 18/08/12 au 23/08/12	Moyenne
As (ng/m³)	0.715	0.483	0.200	0.321	***0.430***
Cd (ng/m³)	0.397	0.174	0.057	0.104	***0.183***
Ni (ng/m³)	5.73	3.89	1.99	4.33	***3.986***
Pb (ng/m³)	10.1	6.85	2.3	2.4	***5.427***
Cr (ng/m³)	2.51	1.89	1.51	1.81	***1.931***
Cu (ng/m³)	12.7	10.6	2.7	5.7	***7.936***
Se (ng/m³)	0.589	0.371	0.469	0.540	***0.492***
V (ng/m³)	5.81	6.97	4.79	9.17	***6.686***
Zn (ng/m³)	39.7	28.8	10.0	7.9	***21.599***
Hg (pg/m³)	60	15	15	14	***26***
DF (fg I-TEQ/m³)	52.6	28.5	2.5	7.7	***22.8***

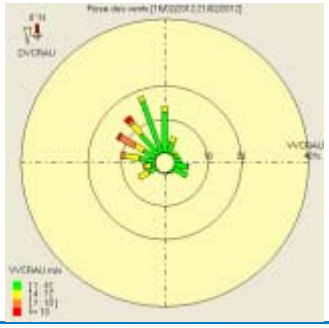
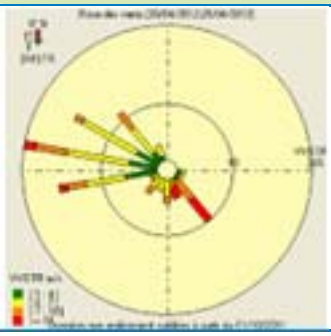
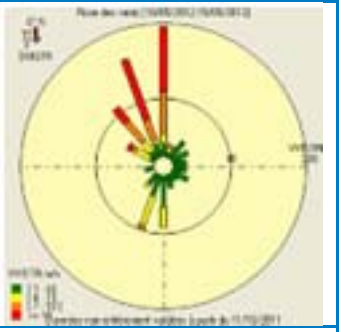
6.2.4 Fos-sur-Mer

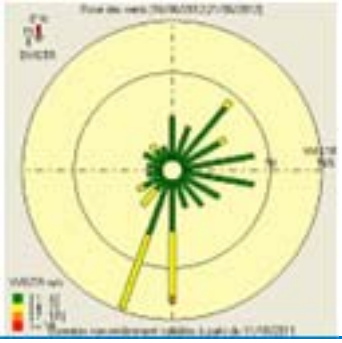
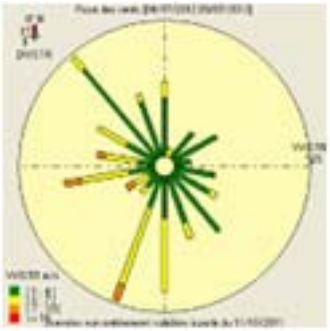
❖ Description du site

- Code B.D.Q.A. : 02013
- Latitude : 43°27’32
- Longitude : 4°56’03
- Type de zone : ZI
- Typologie du site : Urbaine

❖ Conditions de prélèvement (rose des vents et pluviométrie)

Prélèvements	Du 16/09/11 au 22/09/11	Du 07/12/11 au 13/12/11	Du 12/01/12 au 17/01/12
Rose des vents			
Pluviométrie	6.5 mm	25.2 mm	0.0 mm

Prélèvements	Du 16/02/12 au 21/02/12	Du 20/04/11 au 25/04/11	Du 10/05/12 au 15/05/12
Rose des vents			
Pluviométrie	6.5 mm	0.3 mm	0.0 mm

Prélèvements	Du 16/06/12 au 21/06/12	Du 04/07/11 au 09/07/11
Rose des vents		
Pluviométrie	0.0 mm	0.0 mm

❖ Concentrations obtenues

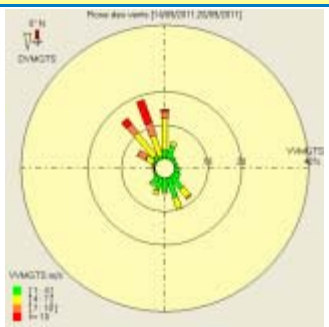
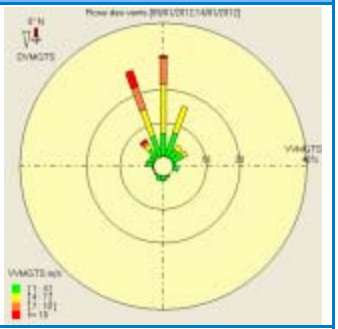
Polluants	Du 16/09/11 au 22/09/11	Du 07/12/11 au 13/12/11	Du 12/01/12 au 17/01/12	Du 16/02/12 au 21/02/12	Du 20/04/12 au 25/04/12	Du 10/05/12 au 15/05/12	Du 16/06/12 au 21/06/12	Du 4/07/12 au 9/07/12	Moyenne
As (ng/m³)	0.229	0.577	0.346	0.274	0.468	0.296	0.471	0.245	***0.363***
Cd (ng/m³)	0.039	0.168	0.186	0.132	0.160	0.076	0.136	0.084	***0.123***
Ni (ng/m³)	1.42	2.80	1.37	0.819	1.336	3.35	3.34	1.432	***1.983***
Pb (ng/m³)	2.03	5.70	5.96	4.20	4.767	3.28	6.22	3.252	***4.426***
Cr (ng/m³)	0.987	1.72	1.64	1.29	2.732	2.31	3.14	1.956	***1.971***
Cu (ng/m³)	2.12	10.2	6.66	4.14	3.057	7.55	5.40	2.568	***5.208***
Se (ng/m³)	0.238	0.280	0.351	0.290	0.192	0.468	0.438	0.259	***0.314***
V (ng/m³)	2.11	1.59	1.41	0.974	1.296	8.43	8.88	3.409	***3.513***
Zn (ng/m³)	6.38	19.4	18.5	16.4	23.773	12.0	52.9	72.219	***27.692***
Hg (pg/m³)	18	44	19	20	14	14	14	14	***20***
DF (fg I-TEQ/m³)	5.35	113	31.0	19.9	8.03	3.5	4.08	12.19	***24.6***

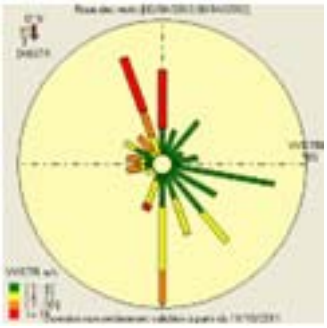
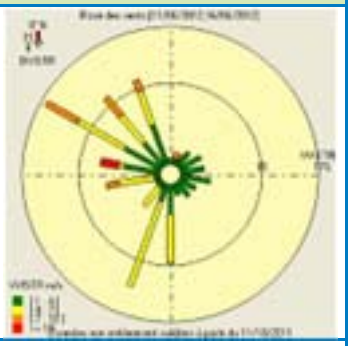
6.2.5 Port-de-Bouc

❖ Description du site

- Code B.D.Q.A. : 02008
- Latitude : 43°24'08
- Longitude : 4°58'56
- Type de zone : ZUR
- Typologie du site : Urbaine

❖ Conditions de prélèvement (rose des vents et pluviométrie)

Prélèvements	Du 14/09/11 au 20/09/11	Du 09/01/12 au 14/01/12
Rose des vents		
Pluviométrie	8.2 mm	0.4 mm

Prélèvements	Du 03/04/12 au 08/04/12	Du 11/06/12 au 16/06/12
Rose des vents		
Pluviométrie	0.4 mm	0.5 mm

❖ Concentrations obtenues

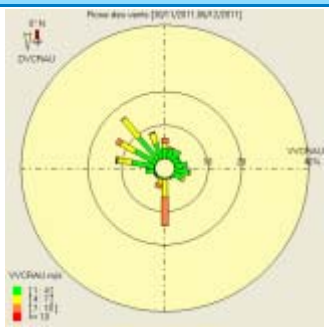
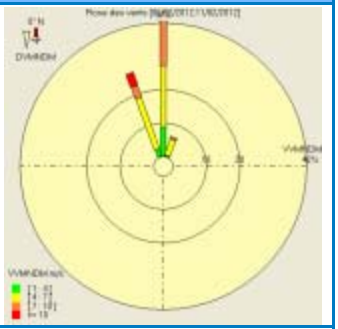
Polluants	Du 14/09/11 au 20/09/11	Du 09/01/12 au 14/01/12	Du 3/04/12 au 8/04/12	Du 11/06/12 au 16/06/12	Moyenne
As (ng/m³)	0.960	1.93	0.66	0.55	***1.025***
Cd (ng/m³)	0.181	0.364	0.434	0.229	***0.302***
Ni (ng/m³)	2.03	2.23	5.89	2.30	***3.114***
Pb (ng/m³)	10.5	23.8	20.0	7.5	***15.464***
Cr (ng/m³)	2.93	6.46	1.82	3.21	***3.603***
Cu (ng/m³)	5.29	13.7	7.2	4.6	***7.680***
Se (ng/m³)	0.376	0.435	0.610	0.492	***0.478***
V (ng/m³)	2.55	2.78	15.12	5.46	***6.479***
Zn (ng/m³)	20.4	48.7	123.8	36.8	***57.416***
Hg (pg/m³)	116	204	15	15	***0.087***
DF (fg I-TEQ/m³)	6.99	59.8	31.8	9.0	***26.9***

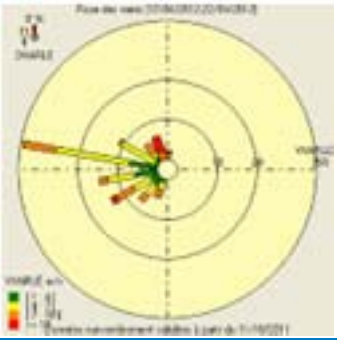
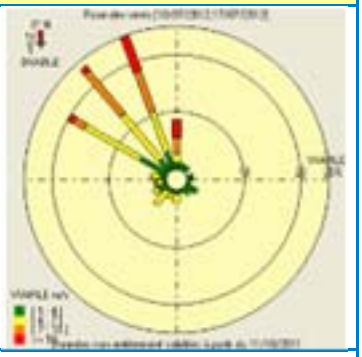
6.2.6 Port-Saint-Louis-du-Rhône

❖ Description du site

- Code B.D.Q.A. : 02009
- Latitude : 43°24'01
- Longitude : 4°47'47
- Type de zone : ZI
- Typologie du site : Industrielle

❖ Conditions de prélèvement (rose des vents et pluviométrie)

Prélèvements	Du 30/11/11 au 06/12/11	Du 06/02/12 au 11/02/12
Rose des vents		
Pluviométrie	0.8 mm	0.0 mm

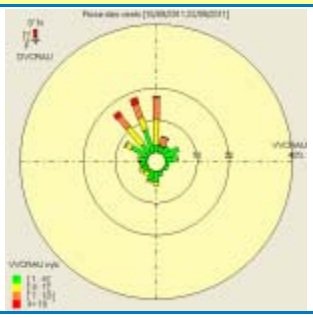
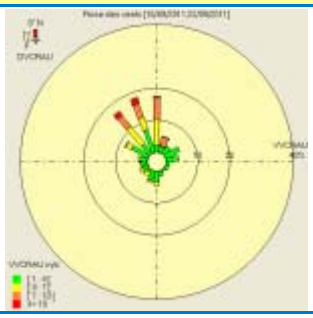
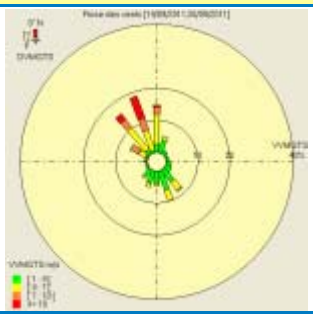
Prélèvements	Du 17/04/12 au 22/04/12	Du 10/07/12 au 17/07/12
Rose des vents		
Pluviométrie	0.0 mm	0.0 mm

❖ Concentrations obtenues

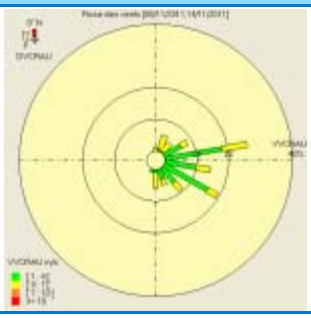
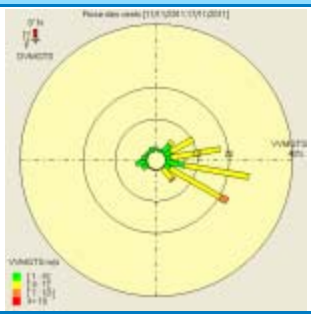
Polluants	Du 30/11/11 au 06/12/11	Du 06/02/12 au 11/02/12	Du 17/04/12 au 22/04/12	Du 10/07/12 au 15/07/12	Moyenne
As (ng/m³)	0.388	2.16	0.23	0.28	***0.764***
Cd (ng/m³)	0.077	0.392	0.05	0.05	***0.142***
Ni (ng/m³)	1.77	3.93	0.73	0.97	***1.851***
Pb (ng/m³)	3.73	15.4	3.16	2.62	***6.233***
Cr (ng/m³)	2.65	32.2	4.38	5.04	***11.080***
Cu (ng/m³)	4.11	12.9	2.28	4.68	***6.002***
Se (ng/m³)	0.444	0.881	0.17	0.28	***0.445***
V (ng/m³)	3.11	5.78	1.07	1.98	***2.984***
Zn (ng/m³)	12.0	55.0	13.15	10.36	***22.627***
Hg (pg/m³)	13	51	15	15	***23***
DF (fg I-TEQ/m³)	23.9	32.4	6.8	3.2	***16.6***

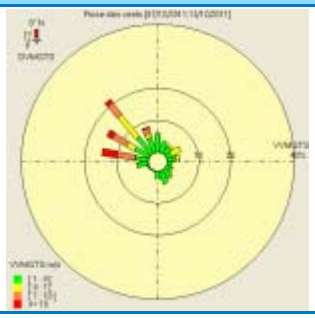
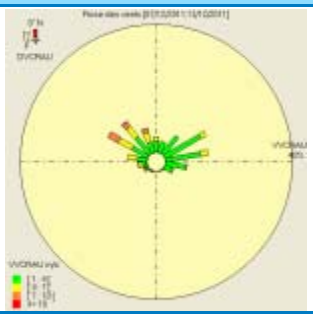
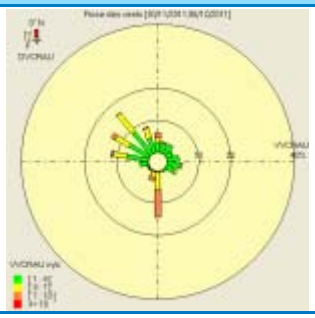
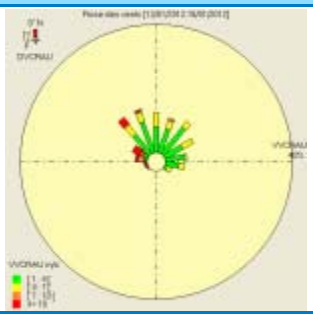
6.3 Résultats dans l'air ambiant par polluants

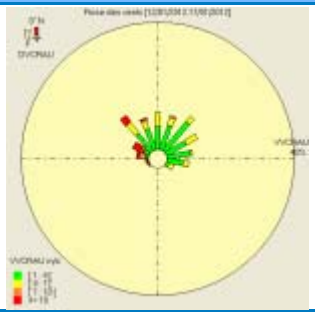
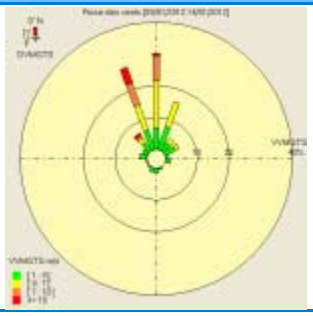
Afin de comparer au mieux les résultats, nous avons créé 5 périodes de prélèvements.
Elles sont détaillées dans les tableaux ci-dessous :

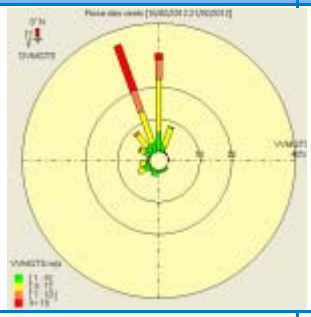
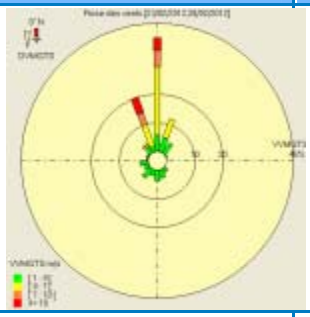
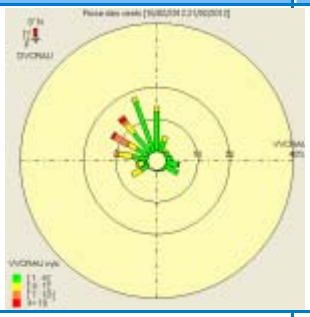
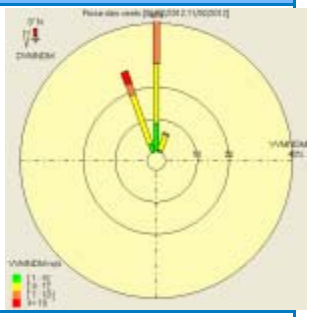
Période n° 1 : SEPTEMBRE 2011		
ARLS	**FSCB**	**PDBL**
Du 16/09/11 au 22/09/11	Du 16/09/11 au 22/09/11	Du 14/09/11 au 20/09/11
		
6.5 mm	8.2 mm	8.2 mm

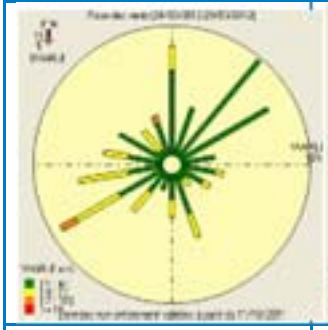
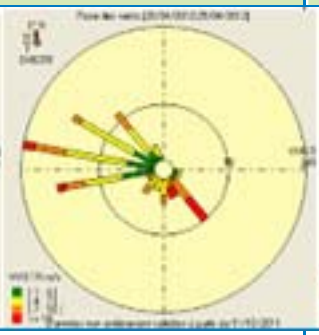
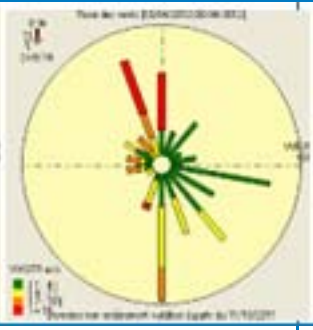
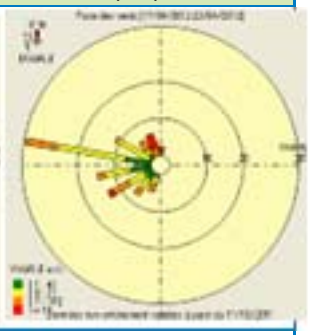
Nous n'avons pas de prélèvements en octobre car comme dit précédemment, l'appareil étant en panne, nous n'avons pu le remplacer durant cette période.

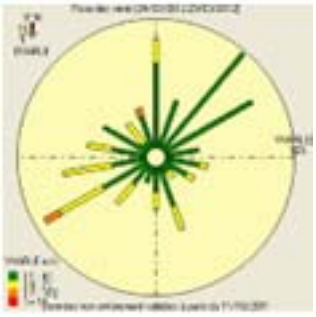
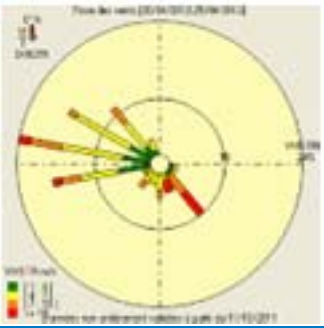
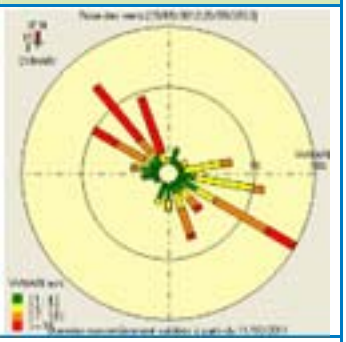
Période n° 2 : NOVEMBRE 2011	
ARLS	**BETG**
Du 08/11/11 au 14/11/11	Du 11/11/11 au 17/11/11
	
25.2 mm	0.2 mm

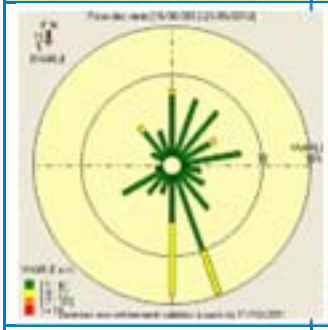
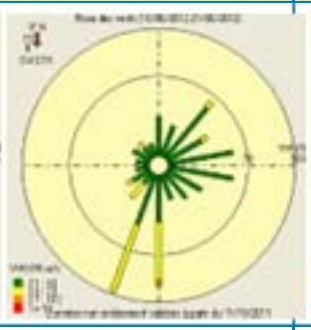
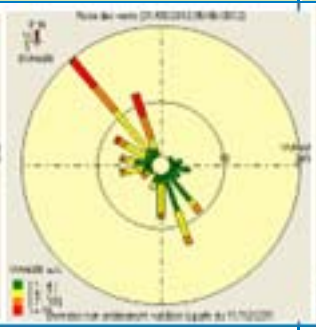
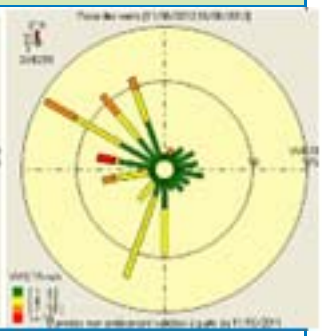
Période n°3 : DECEMBRE 2011	
CHNF	**FSCB**
Du 07/12/11 au 13/12/11	Du 07/12/11 au 13/12/11
	
0.2 mm	0.8 mm
PSTL	**ARLS**
Du 30/11/11 au 06/12/11	Du 07/12/11 au 13/12/11
	
0.8 mm	0.0 mm

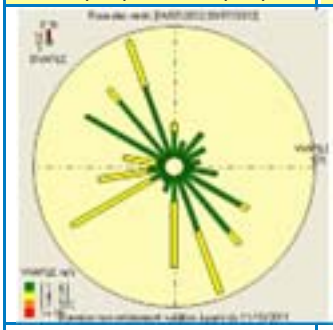
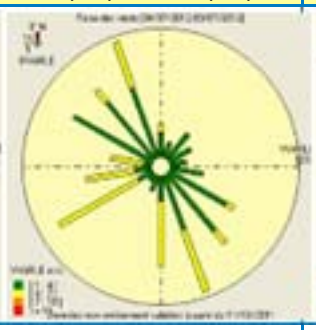
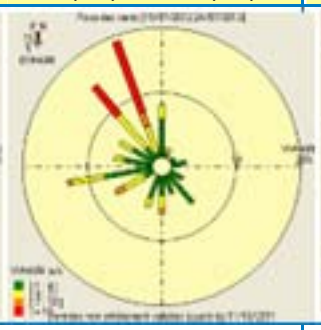
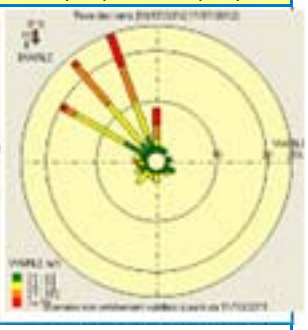
Période n°4 : JANVIER 2012	
FSCB	**PDBL**
Du 12/01/12 au 17/01/12	Du 09/01/12 au 14/01/12
	
0.6 mm	0.4 mm

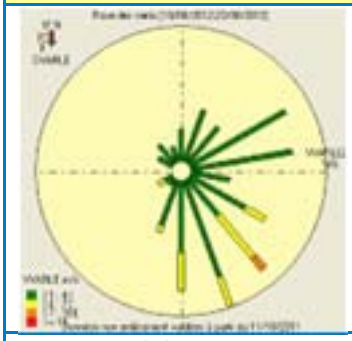
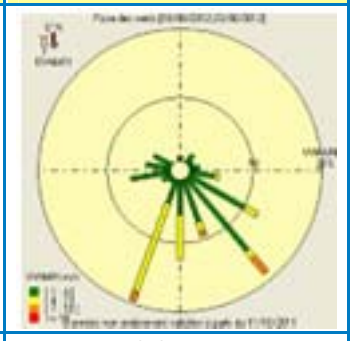
Période n° 5 : FEVRIER 2012			
ARLS	**FSCB**	**PDBL**	**PSTL**
Du 16/02/12 au 21/02/12	Du 23/02/12 au 28/02/12	Du 16/02/12 au 21/02/12	Du 06/02/12 au 11/02/12
			
0.0 mm	0.0 mm	0.2 mm	0.0 mm

Période n° 6 : MARS-AVRIL 2012			
ARLS	**FSCB**	**PDBL**	**PSTL**
Du 24/03/12 au 29/03/12	Du 20/04/12 au 25/04/12	Du 03/04/12 au 08/04/12	Du 17/04/12 au 22/04/12
			
0.0 mm	0.3 mm	0.4 mm	0.0 mm

Période n° 7 : MAI 2012		
ARLS	**FSCB**	**BETG**
Du 10/05/12 au 15/05/12	Du 10/05/12 au 15/05/12	Du 15/05/12 au 20/05/12
		
0.0 mm	0.0 mm	2.4 mm

Période n° 8 : JUIN 2012			
ARLS	**FSCB**	**CHNF**	**PDBL**
Du 16/06/12 au 21/06/12	Du 16/06/12 au 21/06/12	Du 31/05/12 au 05/06/12	Du 11/06/12 au16/06/12
			
0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.5 mm

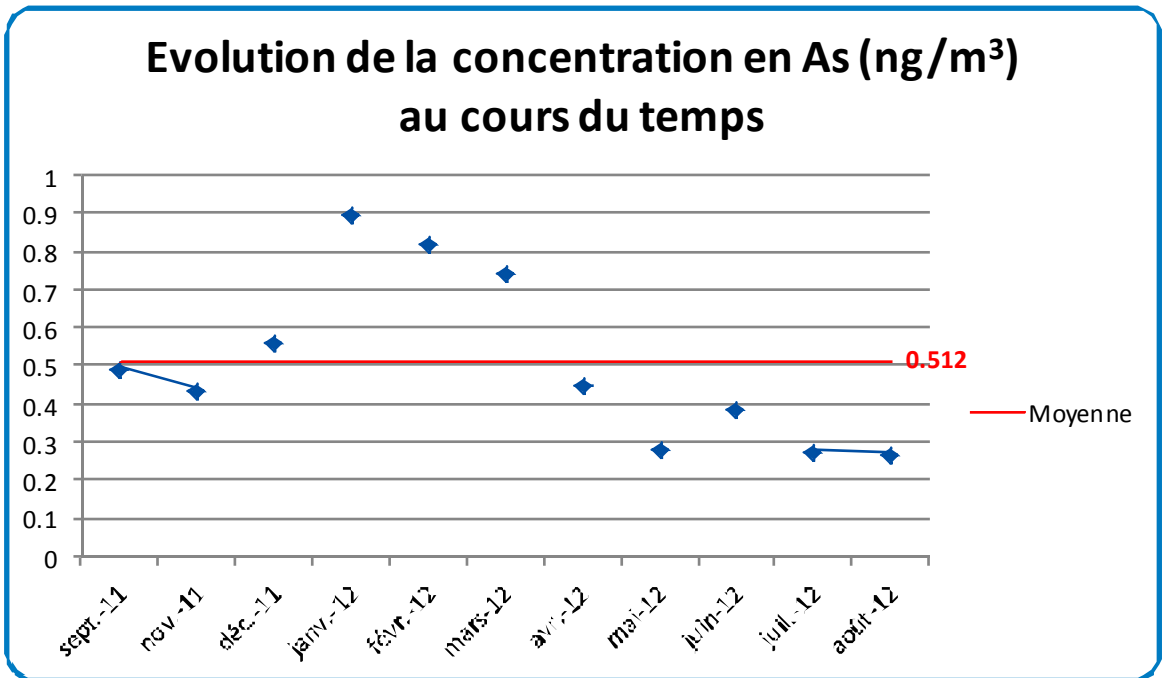
Période n° 9 : JUILLET 2012			
ARLS	**FSCB**	**BETG**	**PSTL**
Du 04/07/12 au 09/07/12	Du 04/07/12 au 09/07/12	Du 19/07/12 au 24/07/12	Du 10/07/12 au15/07/12
			
0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm

Période n° 10 : AOUT 2012	
ARLS	**CHNF**
Du 18/08/12 au 23/08/12	Du 18/08/12 au 23/08/12
	
0.0 mm	0.0 mm

6.3.1 Arsenic

Concentrations en ng/m^3

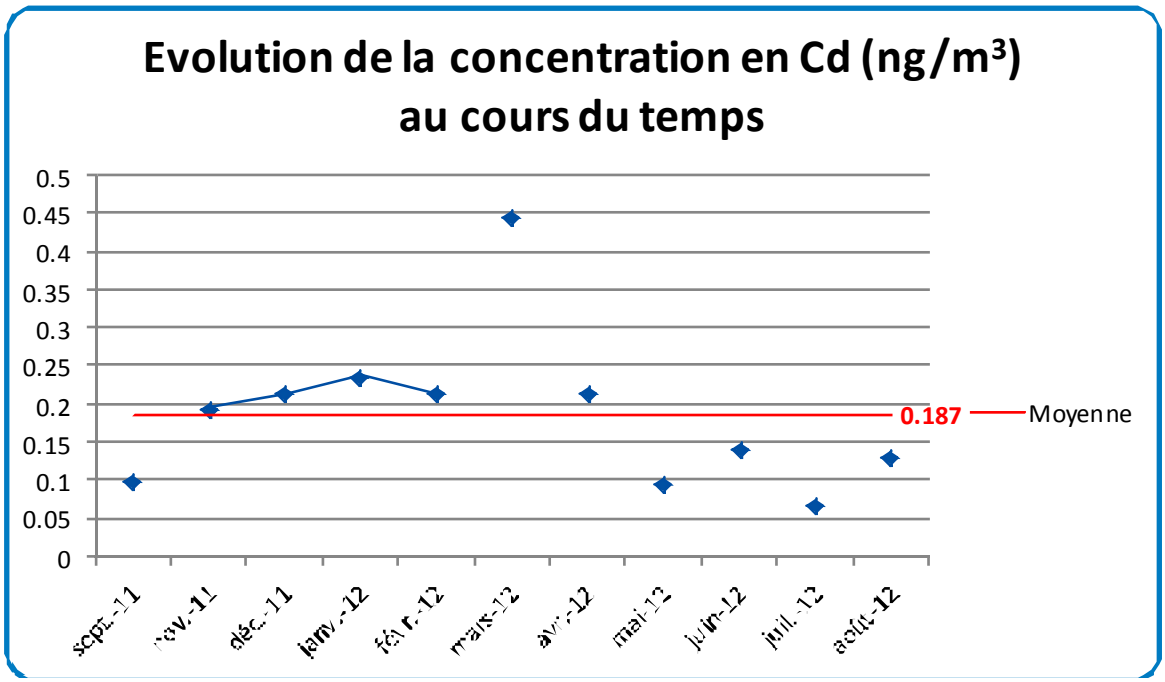
Site \ Période	1 09/11	2 11/11	3 12/11	4 01/12	5 02/12	6 03/12	7 04/12	8 05/12	9 06/12	10 07/12	11 08/12
ARLS	0.299	0.489		0.427		0.743		0.281	0.320	0.198	0.216
BETG		0.390			0.359			0.278		0.391	
CHNF			0.715		0.483				0.200		0.321
FSCB	0.229		0.577	0.346	0.274		0.468	0.296	0.471	0.245	
PDBL	0.960			1.93			0.66		0.55		
PSTL			0.388		2.16		0.23			0.28	
MOYENNE	***0.496***	***0.440***	***0.560***	***0.901***	***0.819***	***0.743***	***0.453***	***0.285***	***0.385***	***0.279***	***0.269***
Moyenne en Arsenic : 0.512											



6.3.2 Cadmium

Concentrations en ng/m^3

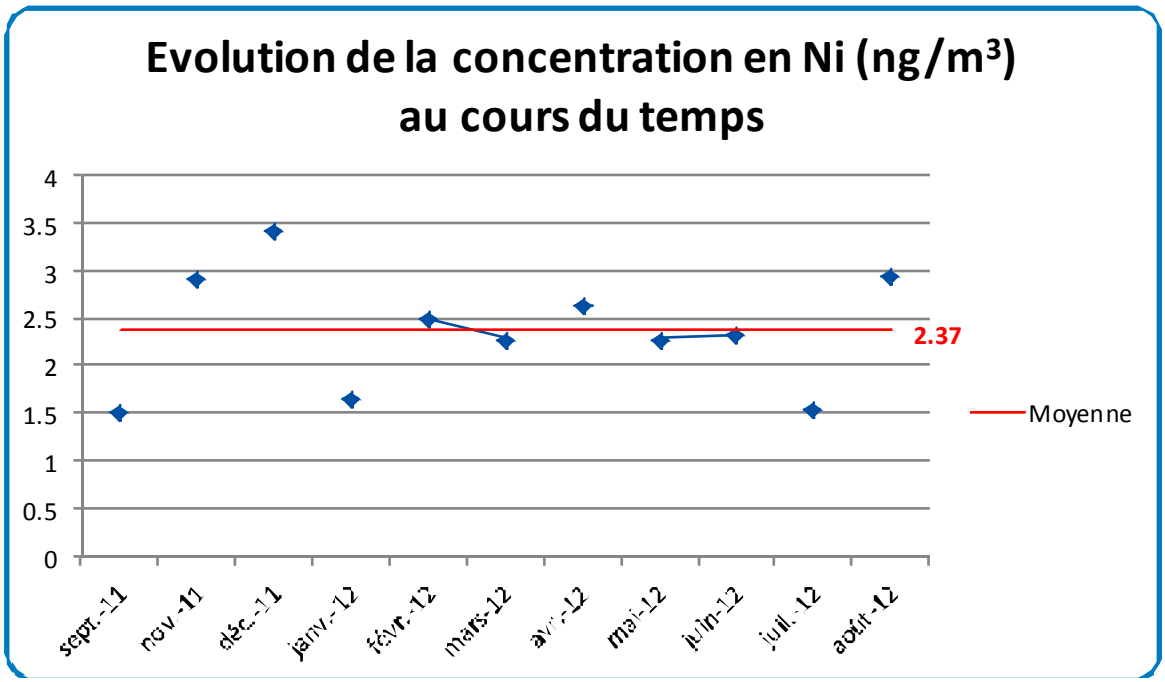
Site \ Période	1 09/11	2 11/11	3 12/11	4 01/12	5 02/12	6 03/12	7 04/12	8 05/12	9 06/12	10 07/12	11 08/12
ARLS	0.076	0.218		0.160		0.446		0.144		0.052	0.157
BETG		0.169			0.158			0.065		0.080	
CHNF			0.397		0.174				0.057		0.104
FSCB	0.039		0.168	0.186	0.132		0.160	0.076	0.136	0.084	
PDBL	0.181			0.364			0.434		0.229		
PSTL			0.077		0.392		0.05			0.05	
MOYENNE	***0.099***	***0.194***	***0.214***	***0.237***	***0.214***	***0.446***	***0.215***	***0.095***	***0.141***	***0.067***	***0.131***
Moyenne en Cadmium : 0.187											



6.3.3 Nickel

Concentrations en ng/m^3

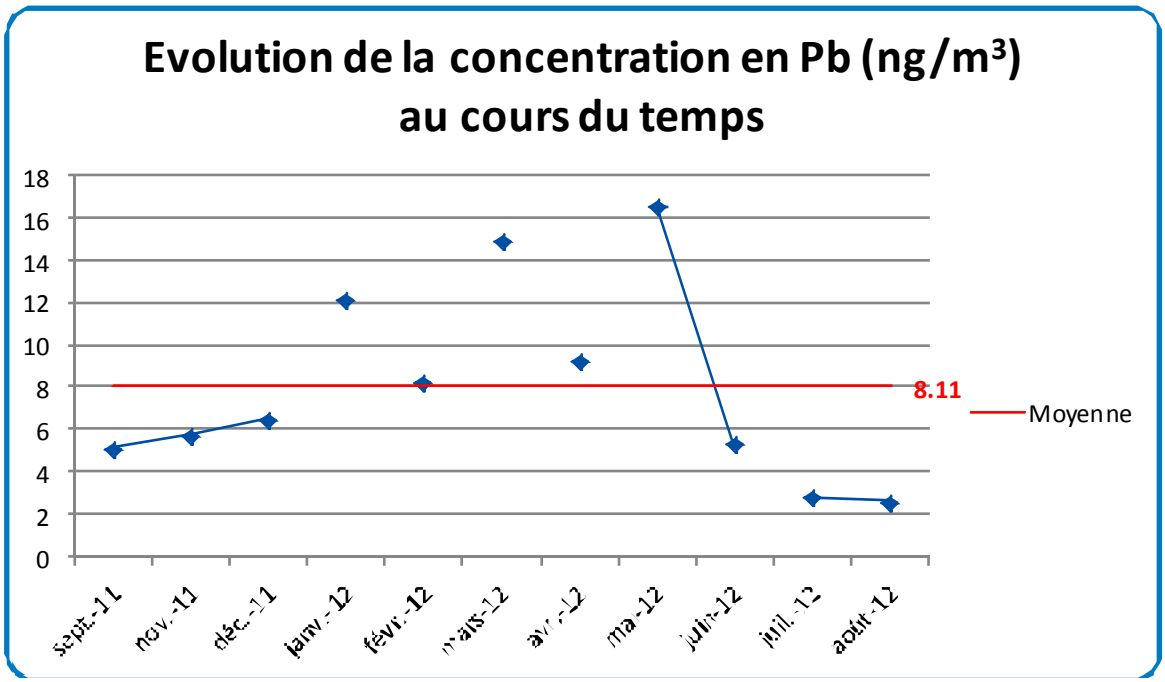
Site \ Période	1 09/11	2 11/11	3 12/11	4 01/12	5 02/12	6 03/12	7 04/12	8 05/12	9 06/12	10 07/12	11 08/12
ARLS	1.15	1.35		1.42		2.28		1.51	1.77	1.17	1.55
BETG		4.46			1.38			2.01		2.587	
CHNF			5.73		3.89				1.99		4.33
FSCB	1.42		2.80	1.37	0.819		1.336	3.35	3.34	1.432	
PDBL	2.03			2.23			5.89		2.30		
PSTL			1.77		3.93		0.73			0.97	
MOYENNE	***1.53***	***2.91***	***3.43***	***1.67***	***2.50***	***2.28***	***2.65***	***2.29***	***2.33***	***1.54***	***2.94***
Moyenne en Nickel : 2.37											



6.3.4 Plomb

Concentrations en ng/m^3

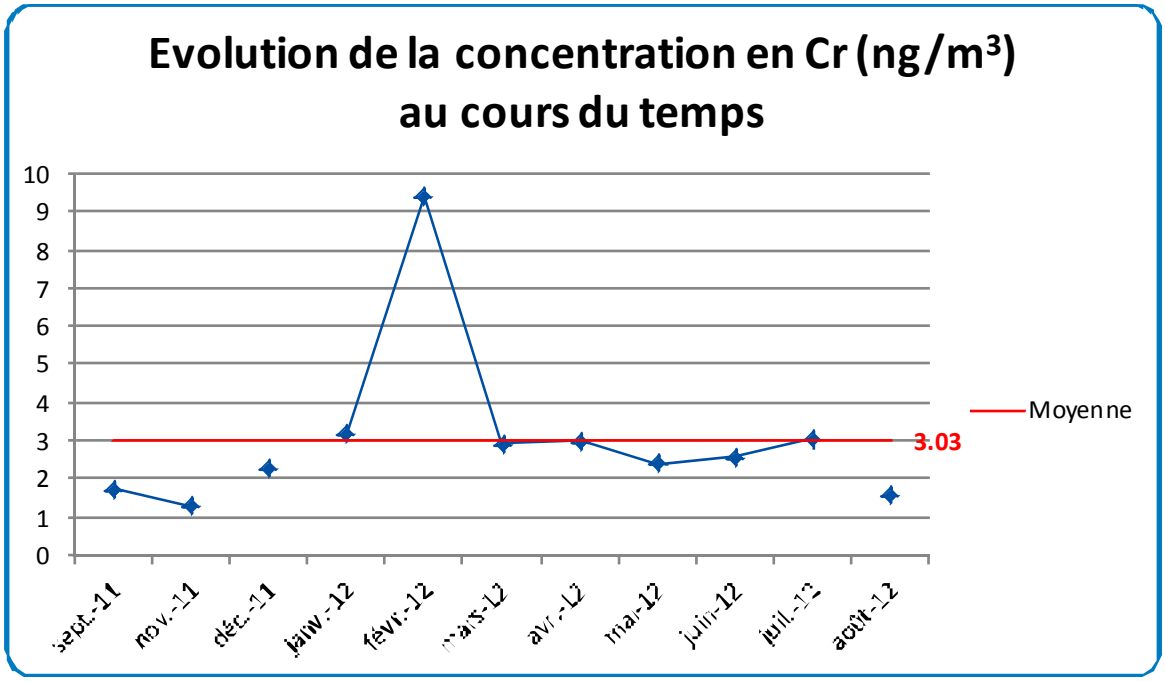
Site \ Période	1 09/11	2 11/11	3 12/11	4 01/12	5 02/12	6 03/12	7 04/12	8 05/12	9 06/12	10 07/12	11 08/12
ARLS	2.89	5.82		6.49		14.92		42.99	5.34	1.96	2.76
BETG		5.66			6.40			3.43		3.247	
CHNF			10.1		6.85				2.3		2.4
FSCB	2.03		5.70	5.96	4.20		4.767	3.28	6.22	3.252	
PDBL	10.5			23.8			20.0		7.5		
PSTL			3.73		15.4		3.16			2.62	
MOYENNE	***5.14***	***5.74***	***6.51***	***12.1***	***8.21***	***14.92***	***9.31***	***16.57***	***5.34***	***2.77***	***2.58***
Moyenne en Plomb : 8.11											



6.3.5 Chrome

Concentrations en ng/m^3

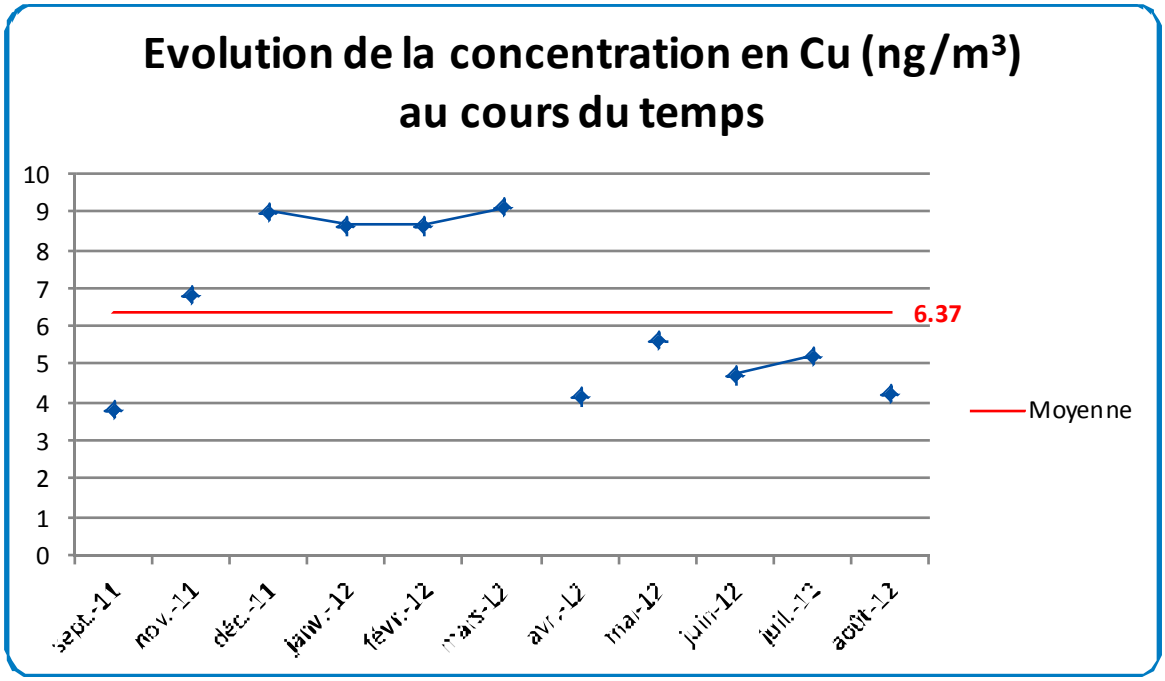
Site \ Période	1 09/11	2 11/11	3 12/11	4 01/12	5 02/12	6 03/12	7 04/12	8 05/12	9 06/12	10 07/12	11 08/12
ARLS	1.28	1.22		1.54		2.91		2.29	2.36	0.96	1.29
BETG		1.33			2.24			2.54		4.205	
CHNF			2.51		1.89				1.51		1.81
FSCB	0.987		1.72	1.64	1.29		2.732	2.31	3.14	1.956	
PDBL	2.93			6.46			1.82		3.21		
PSTL			2.65		32.2		4.38			5.04	
MOYENNE	***1.73***	***1.28***	***2.29***	***3.21***	***9.41***	***2.91***	***2.98***	***2.38***	***2.56***	***3.04***	***1.55***
Moyenne en Chrome : 3.03											



6.3.6 Cuivre

Concentrations en ng/m^3

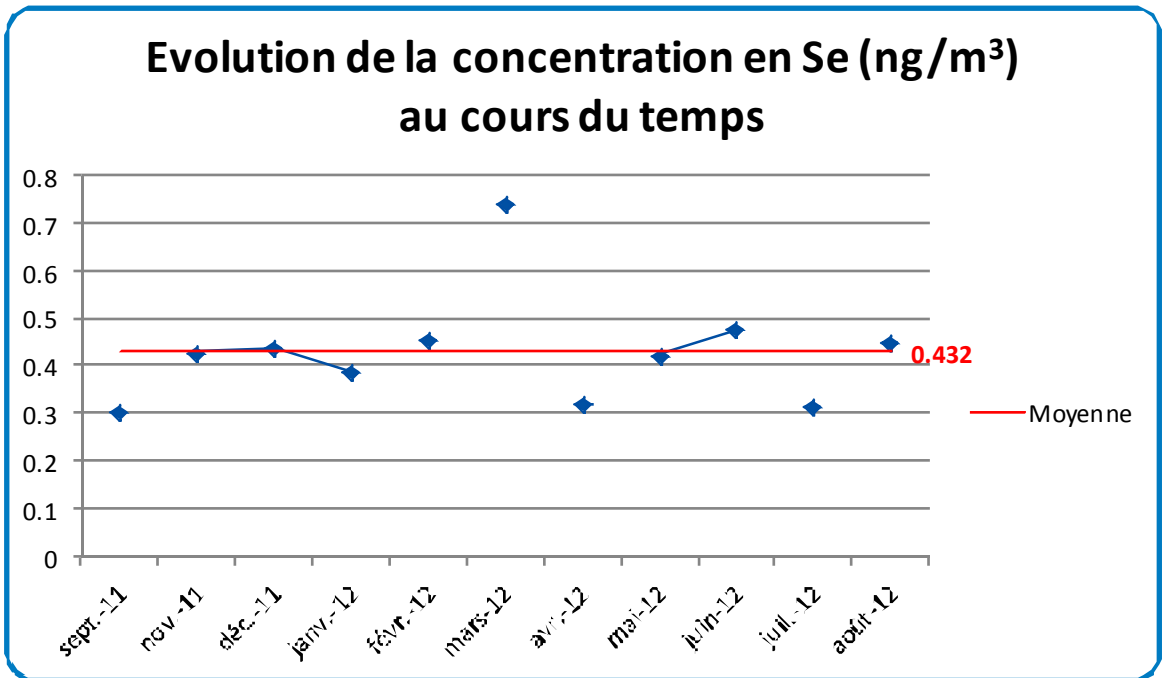
Site \ Période	1 09/11	2 11/11	3 12/11	4 01/12	5 02/12	6 03/12	7 04/12	8 05/12	9 06/12	10 07/12	11 08/12
ARLS	4.03	6.02		5.63		9.10		5.20	6.22	4.84	2.8
BETG		7.57			6.99			4.22		8.836	
CHNF			12.7		10.6				2.7		5.7
FSCB	2.12		10.2	6.66	4.14		3.057	7.55	5.40	2.568	
PDBL	5.29		4.11	13.7			7.2		4.6		
PSTL					12.9		2.28			4.68	
MOYENNE	***3.81***	***6.80***	***9.00***	***8.66***	***8.66***	***9.10***	***4.18***	***5.66***	***4.73***	***5.23***	***4.25***
Moyenne en Cuivre : 6.37											



6.3.7 Sélénium

Concentrations en ng/m^3

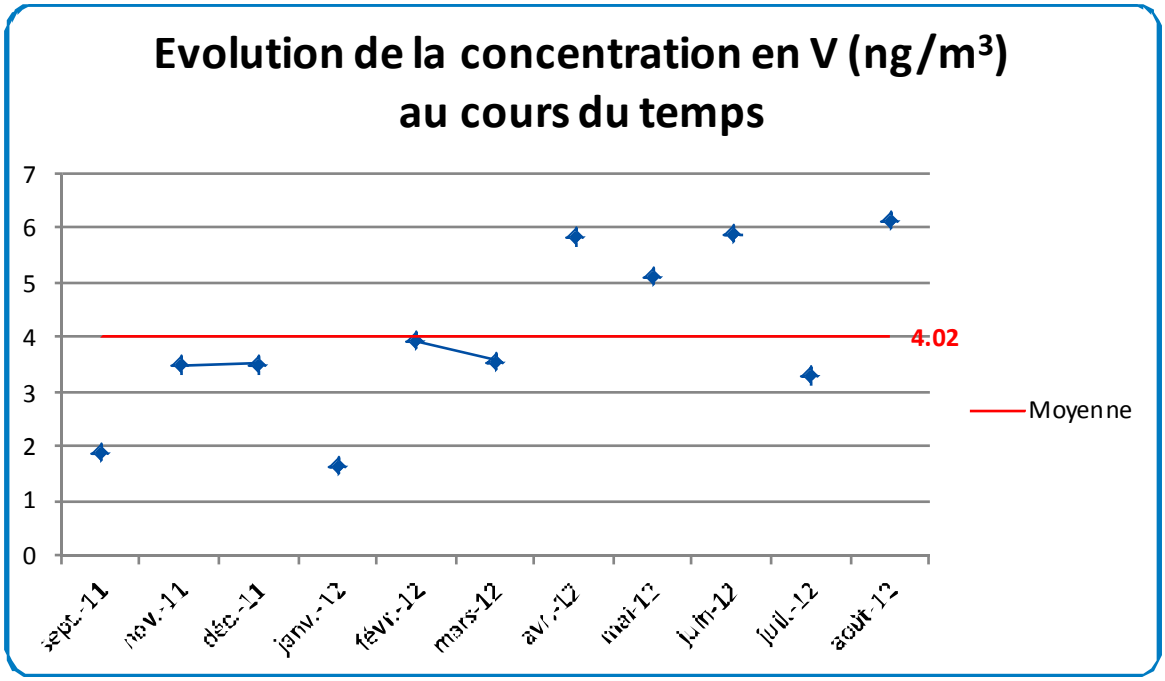
Site \ Période	1 09/11	2 11/11	3 12/11	4 01/12	5 02/12	6 03/12	7 04/12	8 05/12	9 06/12	10 07/12	11 08/12
ARLS	0.306	0.467		0.378		0.743		0.530	0.513	0.374	0.364
BETG		0.393			0.282			0.276		0.347	
CHNF			0.589		0.371				0.469		0.540
FSCB	0.238		0.280	0.351	0.290		0.192	0.468	0.438	0.259	
PDBL	0.376			0.435			0.610		0.492		
PSTL			0.444		0.881		0.17			0.28	
MOYENNE	***0.307***	***0.430***	***0.438***	***0.388***	***0.456***	***0.743***	***0.324***	***0.425***	***0.478***	***0.315***	***0.452***
Moyenne en Sélénium : 0.432											



6.3.8 Vanadium

Concentrations en ng/m^3

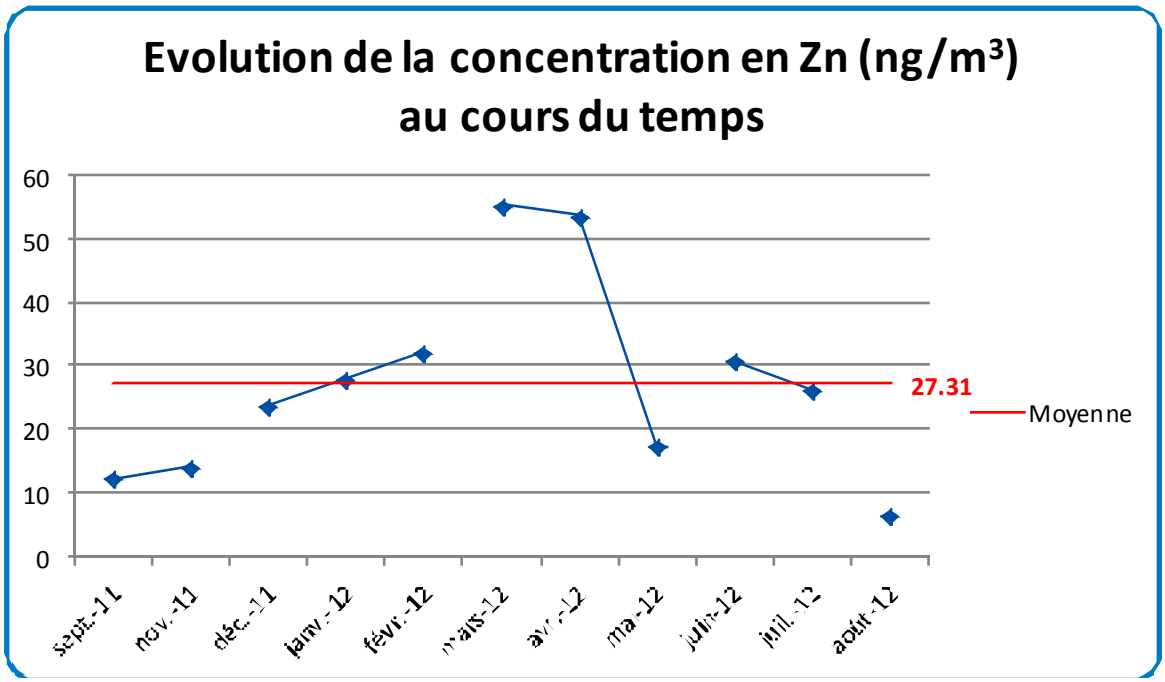
Site \ Période	1 09/11	2 11/11	3 12/11	4 01/12	5 02/12	6 03/12	7 04/12	8 05/12	9 06/12	10 07/12	11 08/12
ARLS	0.918	2.11		0.745		3.566		3.160	4.38	2.762	3.130
BETG		4.87			1.94			3.81		4.957	
CHNF			5.81		6.97				4.79		9.17
FSCB	2.11		1.59	1.41	0.974		1.296	8.43	8.88	3.409	
PDBL	2.55			2.78			15.12		5.46		
PSTL			3.11		5.78		1.07			1.98	
MOYENNE	***1.86***	***3.49***	***3.50***	***1.65***	***3.92***	***3.57***	***5.83***	***5.13***	***5.88***	***3.28***	***6.15***
Moyenne en Vanadium : 4.02											



6.3.9 Zinc

Concentrations en ng/m^3

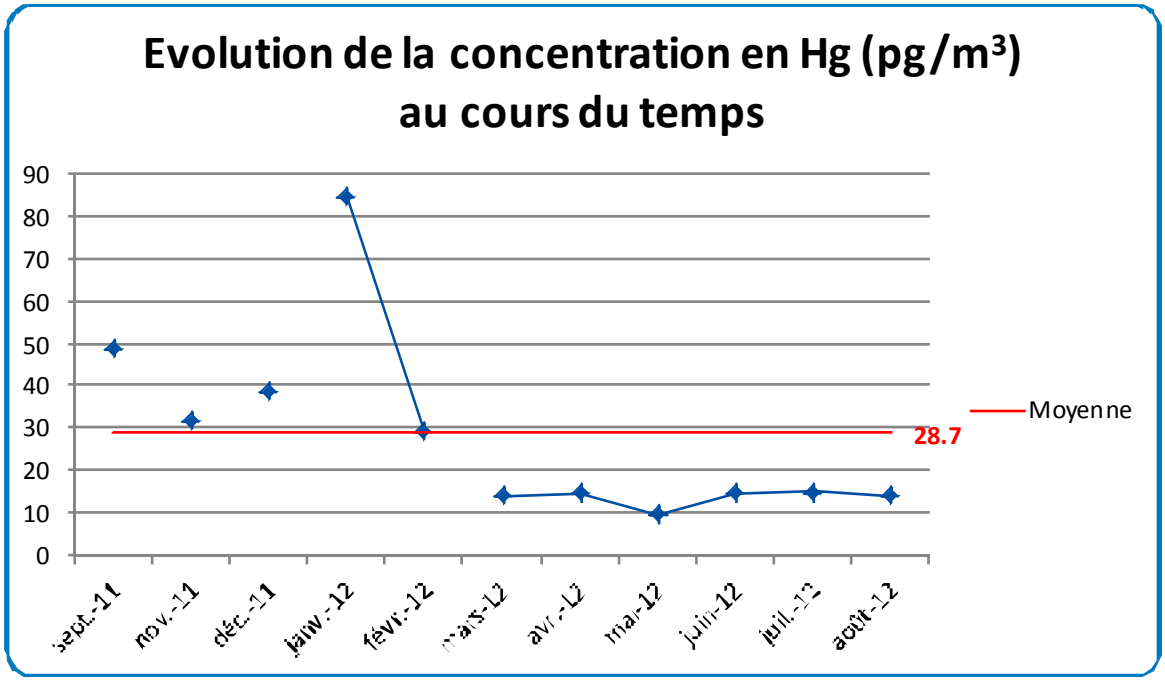
Site \ Période	1 09/11	2 11/11	3 12/11	4 01/12	5 02/12	6 03/12	7 04/12	8 05/12	9 06/12	10 07/12	11 08/12
ARLS	10.0	12.4		16.9		55.4		26.3	23.2	8.0	5.2
BETG		15.9			28.9			14.2		14.053	
CHNF			39.7		28.8				10.0		7.9
FSCB	6.38		19.4	18.5	16.4		23.773	12.0	52.9	72.219	
PDBL	20.4			48.7			123.8		36.8		
PSTL			12.0		55.0		13.15			10.36	
MOYENNE	***12.3***	***14.2***	***23.7***	***28.0***	***32.3***	***55.4***	***53.57***	***17.5***	***30.73***	***26.16***	***6.55***
Moyenne en Zinc : 27.31											



6.3.10 Mercure

Concentrations en pg/m^3

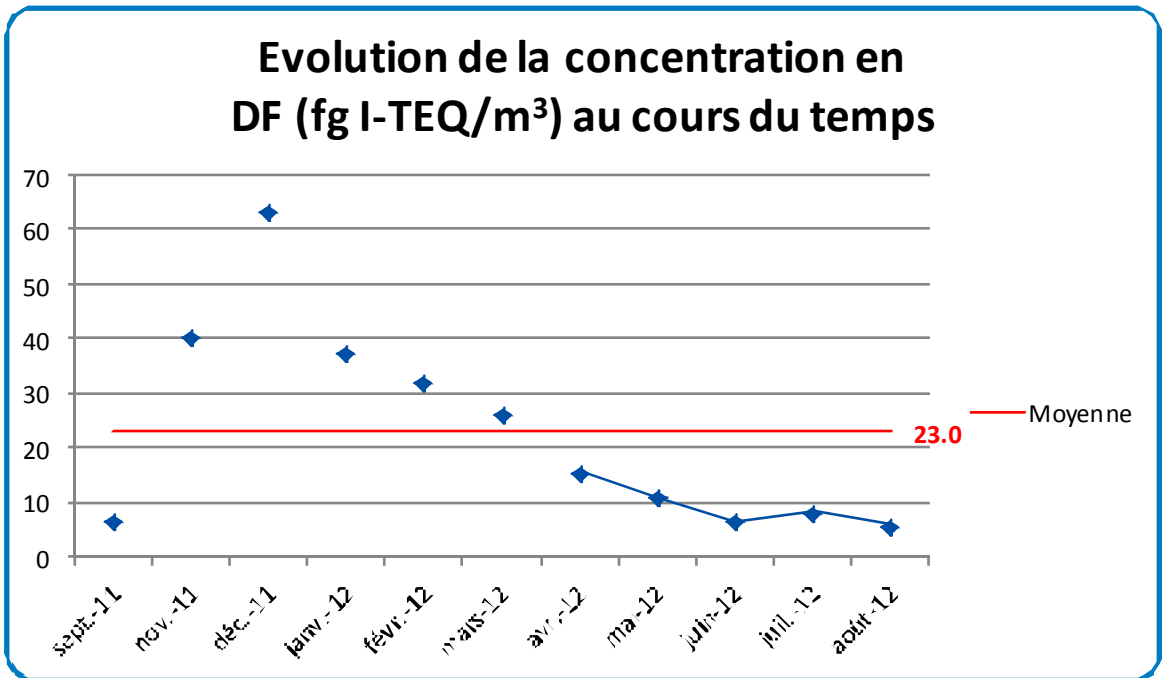
Période / Site	1 09/11	2 11/11	3 12/11	4 01/12	5 02/12	6 03/12	7 04/12	8 05/12	9 06/12	10 07/12	11 08/12
ARLS	12	14		31		14		0	14	14	14
BETG		50			31			15		16	
CHNF			60		15				15		14
FSCB	18		44	19	20		14	14	14	14	
PDBL	116		13	204			15		15		
PSTL					51		15			15	
MOYENNE	***48.7***	***32.0***	***39.0***	***84.7***	***29.3***	***14***	***14.7***	***9.7***	***14.5***	***14.8***	***14***
Moyenne en Mercure : 28.7											



6.3.11 Dioxines furanes

Concentrations en fg I-TEQ/m^3

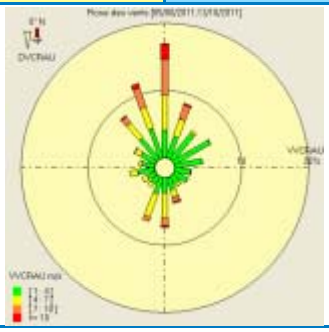
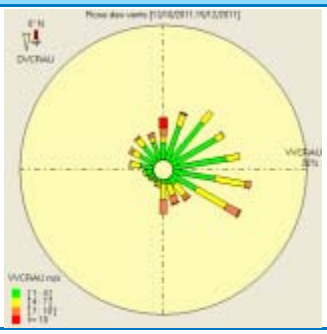
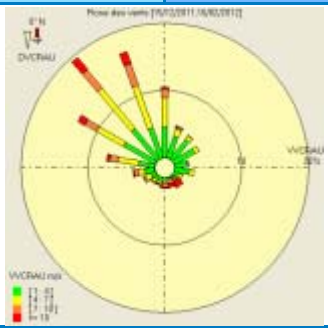
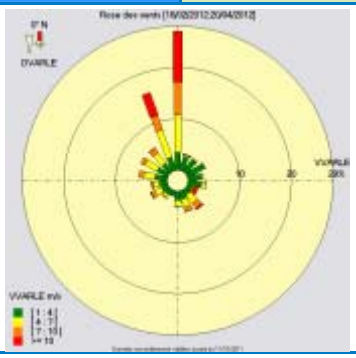
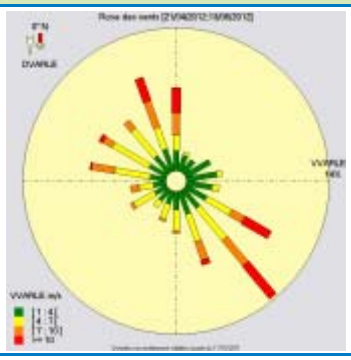
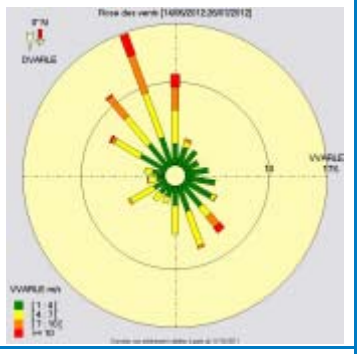
Période / Site	1 09/11	2 11/11	3 12/11	4 01/12	5 02/12	6 03/12	7 04/12	8 05/12	9 06/12	10 07/12	11 08/12
ARLS	7.60	41.7		21.8		26.3		23.58	10.5	14	3.6
BETG		38.6			46.7			5.49		3.411	
CHNF			52.6		28.5				2.5		7.7
FSCB	5.35		113	31.0	19.9		8.037	3.5	4.08	12.19	
PDBL	6.99			59.8			31.8		9.0		
PSTL			23.9		32.4		6.77			3.22	
MOYENNE	***6.65***	***40.2***	***63.2***	***37.5***	***31.9***	***26.3***	***15.5***	***10.9***	***6.5***	***8.2***	***5.7***
Moyenne en Dioxines furanes : 23.0											



6.4 Résultats dans les retombées atmosphériques par site

6.4.1 Arles

❖ Conditions de prélèvement (rose des vents et pluviométrie)

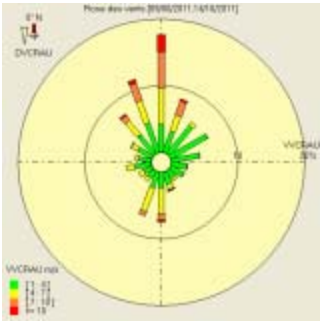
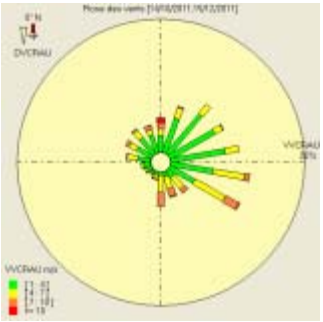
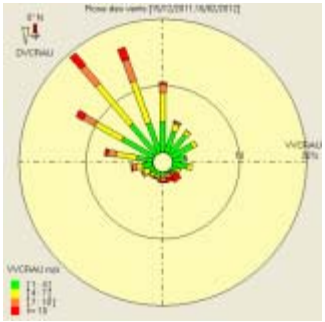
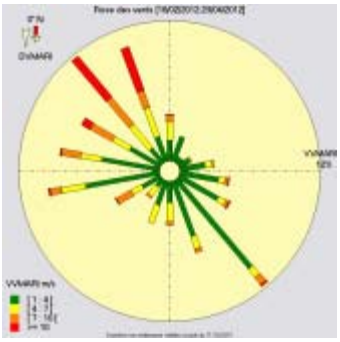
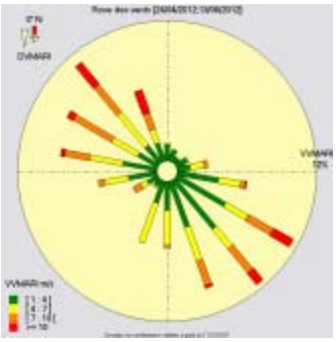
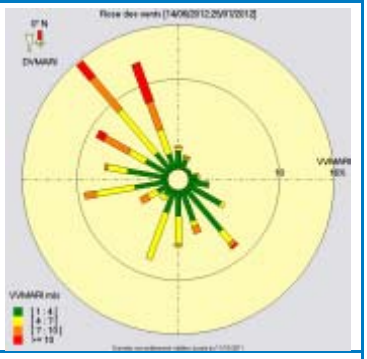
Prélèvements	Du 05/08/11	au 13/10/11	Du 13/10/11 au 15/12/11	Du 15/12/11	au 16/02/12
Rose des vents					
Pluviométrie	36.8 mm		299.6 mm	10.6 mm	
Prélèvements	**Du 16/02/12**	**au 20/04/12**	**Du 20/04/12 au 13/06/12**	**Du 13/06/12**	**au 26/07/12**
Rose des vents					
Pluviométrie	1,6 mm		3 mm	0,6 mm	

❖ Concentrations obtenues

Polluants	Du 05/08/11 au 13/10/11	Du 13/10/11 au 15/12/11	Du 15/12/11 au 16/02/12	Du 16/02/12 au 20/04/12	Du 20/04/12 au 13/06/12	Du 13/06/12 au 26/07/12	Moyenne
As (µg/m²/j)	0.243	0.099	0.494	0.260	0.604	0.474	***0.362***
Cd (µg/m²/j)	0.090	0.099	0.099	0.097	0.120	0.145	***0.108***
Ni (µg/m²/j)	0.965	0.494	0.099	1.050	6.414	1.519	***1.757***
Pb (µg/m²/j)	11.98	0.383	0.841	5.816	14.087	8.312	***6.903***
Cr (µg/m²/j)	1.51	0.494	0.494	1.170	3.714	3.2	***1.764***
Cu (µg/m²/j)	15.3	0.669	1.04	5.439	13.726	8.104	***7.380***
Se (µg/m²/j)	0.901	0.987	0.099	0.972	1.152	1.447	***0.926***
V (µg/m²/j)	1.45	0.494	0.494	1.456	4.043	3.454	***1.898***
Zn (µg/m²/j)	20.8	1.043	1.78	14.481	39.095	25.034	***17.036***
Hg (µg/m²/j)	0.090	0.099	0.099	0.097	0.115	0.145	***0.107***
DF (pg I-TEQ/m²/j)	0.748	0.744	3.35	0.919	0.500	0.422	***1.114***

6.4.2 Berre l'Etang

❖ Conditions de prélèvement (rose des vents et pluviométrie)

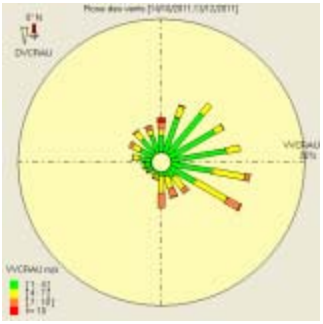
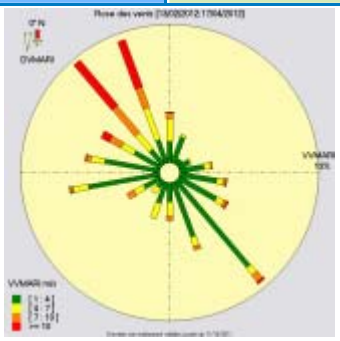
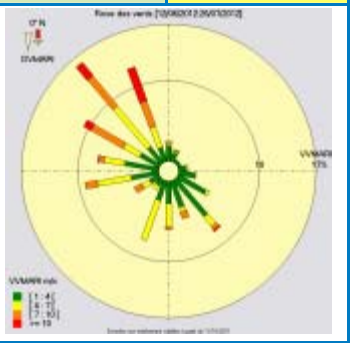
Prélèvements	Du 09/08/11	au 14/10/11	Du 14/10/11 au 15/12/11		Du 15/12/11	au 16/02/12
Rose des vents						
Pluviométrie	16.8 mm		196.7 mm		10.6 mm	
Prélèvements	Du 16/02/12	au 23/04/12	Du 23/04/12 au 13/06/12		Du 13/06/12	au 25/07/12
Rose des vents						
Pluviométrie	1,1 mm		4,3 mm		0,6 mm	

❖ Concentrations obtenues

Polluants	Du 09/08/11 au 14/10/11	Du 14/10/11 au 15/12/11	Du 15/12/11 au 16/02/12	Du 16/02/12 au 23/04/12	Du 23/04/12 au 13/06/12	Du 13/06/12 au 25/07/12	Moyenne
As (µg/m²/j)	0.094	0.100	0.494	0.303	0.261	0.148	***0.233***
Cd (µg/m²/j)	0.094	0.100	0.099	0.093	0.122	0.148	***0.109***
Ni (µg/m²/j)	0.579	0.502	3.43	5.743	50.078	1.120	***10.241***
Pb (µg/m²/j)	0.334	0.229	1.69	3.299	1.273	0.735	***1.260***
Cr (µg/m²/j)	0.471	0.502	0.999	1.628	0.961	0.776	***0.890***
Cu (µg/m²/j)	1.86	1.50	5.78	16.070	5.862	3.519	***5.765***
Se (µg/m²/j)	0.942	1.00	0.099	0.928	1.220	1.481	***0.946***
V (µg/m²/j)	0.826	0.530	4.03	6.083	4.583	1.608	***2.944***
Zn (µg/m²/j)	15.6	12.9	28.5	64.355	21.736	36.195	***29.871***
Hg (µg/m²/j)	0.094	0.100	0.099	0.093	0.122	0.148	***0.109***
DF (pg I-TEQ/m²/j)	0.285	0.660	1.51	0.386	1.164	0.409	***0.735***

6.4.3 Châteauneuf-les-Martigues

❖ Conditions de prélèvement (rose des vents et pluviométrie)

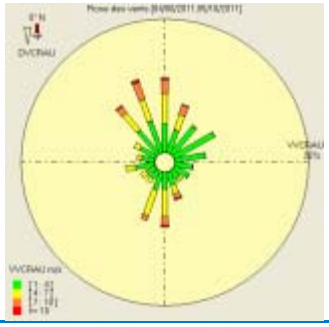
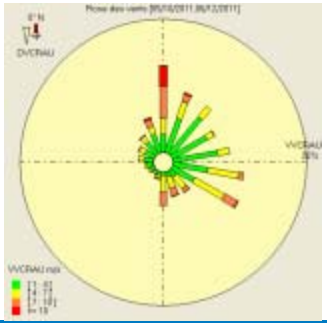
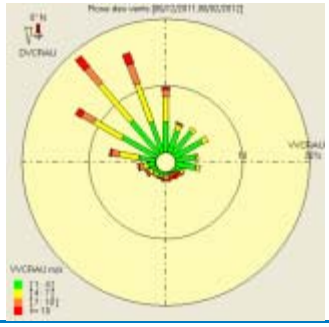
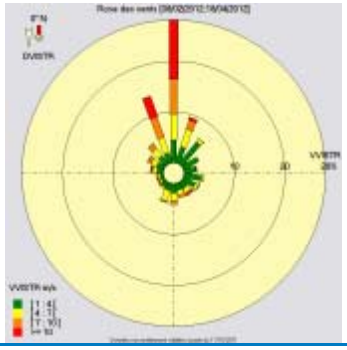
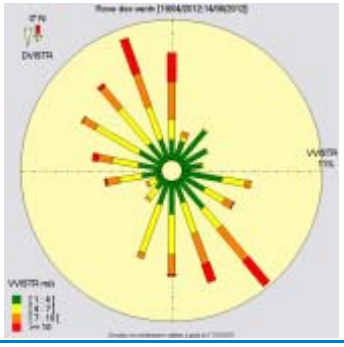
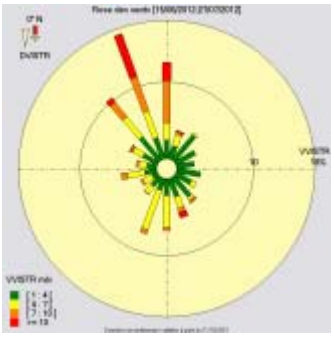
Prélèvements	Du 14/10/11 au 13/12/11	Du 13/02/12	Au 17/04/12	Du 12/06/12	Au 25/07/12
Rose des vents					
Pluviométrie	196.7 mm	0,7 mm		0,6 mm	

❖ Concentrations obtenues

Polluants	Du 14/10/11 au 15/12/11	Du 13/02/12 au 17/04/12	Du 12/06/12 au 25/07/12	Moyenne
As (µg/m²/j)	0.104	0.297	0.268	***0.223***
Cd (µg/m²/j)	0.104	0.097	0.145	***0.115***
Ni (µg/m²/j)	0.518	2.432	1.195	***1.382***
Pb (µg/m²/j)	0.174	3.355	2.008	***1.846***
Cr (µg/m²/j)	0.518	2.315	2.115	***1.649***
Cu (µg/m²/j)	0.543	11.9	5.338	***5.927***
Se (µg/m²/j)	1.04	0.972	1.447	***1.153***
V (µg/m²/j)	0.518	2.951	2.520	***1.996***
Zn (µg/m²/j)	3.16	35.844	19.213	***19.405***
Hg (µg/m²/j)	0.104	0.097	0.145	***0.115***
DF (pg I-TEQ/m²/j)	0.502	0.301	0.373	***0.392***

6.4.4 Fos-sur-Mer

❖ Conditions de prélèvement (rose des vents et pluviométrie)

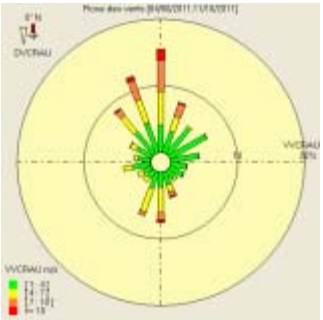
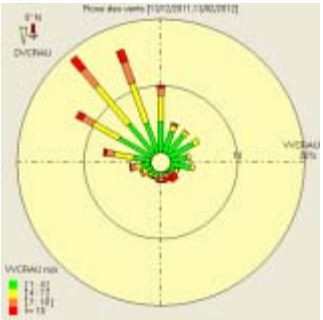
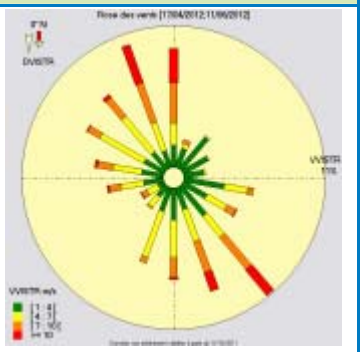
Prélèvements	Du 04/08/11	au 05/10/11	Du 05/10/11 au 06/12/11	Du 06/12/11	au 08/02/12
Rose des vents					
Pluviométrie	43.4 mm		232.6 mm	12.6 mm	
Prélèvements	**Du 08/02/12**	**au 18/04/12**	**Du 18/04/12 au 14/06/12**	**Du 14/06/12**	**au 27/07/12**
Rose des vents					
Pluviométrie	1,1 mm		3,3 mm	0,3 mm	

❖ Concentrations obtenues

Polluants	Du 04/08/11 au 05/10/11	Du 05/10/11 au 06/12/11	Du 06/12/11 au 08/02/12	Du 08/02/12 au 18/04/12	Du 18/04/12 au 14/06/12	Du 14/06/12 au 27/07/12	Moyenne
As (µg/m²/j)	0.100	0.100	0.486	0.109	0.567	0.287	***0.275***
Cd (µg/m²/j)	0.100	0.100	0.097	0.089	0.109	0.145	***0.107***
Ni (µg/m²/j)	0.616	0.502	0.358	0.530	2.052	0.978	***0.839***
Pb (µg/m²/j)	0.496	0.443	1.19	0.446	2.525	2.118	***1.203***
Cr (µg/m²/j)	0.574	0.502	0.511	0.444	2.521	2.132	***1.114***
Cu (µg/m²/j)	4.75	0.907	5.34	2.819	3.488	3.098	***3.399***
Se (µg/m²/j)	1.00	1.00	0.097	0.889	1.091	1.447	***0.922***
V (µg/m²/j)	1.31	0.502	0.486	1.011	4.328	2.283	***1.654***
Zn (µg/m²/j)	3.56	2.24	6.39	3.222	10.758	14.694	***6.811***
Hg (µg/m²/j)	0.100	0.100	0.097	0.089	0.109	0.145	***0.107***
DF (pg I-TEQ/m²/j)	0.241	0.853	2.78	0.531	0.777	0.474	***0.943***

6.4.5 Port-de-Bouc

❖ Conditions de prélèvement (rose des vents et pluviométrie)

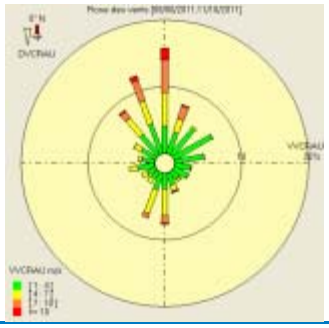
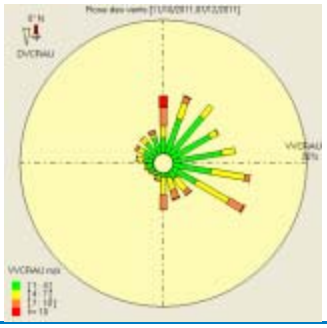
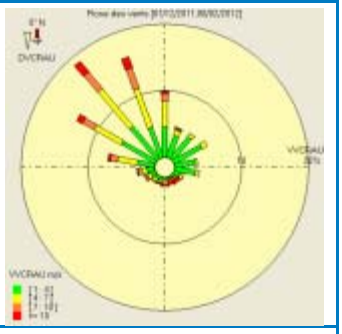
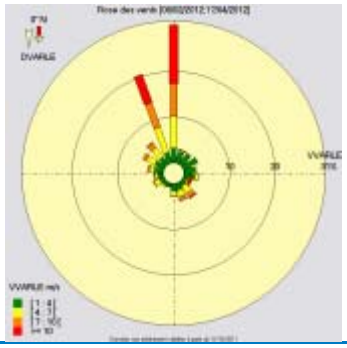
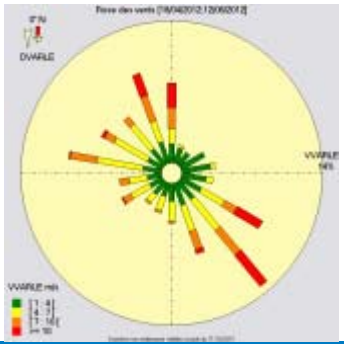
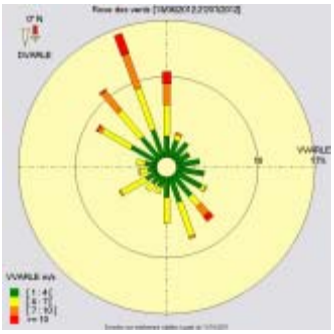
Prélèvements	Du 04/08/11 au 11/10/11	Du 13/12/11 au 13/02/12	Du 17/04/12 au 11/06/12
Rose des vents			
Pluviométrie	48.2 mm	11.8 mm	3,3 mm

❖ Concentrations obtenues

Polluants	Du 04/08/11 au 11/10/11	Du 13/12/11 au 13/02/12	Du 17/04/12 au 11/06/12	Moyenne
As (µg/m²/j)	0.192	0.945	1.323	***0.820***
Cd (µg/m²/j)	0.091	0.114	0.226	***0.144***
Ni (µg/m²/j)	1.01	2.48	125.489	***42.994***
Pb (µg/m²/j)	1.02	9.62	15.507	***8.716***
Cr (µg/m²/j)	0.790	5.38	9.547	***5.239***
Cu (µg/m²/j)	3.81	13.0	27.776	***14.867***
Se (µg/m²/j)	0.915	0.100	1.131	***0.715***
V (µg/m²/j)	1.34	3.56	16.390	***7.096***
Zn (µg/m²/j)	7.45	42.7	100.766	***50.313***
Hg (µg/m²/j)	0.091	0.100	0.113	***0.102***
DF (pg I-TEQ/m²/j)	0.472	7.12	0.961	***2.852***

6.4.6 Port-Saint-Louis-du-Rhône

❖ Conditions de prélèvement (rose des vents et pluviométrie)

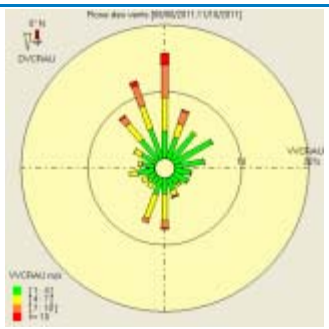
Prélèvements	Du 08/08/11	au 11/10/11	Du 11/10/11 au 07/12/11	Du 07/12/11	au 08/02/12
Rose des vents					
Pluviométrie	36.4 mm		298.8 mm	11.4 mm	
Prélèvements	**Du 08/02/12**	**au 17/04/12**	**Du 17/04/12 au 12/06/12**	**Du 12/06/12**	**au 27/07/12**
Rose des vents					
Pluviométrie	1,6 mm		3 mm	0,6 mm	

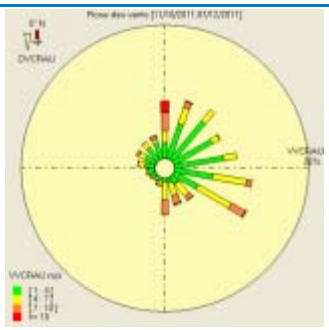
❖ Concentrations obtenues

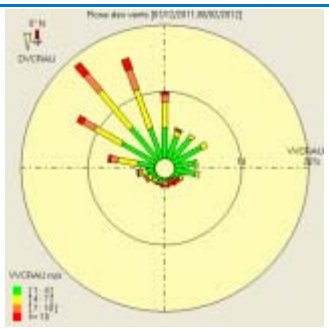
Polluants	Du 08/08/11 au 11/10/11	Du 11/10/11 au 07/12/11	Du 07/12/11 au 08/02/12	Du 08/02/12 au 17/04/12	Du 17/04/12 au 12/06/12	Du 12/06/12 au 27/07/12	Moyenne
As (µg/m²/j)	0.257	0.546	0.494	0.382	0.580	0.315	***0.429***
Cd (µg/m²/j)	0.097	0.109	0.099	0.090	0.134	0.138	***0.111***
Ni (µg/m²/j)	1.45	0.546	0.731	1.174	37.965	1.186	***7.175***
Pb (µg/m²/j)	5.82	0.288	3.56	6.083	7.320	3.812	***4.480***
Cr (µg/m²/j)	28.0	0.871	13.8	17.923	26.613	22.387	***18.272***
Cu (µg/m²/j)	13.6	0.919	6.51	9.588	11.867	6.687	***8.193***
Se (µg/m²/j)	0.972	1.091	0.099	0.901	1.111	1.382	***0.926***
V (µg/m²/j)	2.82	0.546	1.61	2.023	4.678	3.270	***2.491***
Zn (µg/m²/j)	28.6	2.17	13.7	14.993	43.052	22.030	***20.768***
Hg (µg/m²/j)	0.097	0.109	0.099	0.090	0.111	0.138	***0.107***
DF (pg I-TEQ/m²/j)	0.976	2.07	2.62	7.675	0.884	0.619	***2.474***

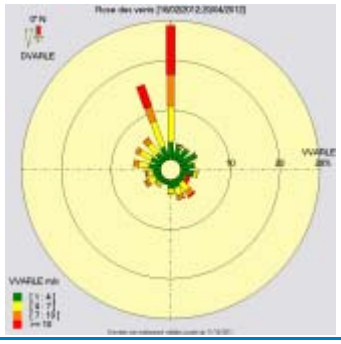
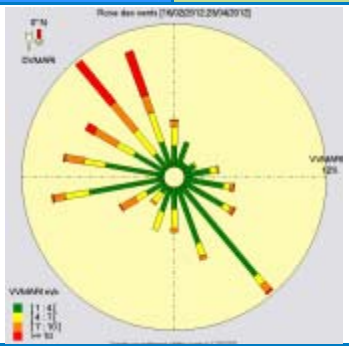
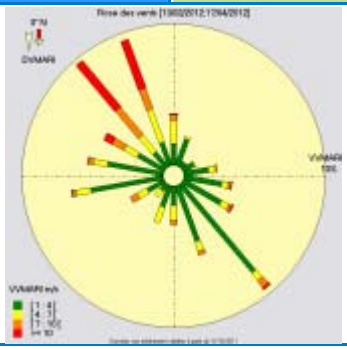
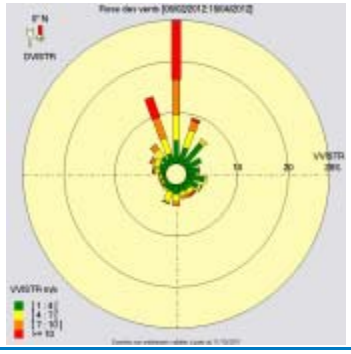
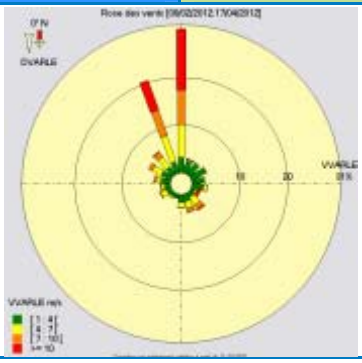
6.5 Résultats dans les retombées atmosphériques par polluants

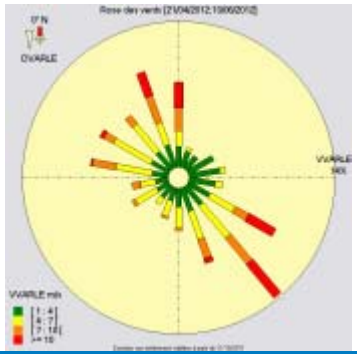
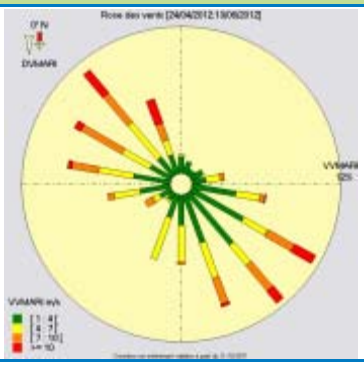
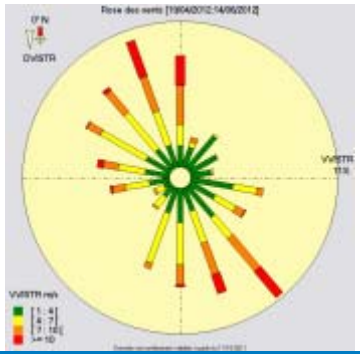
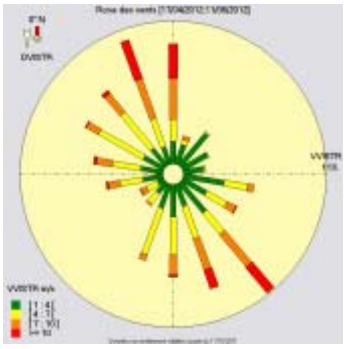
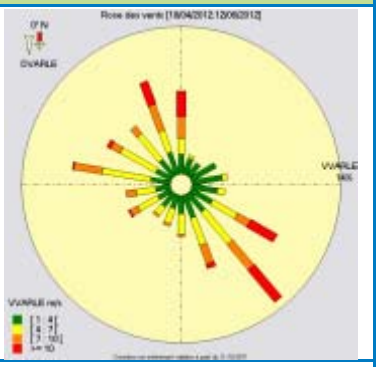
Afin de comparer au mieux les résultats, nous avons créé 3 périodes de prélèvements.
Pour chacune d'entre elles, nous n'avons représenté qu'une rose des vents. En effet, d'un site à l'autre et ce pour les 3 séquences de mesure, les roses des vents sont très ressemblantes. En revanche, nous avons spécifié la pluviométrie pour chacun des sites.
Vous trouverez dans les tableaux ci-dessous ces 3 périodes.

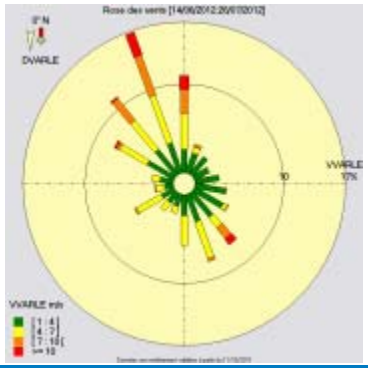
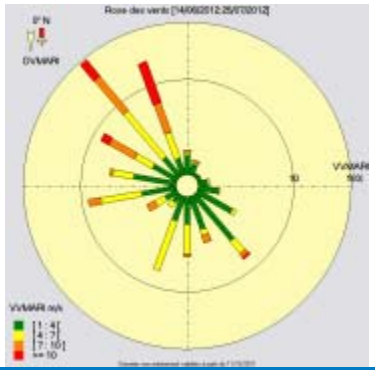
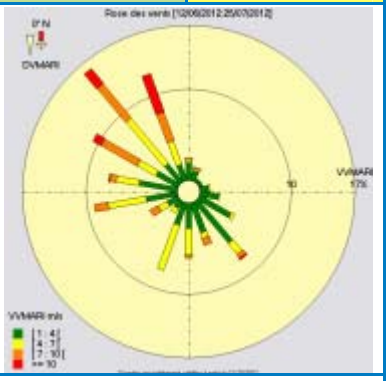
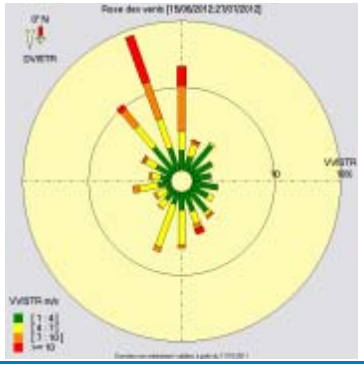
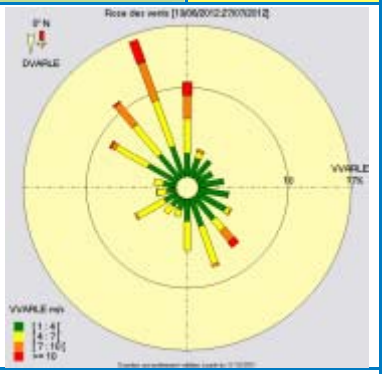
Période n°1 : AOUT 2011 à MI-OCTOBRE 2011				
ARLS	Du 05/08/11	Au 13/10/11		36.8 mm
BETG	Du 09/08/11	Au 14/10/11		16.8 mm
FSCB	Du 04/08/11	Au 05/10/11		43.4 mm
PDBL	Du 04/08/11	Au 11/10/11		48.2 mm
PSTL	Du 08/08/11	Au 11/10/11		36.4 mm

Période n°2 : MI-OCTOBRE 2011 à MI-DECEMBRE 2011			
ARLS	Du 13/10/11 au 15/12/11		299.6 mm
BETG	Du 14/10/11 au 15/12/11		196.7 mm
CHNF	Du 14/10/11 au 13/12/11		196.7 mm
FSCB	Du 05/10/11 au 06/12/11		232.6 mm
PSTL	Du 11/10/11 au 07/12/11		298.8 mm

Période n°3 : MI-DECEMBRE 2011 à MI-FEVRIER 2012				
ARLS	Du 15/12/11	au 16/02/12		10.6 mm
BETG	Du 15/12/11	au 16/02/12		10.6 mm
FSCB	Du 06/12/11	au 08/02/12		12.6 mm
PDBL	Du 13/12/11	au 13/02/12		11.8 mm
PSTL	Du 07/12/11	au 08/02/12		11.4 mm

Période n° 4 : MI-FEVRIER à MI-AVRIL 2012					
ARLS		BETG		CHNF	
Du 16/02/12	au 20/04/12	Du 16/02/12	au 23/04/12	Du 13/02/12	au 17/04/12
					
1,6 mm		1,1 mm		0,7 mm	
FSCB		PSTL			
Du 08/02/12	au 18/04/12	Du 08/02/12	au 17/04/12		
					
1,1 mm		1,6 mm			

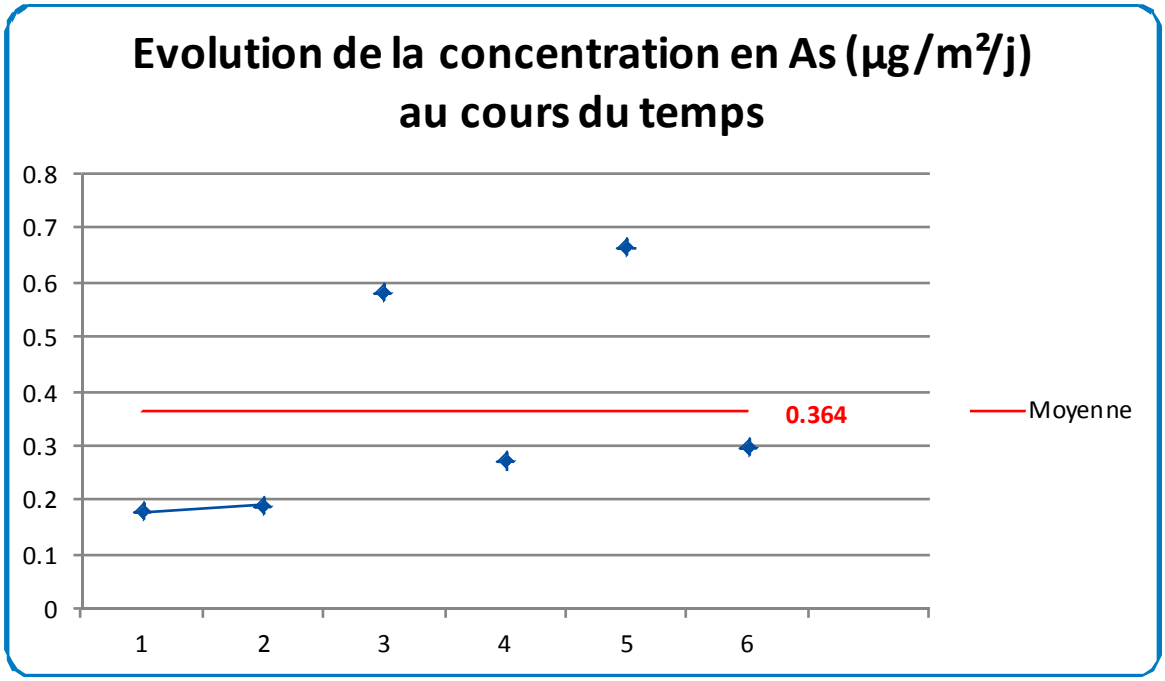
Période n° 5 : MI-AVRIL à MI-JUIN 2012		
ARLS	**BETG**	**FSCB**
Du 20/04/12 au 13/06/12	Du 23/04/12 au 13/06/12	Du 18/04/12 au 14/06/12
		
3 mm	4,3 mm	3,3 mm
PDBL	**PSTL**	
Du 17/04/12 au 11/06/12	Du 17/04/12 au 12/06/12	
		
3,3 mm	3 mm	

Période n° 6 : MI-JUIN à JUILLET 2012					
ARLS		**BETG**		**CHNF**	
Du 13/06/12	au 26/07/12	Du 13/06/12	au 25/07/12	Du 12/06/12	au 25/07/12
					
0,6 mm		0,6 mm		0,6 mm	
FSCB		**PSTL**			
Du 14/06/12	au 27/07/12	Du 12/06/12	au 27/07/12		
					
0,3 mm		0,6 mm			

6.5.1 Arsenic

Concentrations en µg/m²/j

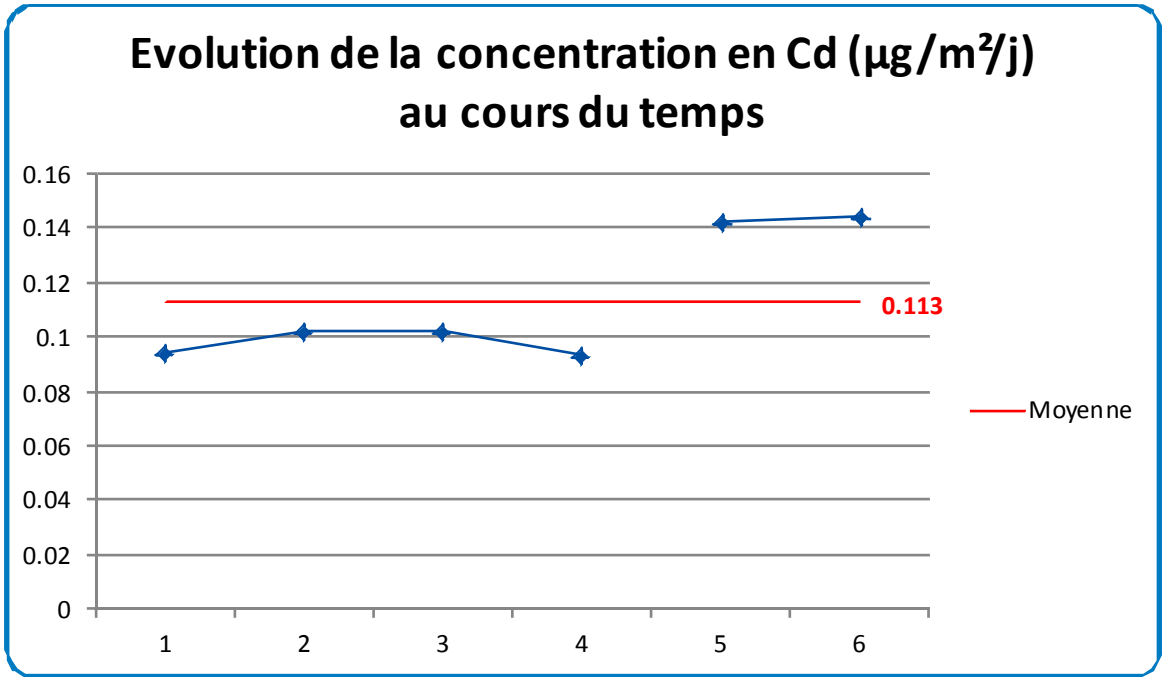
Période / Site	1 D'août 2011 à octobre 2011	2 D'octobre 2011 à décembre 2011	3 De décembre 2011 à février 2012	4 De février 2012 à avril 2012	5 D'avril 2012 à juin 2012	6 De juin 2012 à juillet 2012
ARLS	0.243	0.099	0.494	0.260	0.604	0.474
BETG	0.094	0.100	0.494	0.303	0.261	0.148
CHNF		0.104		0.297		0.268
FSCB	0.100	0.100	0.486	0.109	0.567	0.285
PDBL	0.192		0.945		1.323	
PSTL	0.257	0.546	0.494	0.382	0.580	0.315
MOYENNE	***0.177***	***0.190***	***0.583***	***0.270***	***0.667***	***0.298***
Moyenne en Arsenic : 0.364						



6.5.2 Cadmium

Concentrations en µg/m²/j

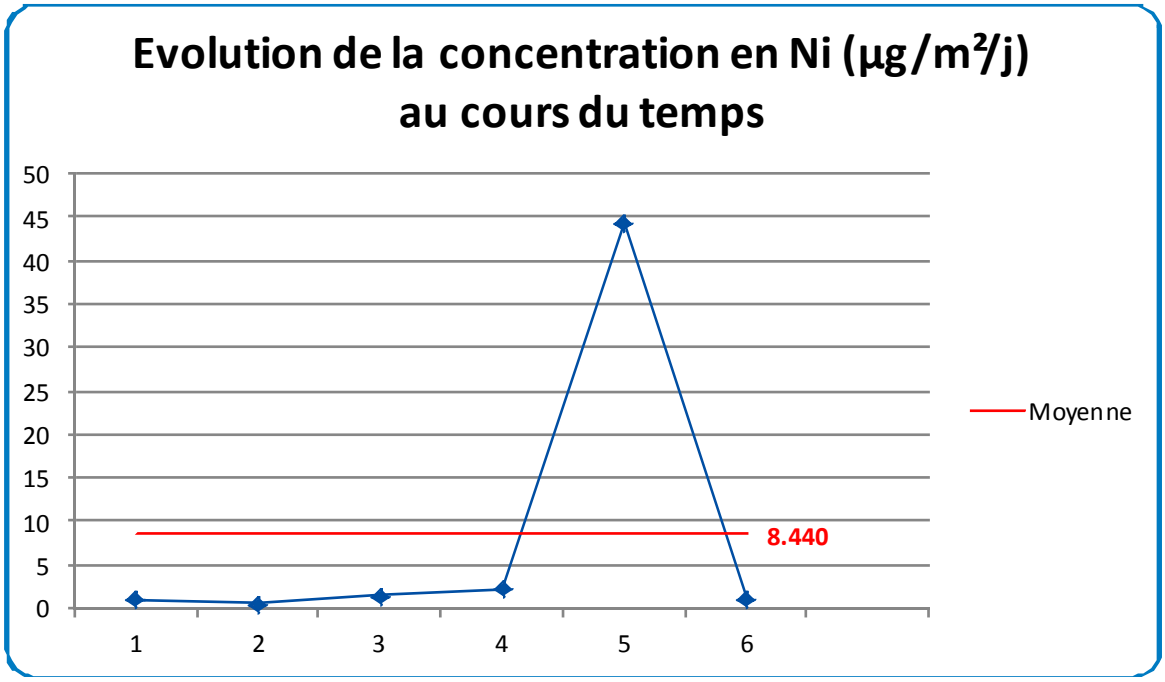
Période / Site	1 D'août 2011 à octobre 2011	2 D'octobre 2011 à décembre 2011	3 De décembre 2011 à février 2012	4 De février 2012 à avril 2012	5 D'avril 2012 à juin 2012	6 De juin 2012 à juillet 2012
ARLS	0.090	0.099	0.099	0.097	0.120	0.145
BETG	0.094	0.100	0.099	0.093	0.122	0.148
CHNF		0.104		0.097		0.145
FSCB	0.100	0.100	0.097	0.089	0.109	0.145
PDBL	0.091		0.114		0.226	
PSTL	0.097	0.109	0.099	0.090	0.134	0.138
MOYENNE	***0.094***	***0.102***	***0.102***	***0.093***	***0.142***	***0.144***
Moyenne en Cadmium : 0.113						



6.5.3 Nickel

Concentrations en µg/m²/j

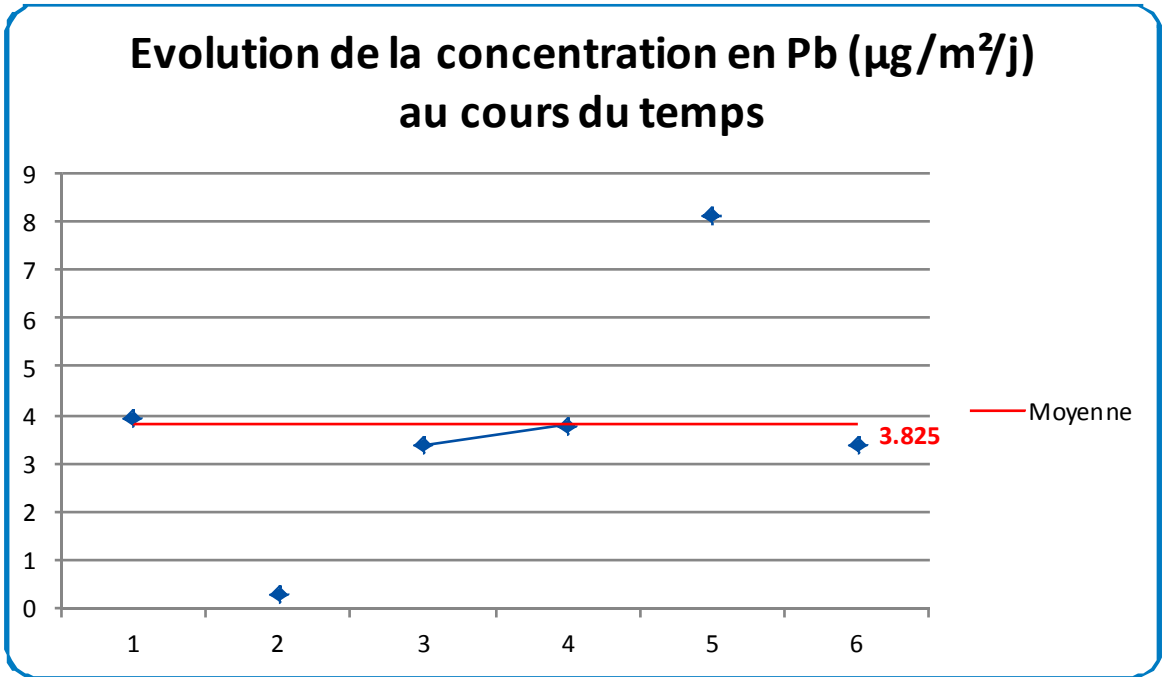
Période / Site	1 D'août 2011 à octobre 2011	2 D'octobre 2011 à décembre 2011	3 De décembre 2011 à février 2012	4 De février 2012 à avril 2012	5 D'avril 2012 à juin 2012	6 De juin 2012 à juillet 2012
ARLS	0.965	0.494	0.099	1.050	6.414	1.519
BETG	0.579	0.502	3.43	5.743	50.078	1.120
CHNF		0.518		2.432		1.195
FSCB	0.616	0.502	0.358	0.530	2.052	0.978
PDBL	1.01		2.48		125.489	
PSTL	1.45	0.546	0.731	1.174	37.965	1.186
MOYENNE	***0.924***	***0.512***	***1.42***	***2.186***	***44.4***	***1.2***
Moyenne en Nickel : 8.440						



6.5.4 Plomb

Concentrations en µg/m²/j

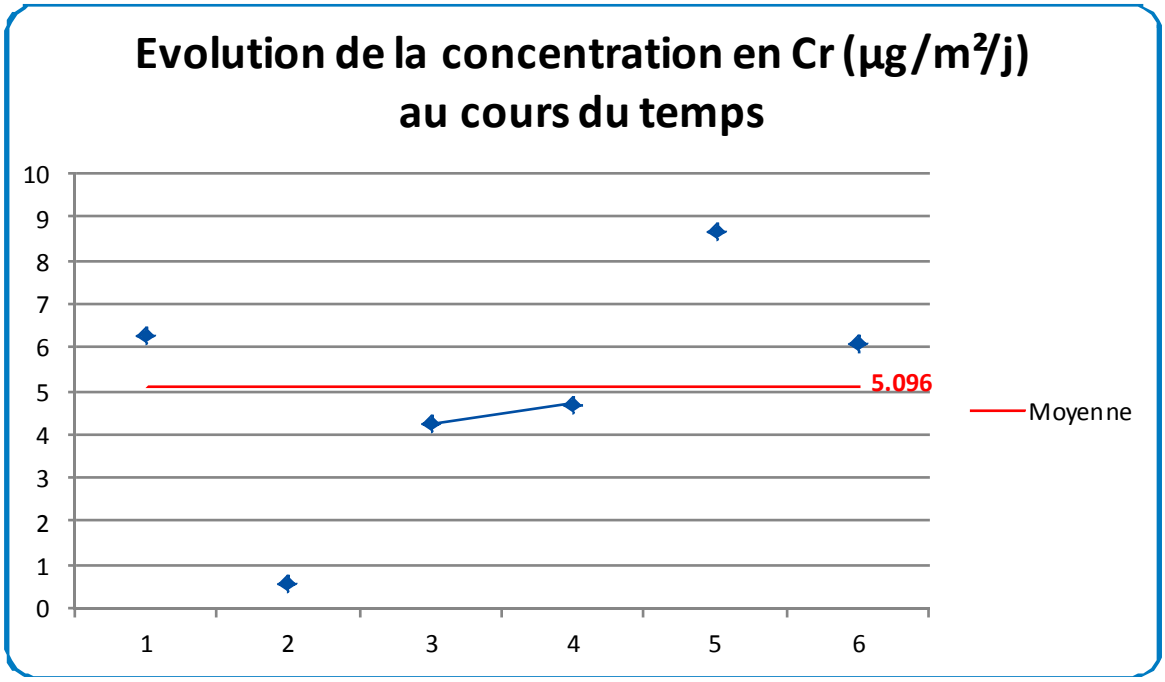
Période / Site	1 D'août 2011 à octobre 2011	2 D'octobre 2011 à décembre 2011	3 De décembre 2011 à février 2012	4 De février 2012 à avril 2012	5 D'avril 2012 à juin 2012	6 De juin 2012 à juillet 2012
ARLS	12.0	0.383	0.841	5.816	14.087	8.312
BETG	0.334	0.229	1.69	3.299	1.273	0.735
CHNF		0.174		3.355		2.008
FSCB	0.496	0.443	1.19	0.446	2.525	2.118
PDBL	1.02		9.62		15.507	
PSTL	5.82	0.288	3.56	6.083	7.320	3.812
MOYENNE	***3.93***	***0.303***	***3.38***	***3.80***	***8.142***	***3.397***
Moyenne en Plomb : 3.825						



6.5.5 Chrome

Concentrations en µg/m²/j

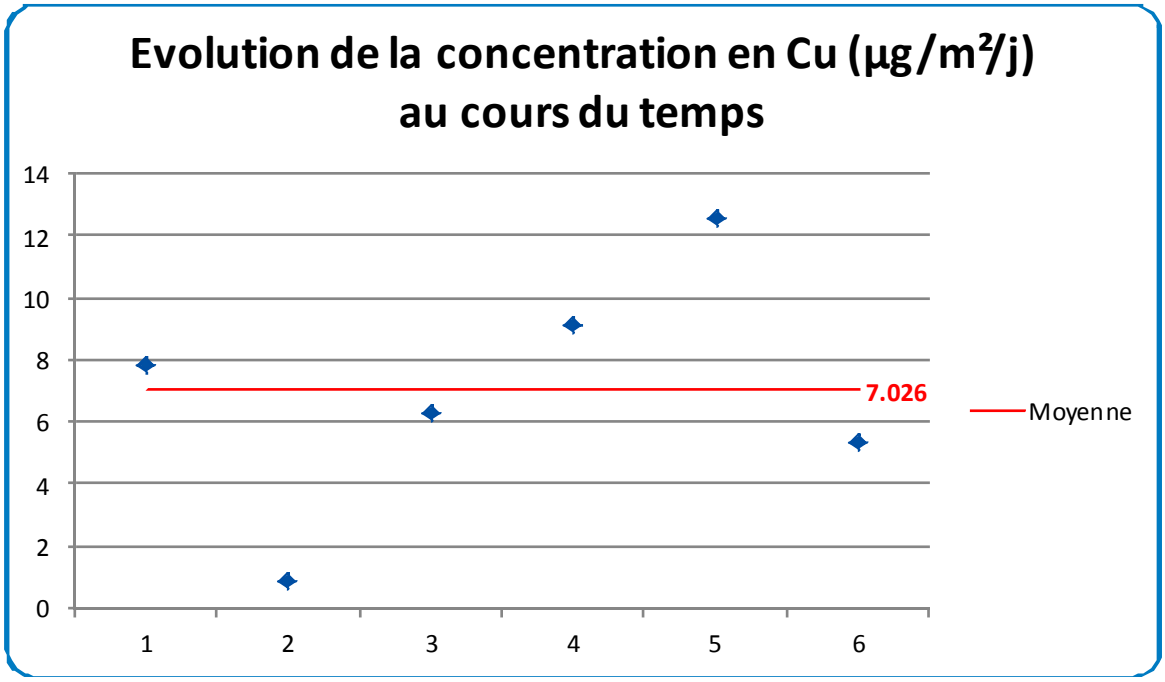
Période / Site	1 D'août 2011 à octobre 2011	2 D'octobre 2011 à décembre 2011	3 De décembre 2011 à février 2012	4 De février 2012 à avril 2012	5 D'avril 2012 à juin 2012	6 De juin 2012 à juillet 2012
ARLS	1.51	0.494	0.494	1.170	3.714	3.2
BETG	0.471	0.502	0.999	1.628	0.961	0.776
CHNF		0.518		2.315		2.115
FSCB	0.574	0.502	0.511	0.444	2.521	2.132
PDBL	0.790		5.38		9.547	
PSTL	28.0	0.871	13.8	17.923	26.613	22.387
MOYENNE	***6.27***	***0.577***	***4.24***	***4.696***	***8.671***	***6.122***
Moyenne en Chrome : 5.096						



6.5.6 Cuivre

Concentrations en µg/m²/j

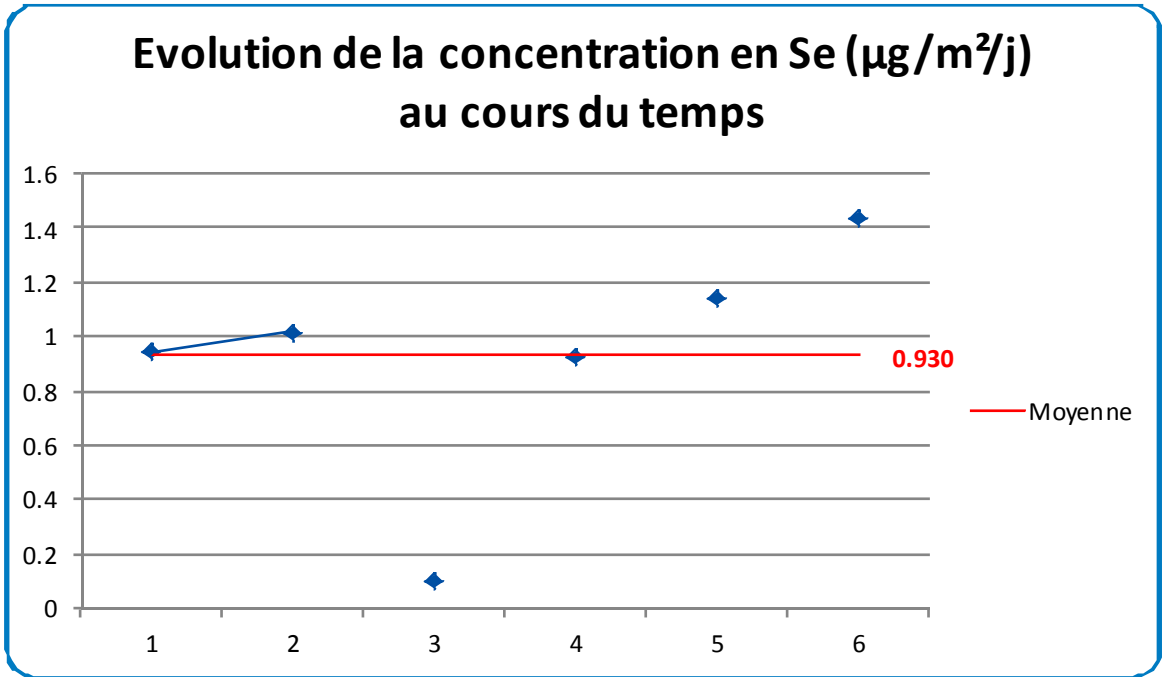
Période / Site	1 D'août 2011 à octobre 2011	2 D'octobre 2011 à décembre 2011	3 De décembre 2011 à février 2012	4 De février 2012 à avril 2012	5 D'avril 2012 à juin 2012	6 De juin 2012 à juillet 2012
ARLS	15.3	0.669	1.04	5.439	13.726	8.104
BETG	1.86	1.50	5.78	16.070	5.862	3.519
CHNF		0.543		11.9		5.338
FSCB	4.75	0.907	5.34	2.819	3.488	3.098
PDBL	3.81		13.0		27.776	
PSTL	13.6	0.919	6.51	9.588	11.867	6.687
MOYENNE	***7.86***	***0.908***	***6.33***	***9.163***	***12.544***	***5.349***
Moyenne en Cuivre : 7.026						



6.5.7 Sélénium

Concentrations en µg/m²/j

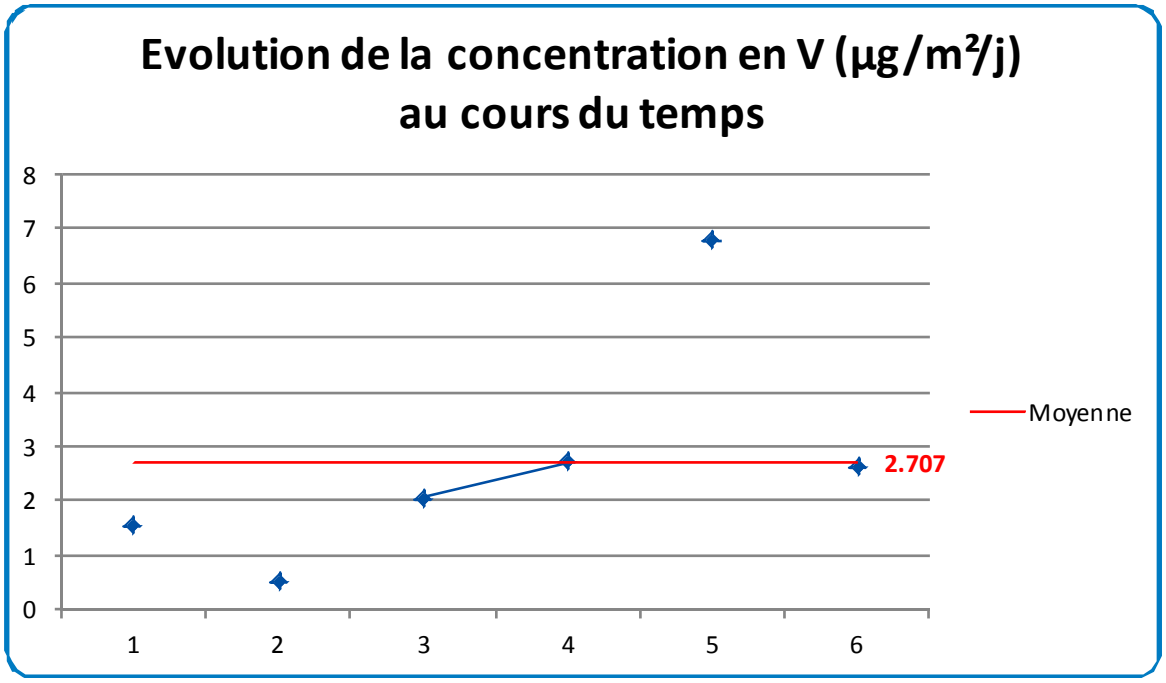
Période / Site	1 D'août 2011 à octobre 2011	2 D'octobre 2011 à décembre 2011	3 De décembre 2011 à février 2012	4 De février 2012 à avril 2012	5 D'avril 2012 à juin 2012	6 De juin 2012 à juillet 2012
ARLS	0.901	0.987	0.099	0.972	1.152	1.447
BETG	0.942	1.00	0.099	0.928	1.220	1.481
CHNF		1.04		0.972		1.447
FSCB	1.00	1.00	0.097	0.889	1.091	1.447
PDBL	0.915		0.100		1.131	
PSTL	0.972	1.09	0.099	0.901	1.111	1.382
MOYENNE	***0.946***	***1.02***	***0.099***	***0.932***	***1.141***	***1.441***
Moyenne en Sélénium : 0.930						



6.5.8 Vanadium

Concentrations en µg/m²/j

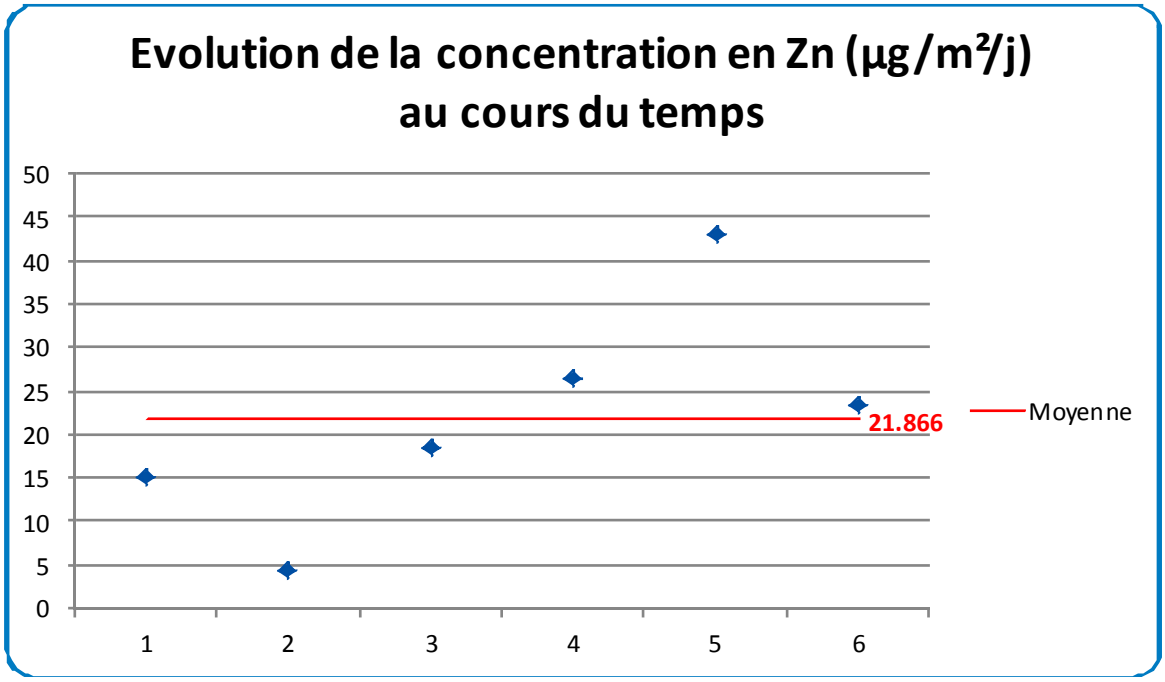
Période / Site	1 D'août 2011 à octobre 2011	2 D'octobre 2011 à décembre 2011	3 De décembre 2011 à février 2012	4 De février 2012 à avril 2012	5 D'avril 2012 à juin 2012	6 De juin 2012 à juillet 2012
ARLS	1.45	0.494	0.494	1.456	4.043	3.454
BETG	0.826	0.530	4.03	6.083	4.583	1.608
CHNF		0.518		2.951		2.520
FSCB	1.31	0.502	0.486	1.011	4.328	2.283
PDBL	1.34		3.56		16.39	
PSTL	2.82	0.546	1.61	2.023	4.678	3.270
MOYENNE	***1.55***	***0.518***	***2.04***	***2.705***	***6.804***	***2.627***
Moyenne en Vanadium : 2.707						



6.5.9 Zinc

Concentrations en µg/m²/j

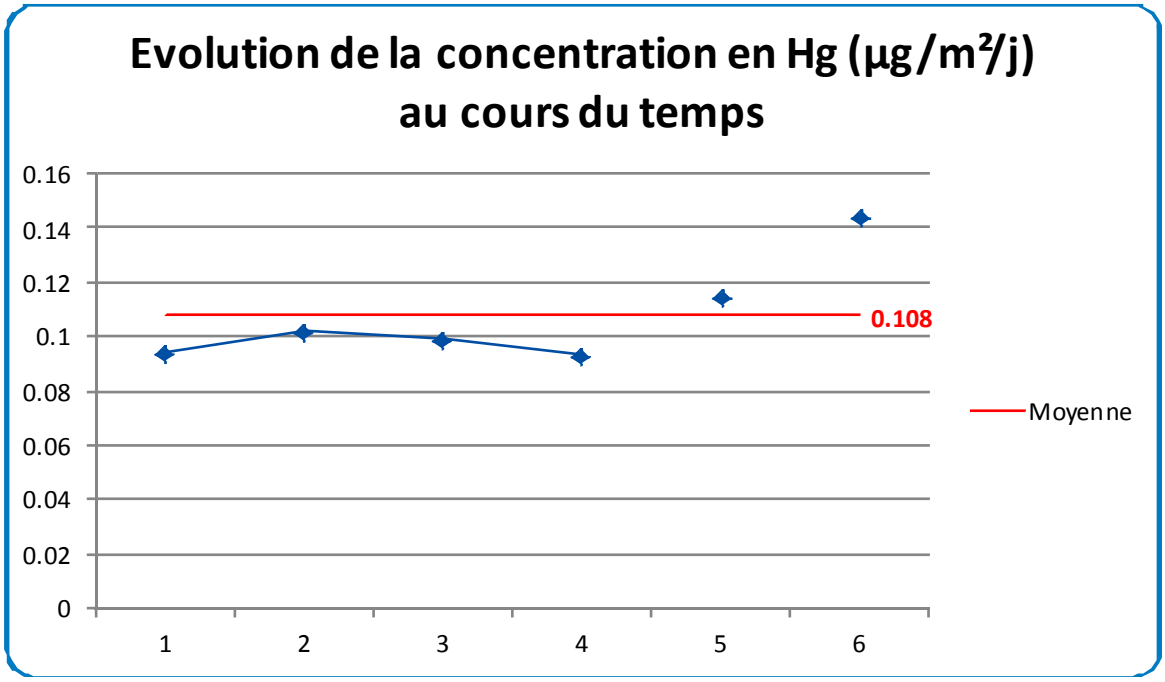
Période / Site	1 D'août 2011 à octobre 2011	2 D'octobre 2011 à décembre 2011	3 De décembre 2011 à février 2012	4 De février 2012 à avril 2012	5 D'avril 2012 à juin 2012	6 De juin 2012 à juillet 2012
ARLS	20.8	1.04	1.78	14.481	39.095	25.034
BETG	15.6	12.9	28.5	64.355	21.736	36.195
CHNF		3.16		35.844		19.213
FSCB	3.56	2.24	6.39	3.222	10.758	14.694
PDBL	7.45		42.7		100.766	
PSTL	28.6	2.17	13.7	14.993	43.052	22.030
MOYENNE	***15.2***	***4.30***	***18.6***	***26.6***	***43.1***	***23.4***
Moyenne en Zinc : 21.9						



6.5.10 Mercure

Concentrations en µg/m²/j

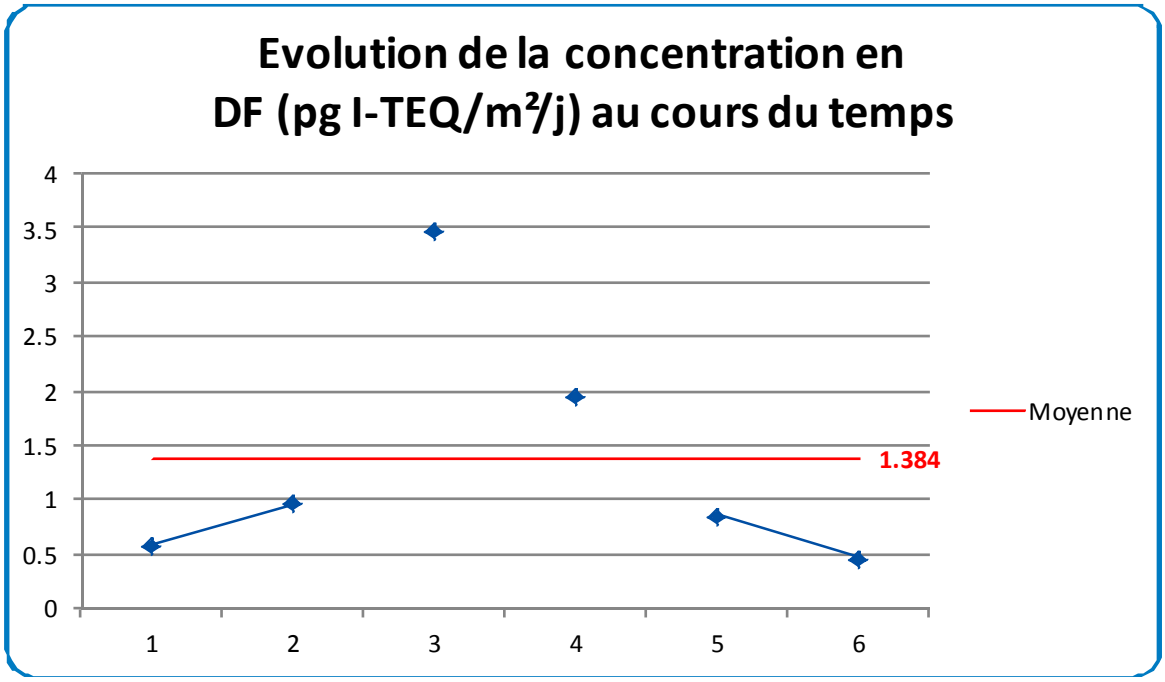
Période / Site	1 D'août 2011 à octobre 2011	2 D'octobre 2011 à décembre 2011	3 De décembre 2011 à février 2012	4 De février 2012 à avril 2012	5 D'avril 2012 à juin 2012	6 De juin 2012 à juillet 2012
ARLS	0.090	0.099	0.099	0.097	0.115	0.145
BETG	0.094	0.100	0.099	0.093	0.122	0.148
CHNF		0.104		0.097		0.145
FSCB	0.100	0.100	0.097	0.089	0.109	0.145
PDBL	0.091		0.100		0.113	
PSTL	0.097	0.109	0.099	0.090	0.111	0.138
MOYENNE	***0.094***	***0.102***	***0.099***	***0.093***	***0.114***	***0.144***
Moyenne en Mercure : 0.108						



6.5.11 Dioxines furanes

Concentrations en pg I-TEQ/m²/j

Période / Site	1 D'août 2011 à octobre 2011	2 D'octobre 2011 à décembre 2011	3 De décembre 2011 à février 2012	4 De février 2012 à avril 2012	5 D'avril 2012 à juin 2012	6 De juin 2012 à juillet 2012
ARLS	0.748	0.744	3.35	0.919	0.500	0.422
BETG	0.285	0.660	1.51	0.386	1.164	0.409
CHNF		0.502		0.301		0.373
FSCB	0.241	0.853	2.78	0.531	0.777	0.474
PDBL	0.472		7.12		0.961	
PSTL	0.976	2.07	2.62	7.675	0.884	0.619
MOYENNE	***0.578***	***0.966***	***3.48***	***1.962***	***0.857***	***0.459***
Moyenne en Dioxines furanes : 1.384						



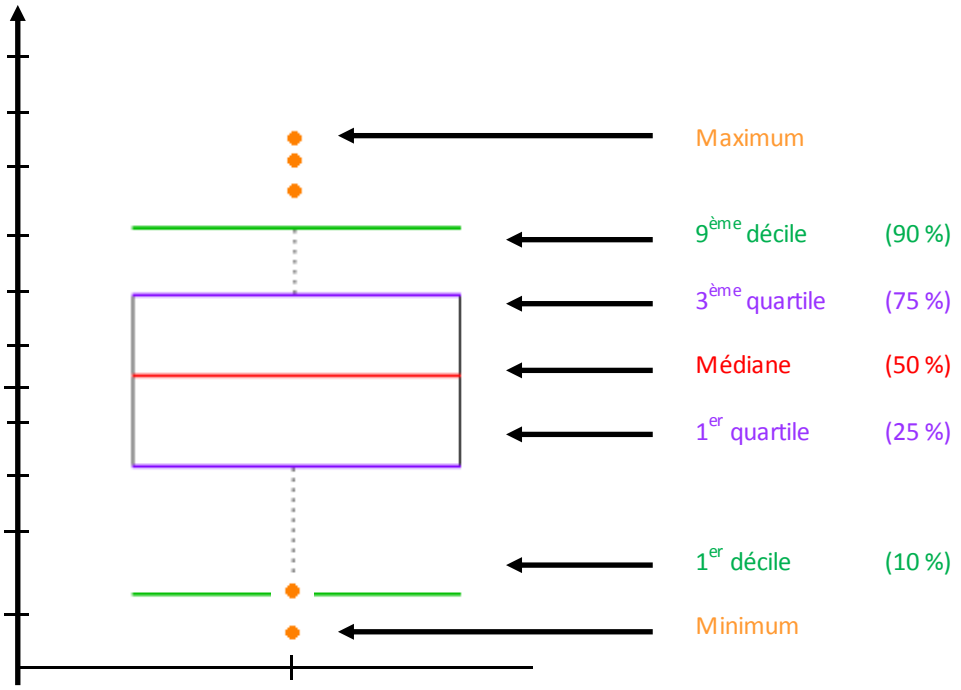
6.6 Comparaisons avec des études réalisées par d'autres AASQA

Afin de comparer nos résultats en dioxines furanes avec des données nationales, nous avons utilisé des boîtes à moustaches. Nous en avons créé une première pour l'air ambiant et une seconde pour les retombées atmosphériques.

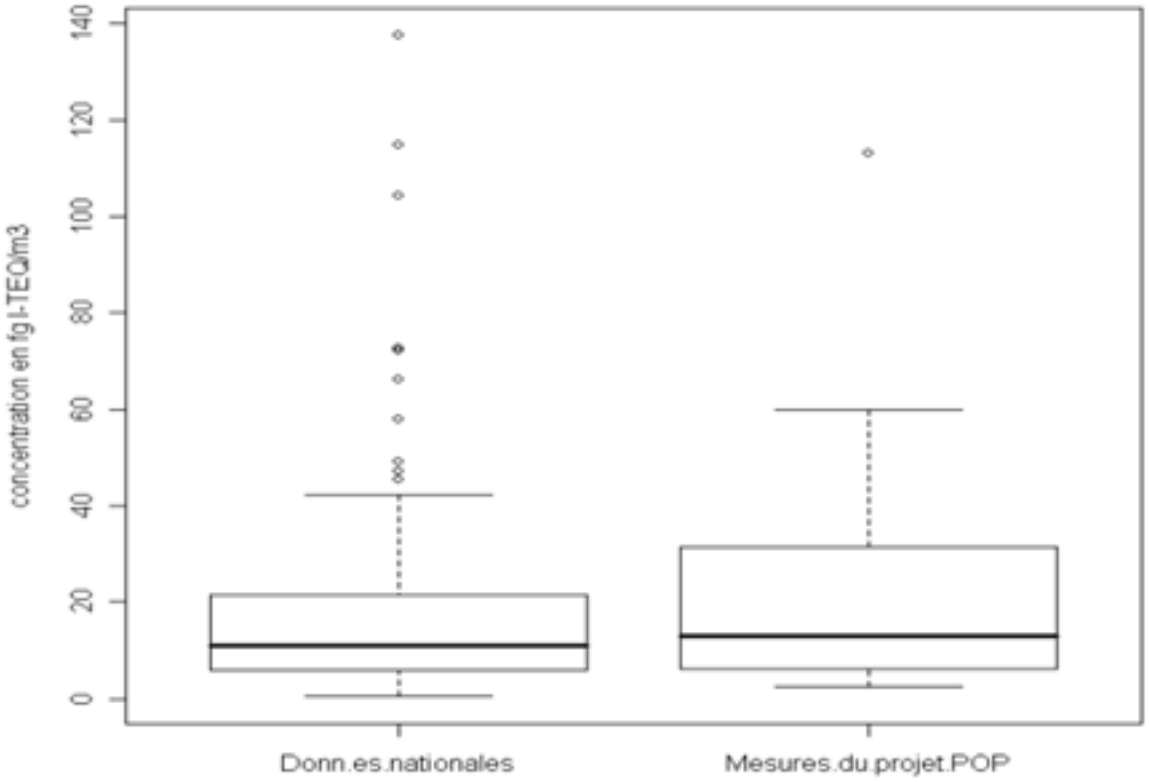
6.6.1 Définition des boîtes à moustaches

Dans les représentations graphiques de données statistiques, la boîte à moustaches (aussi appelée diagramme en boîte, boîte de Tukey ou box plot) est un moyen rapide de figurer le profil essentiel d'une série statistique quantitative.
La boîte à moustaches résume seulement quelques caractéristiques de position du caractère étudié (médiane, quartiles, minimum, maximum ou déciles). Ce diagramme est utilisé principalement pour comparer un même caractère dans deux populations de tailles différentes.

6.6.2 Exemple d'une boîte à moustaches

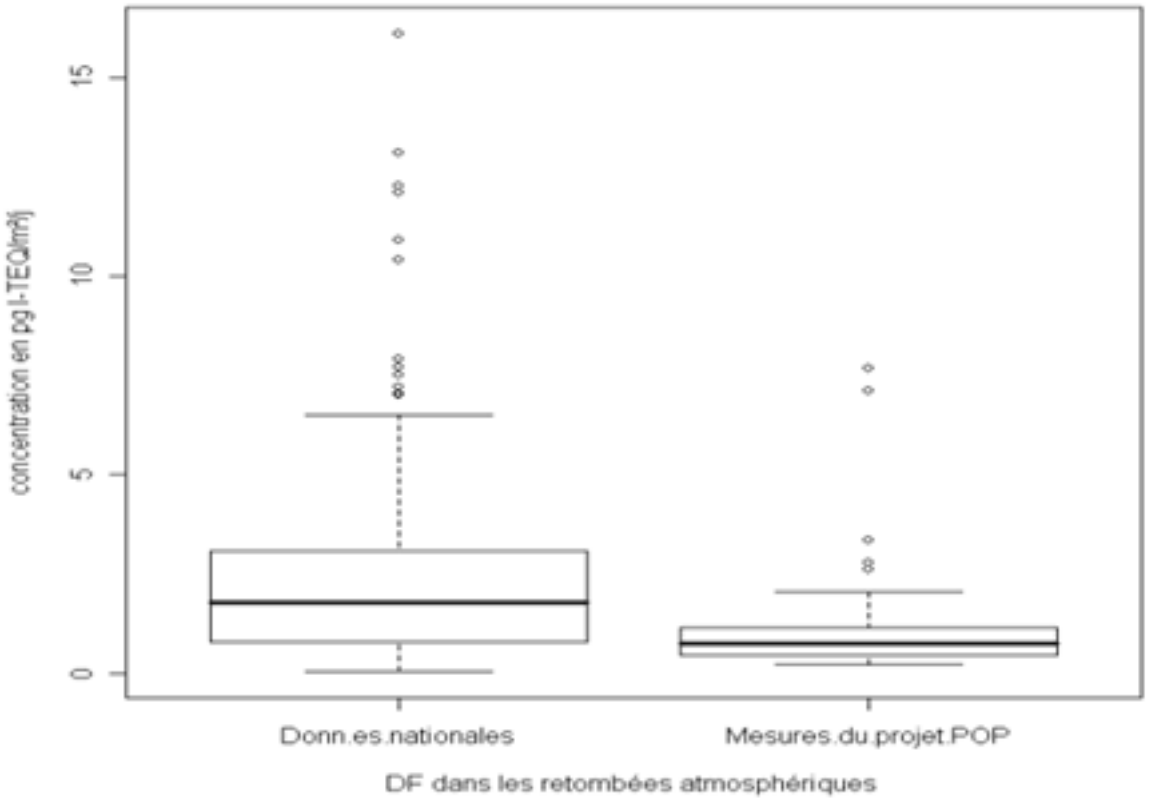


6.6.3 *Comparaison dans l'air ambiant des dioxines furanes*



DF Dans L'air Ambiant

6.6.4 *Comparaison dans les retombées atmosphériques des dioxines furanes*



7 Synthèse de l'étude

7.1 Contexte du projet

S'agissant de la pollution et de son impact sur l'environnement et la santé publique, ***les dioxines et les furanes*** sont régulièrement au cœur de l'actualité. Ces produits organiques Persistants (POP) suscitent également beaucoup d'interrogations de la part des populations.
Ce qui caractérise les dioxines et furanes quant à leur impact environnemental et sanitaire, c'est leur ***toxicité*** mais aussi leur ***persistance.***

Il est donc important de connaitre le risque sanitaire lié à la présence de ces polluants persistants dans l'environnement. Pour l'évaluation de ce risque, la principale donnée d'entrée est leur concentration dans l'environnement. Cette concentration doit être évaluée dans les différents compartiments ou vecteurs. Pour le compartiment « air », il faut prendre en compte l'air ambiant et les retombées atmosphériques.

Le projet POP a pour objectif l'évaluation des concentrations des dioxines et furannes dans l'air ambiant et dans les retombées atmosphériques. Cette évaluation s'appuie sur un plan de surveillance représentatif de ces polluants persistants, à l'aide de mesures réalisées sur le terrain.
Le plan de surveillance proposé a été déployé dans la zone industrielle de l'étang de Berre. Cette zone présente un grand intérêt de par la présence en son sein d'installations industrielles diverses : raffinage, pétrochimie, métallurgie, incinération, …

7.2 Objectifs et investigations menées dans le projet

- **Objectif stratégique :** Réduire et contrôler les expositions nocives à la pollution atmosphérique ayant un impact sur la santé.

- **Objectif opérationnel :** Concevoir et mettre en œuvre un plan de surveillance des POP dans la région industrielle de l'Etang de Berre. Cet objectif est décliné sur trois axes :

  4- Une meilleure connaissance des émissions : Recensement et localisation des émetteurs et inventaire des émissions des POP.

  5- Une mesure des niveaux de dioxines et de furannes : Niveaux de fond et niveau dans les zones d'impacts, dans l'air ambiant et dans les retombés atmosphériques

  6- Traitement des données et modélisation : Cartographie des niveaux de dioxines et de Furannes.

Pilotage	Partenaires
AIR PACA	ARS
	DREAL
	Industriels
	Collectivités

7.3 Réalisations et résultats du projet

Le projet a proposé un plan de surveillance des dioxines - furanes et de 10 métaux toxiques dans la région de l'Etang de Berre.

Les résultats du projet ont permis de documenter les niveaux de dioxines et furannes ainsi que 10 métaux toxiques dans la zone industrielle de l'Etang de Berre :

- ***Connaissance des niveaux de ces polluants persistants dans l'environnement pour établir des niveaux de références.***
- ***Constitution d'une base de données pour les études d'impact sanitaire.***

Les réalisations et les résultats du projet sont déclinés en 3 volets d'investigation :

A- Une meilleure connaissance des émissions :

Des investigations ont été menées sur l'inventaire des émissions pour mieux connaitre les sources des dioxines - furanes et des métaux toxiques dans la zone d'étude. Un travail a été fait pour :

- Recenser et localiser les sources : grandes sources ponctuelles, sources linéiques et surfaciques,
- Cartographier les émissions en question dans la zone d'étude,
- Préciser les contributions sectorielles à ces émissions.

B- Campagnes de mesures sur le terrain :

Des moyens et des méthodes de mesure ont été déployés au cours du projet pour évaluer les concentrations des dioxines – furanes et des métaux toxiques dans :

- L'air ambiant,
- Les retombées atmosphériques.

La stratégie géographique et la durée des campagnes de mesure (12 mois) ont été conçues pour assurer une représentativité spatiale et temporelle des résultats obtenus.

C- Modélisation :

Les données issues des volets « émissions » et « mesure » ont été utilisées au cours du projet puis croiser avec d'autres informations, notamment météorologiques et de population. Ainsi ce travail de modélisation a permis de :

- Réaliser des cartographies précises des niveaux de concentration des dioxines- furanes et des métaux toxiques dans l'air ambiant et dans les retombées atmosphériques.
- Réaliser des cartographies de risques sanitaires spécifiques aux polluants en question.

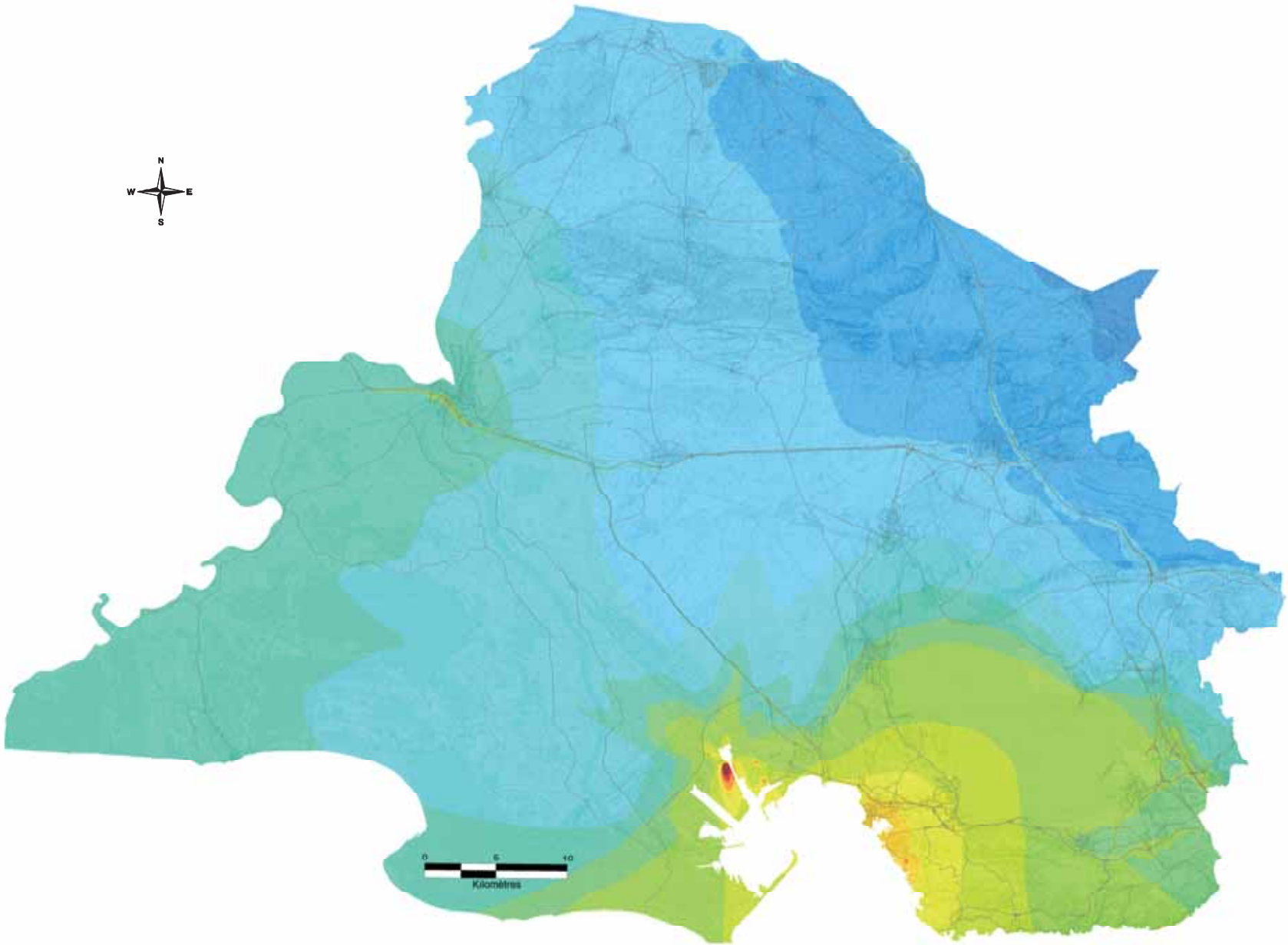
7.4 Livrables du projet

Rapports	Base de données	Cartographies
Conception	Emissions	concentration air ambiant
Emissions	Mesures	Concentration Retombées
Stratégie de mesures		Emissions
Résultats de mesures		ERS
Modélisation		
ERS		
Bilan		

ANNEXES

Concentrations moyennes annuelles dans l'air en zinc

Zone d'intervention AIRFOBEP



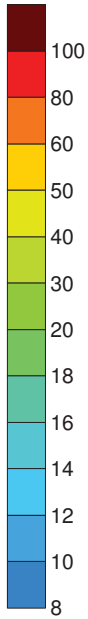
Cadastre d'émission : **2007**

Unité : **ng/m³**

Période météorologique : **2007**

Prise en compte de la mesure : **oui**

Zinc (ng/m³)

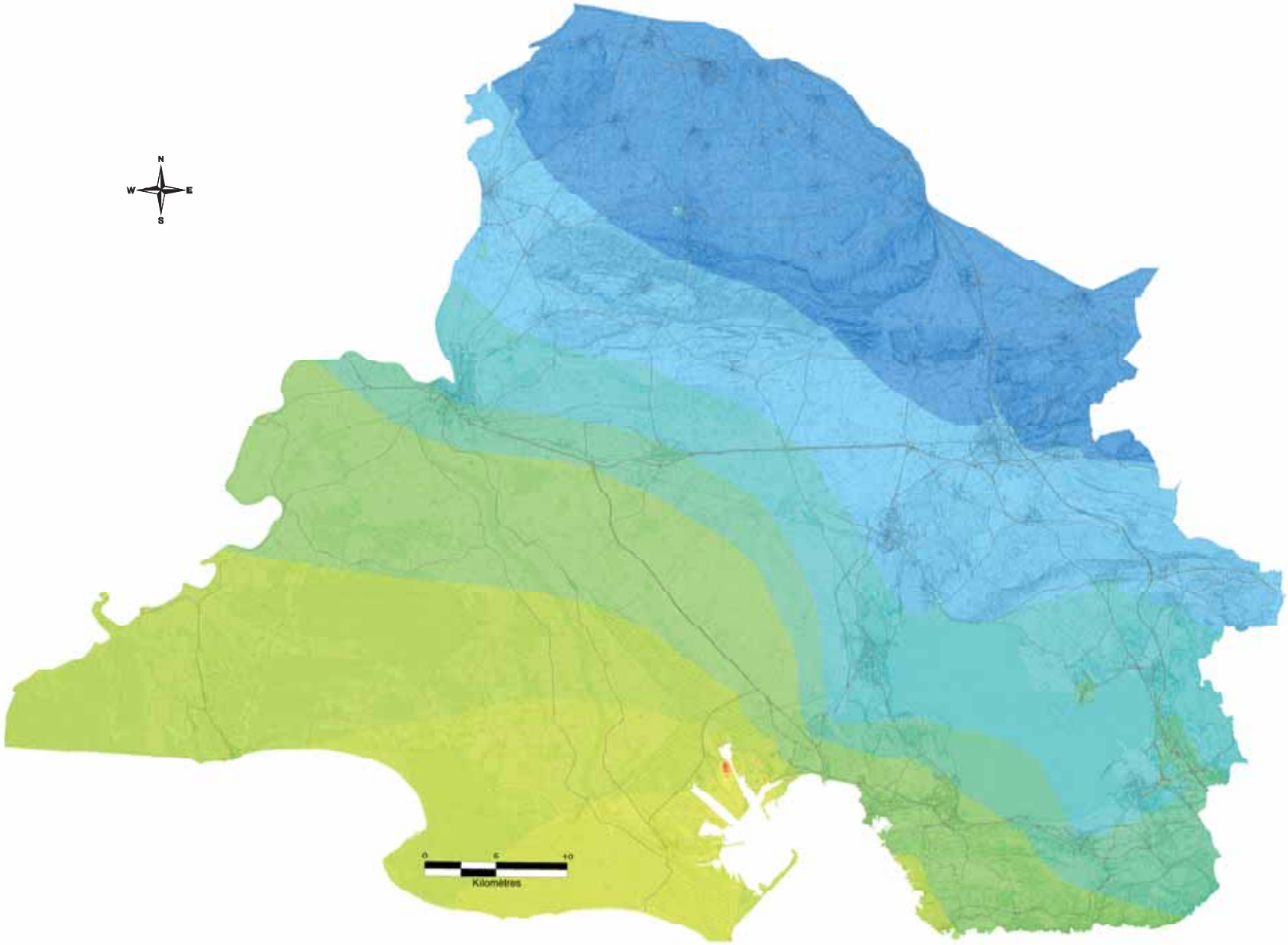


NUMTECH

Octobre 2012 – © NUMTECH

Concentrations moyennes annuelles dans l'air en chrome

Zone d'intervention AIRFOBEP



Cadastre d'émission : **2007**

Unité : **ng/m³**

Période météorologique : **2007**

Prise en compte de la mesure : **oui**

Chrome (ng/m³)

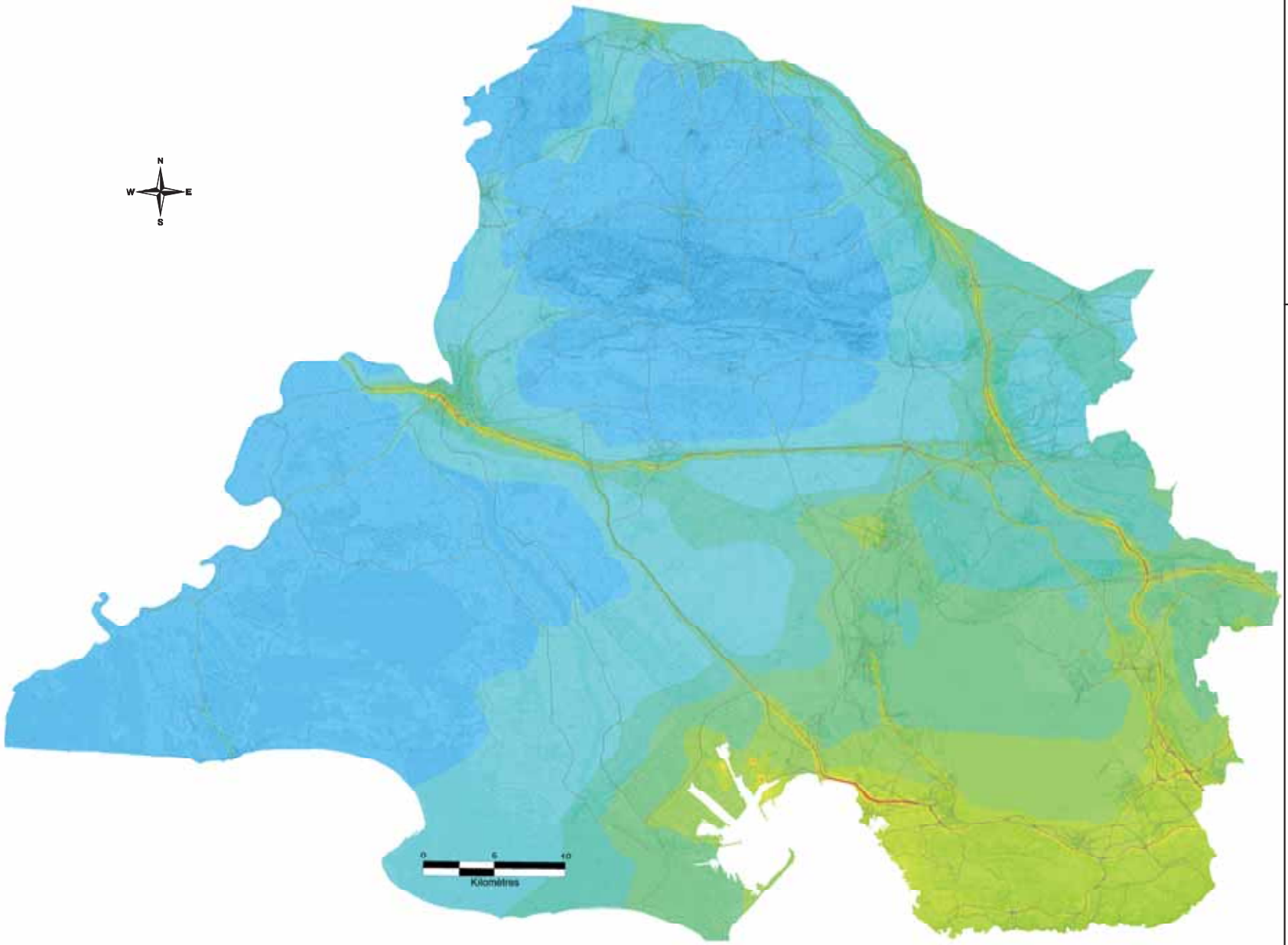
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
1.5
1
0.5
0

NUMTECH

Octobre 2012 – © NUMTECH

Concentrations moyennes annuelles dans l'air en cuivre

Zone d'intervention AIRFOBEP



Cadastre d'émission : **2007**

Unité : **ng/m³**

Période météorologique : **2007**

Prise en compte de la mesure : **oui**

Cuivre (ng/m³)

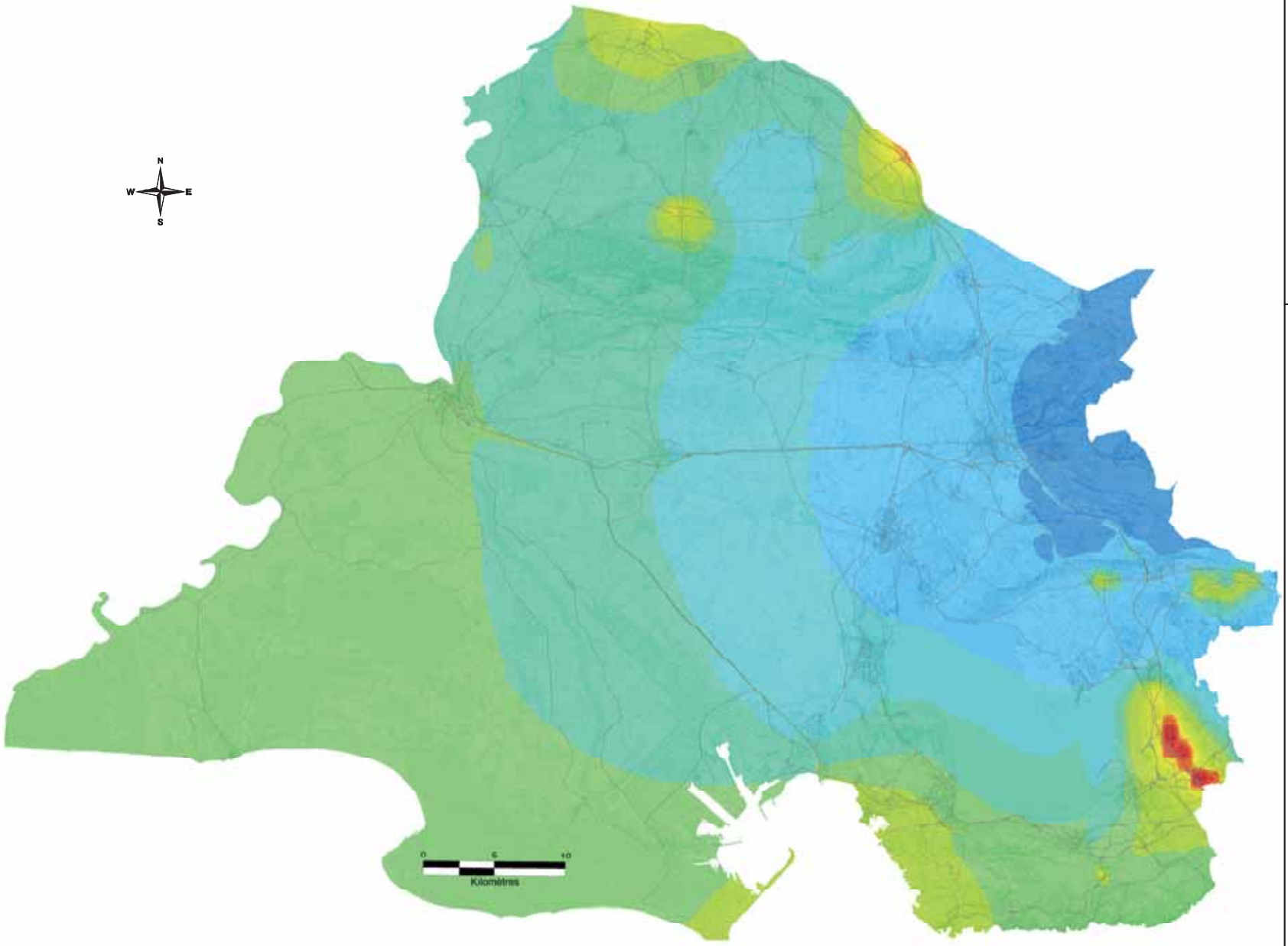
50
40
30
20
18
16
14
12
10
9
8
7
6
5
4
3.5
3
2.5
2

NUMTECH

Octobre 2012 – © NUMTECH

Concentrations moyennes annuelles dans l'air en sélénium

Zone d'intervention AIRFOBEP



Cadastre d'émission : **2007**

Unité : **ng/m³**

Période météorologique : **2007**

Prise en compte de la mesure : **oui**

Sélénium (ng/m³)

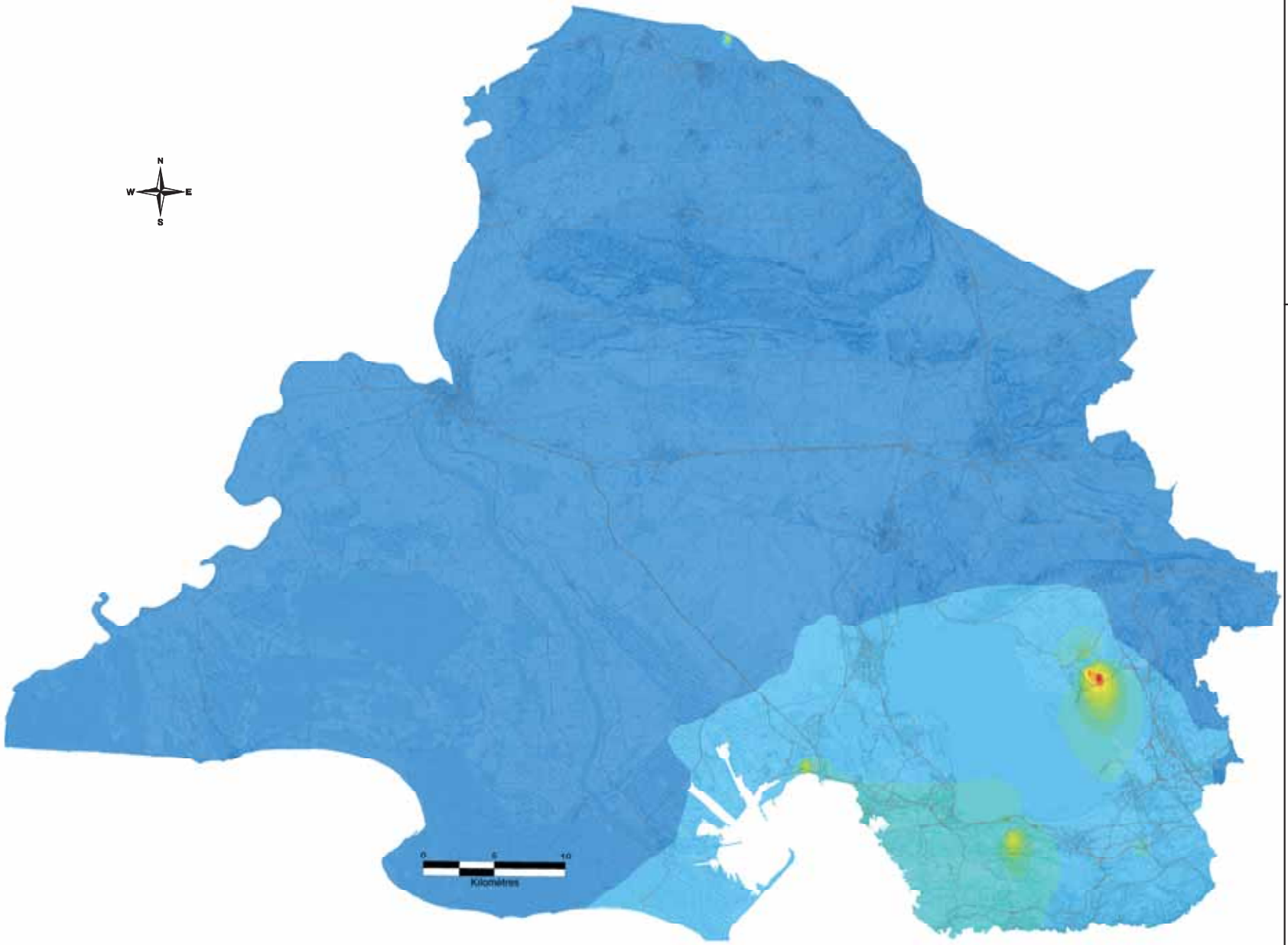
4
3.5
3
2.5
2
1.75
1.5
1.25
1
0.8
0.6
0.4
0.35
0.3
0.25
0.2
0

NUMTECH

Octobre 2012 – © NUMTECH

Concentrations moyennes annuelles dans l'air en vanadium

Zone d'intervention AIRFOBEP



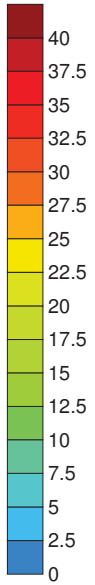
Cadastre d'émission : **2007**

Unité : **ng/m³**

Période météorologique : **2007**

Prise en compte de la mesure : **oui**

Vanadium (ng/m³)

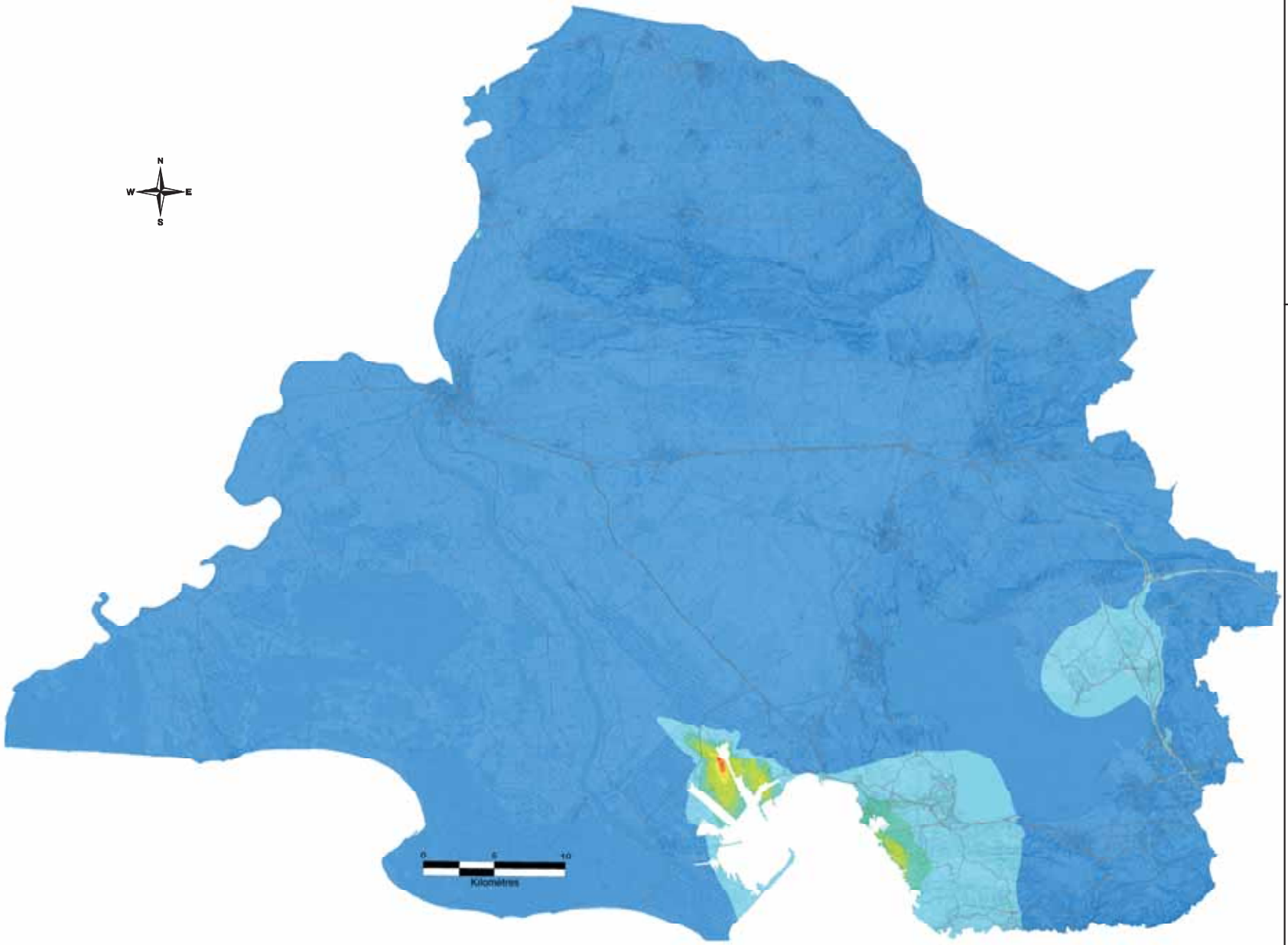


NUMTECH

Octobre 2012 – © NUMTECH

Flux moyen annuel de dépôt total au sol en zinc

Zone d'intervention AIRFOBEP



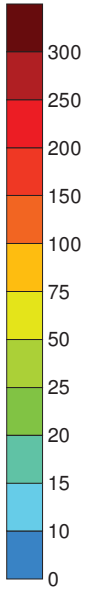
Cadastre d'émission : **2007**

Unité : **mg/m²/an**

Période météorologique : **2007**

Prise en compte de la mesure : **oui**

Zinc (mg/m²/an)

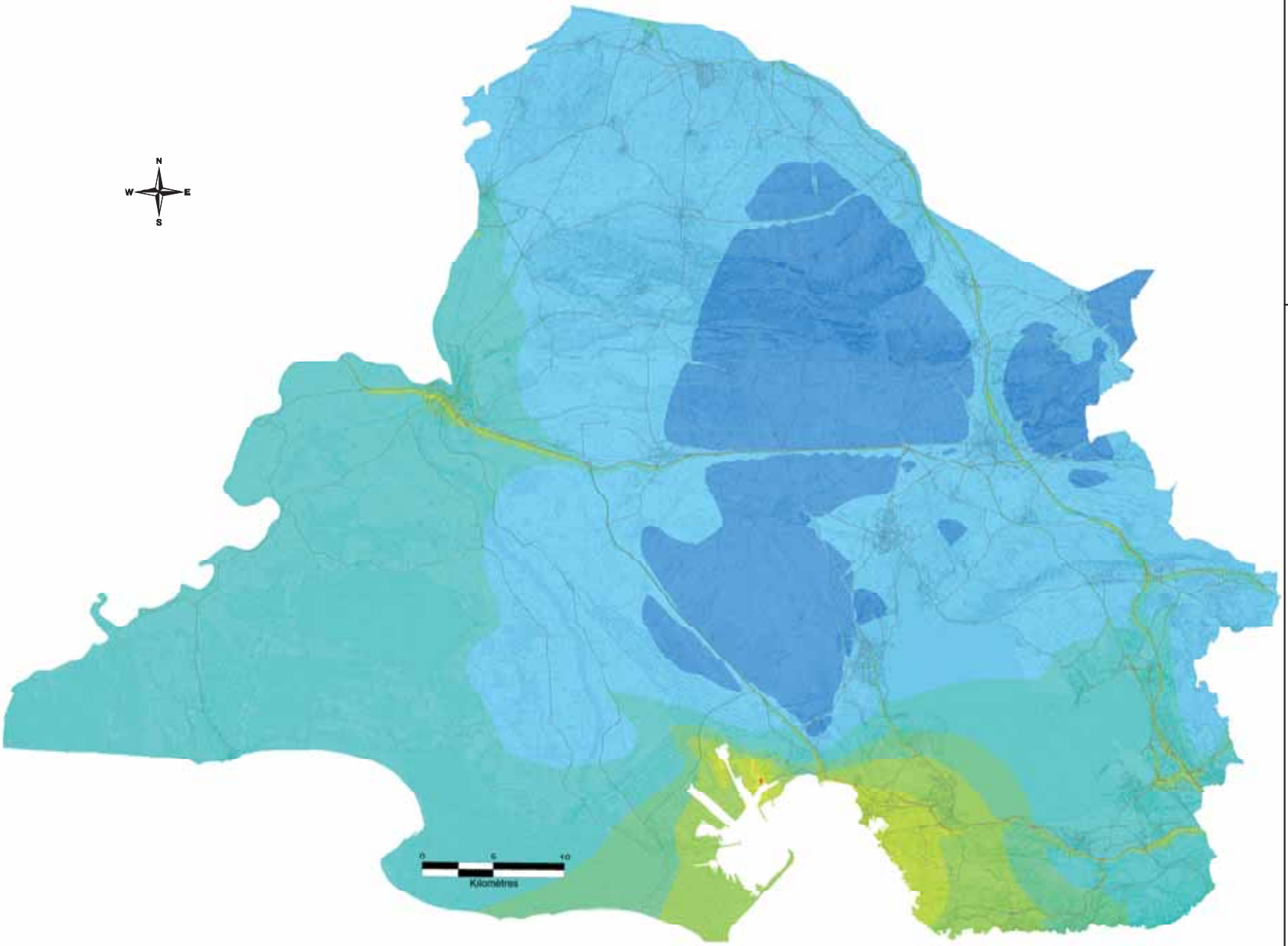


NUMTECH

Octobre 2012 – © NUMTECH

Flux moyen annuel de dépôt total au sol en cuivre

Zone d'intervention AIRFOBEP



Cadastre d'émission : **2007**

Unité : **mg/m²/an**

Période météorologique : **2007**

Prise en compte de la mesure : **oui**

Cuivre (mg/m²/an)

22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
3
2.5
2
1.5
1

NUMTECH

Octobre 2012 – © NUMTECH

Flux moyen annuel de dépôt total au sol en sélénium

Zone d'intervention AIRFOBEP

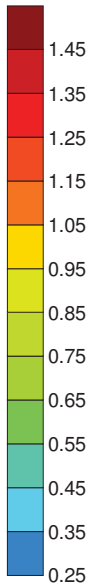
Cadastre d'émission : **2007**

Unité : **mg/m²/an**

Période météorologique : **2007**

Prise en compte de la mesure : **oui**

Sélénium (mg/m²/an)

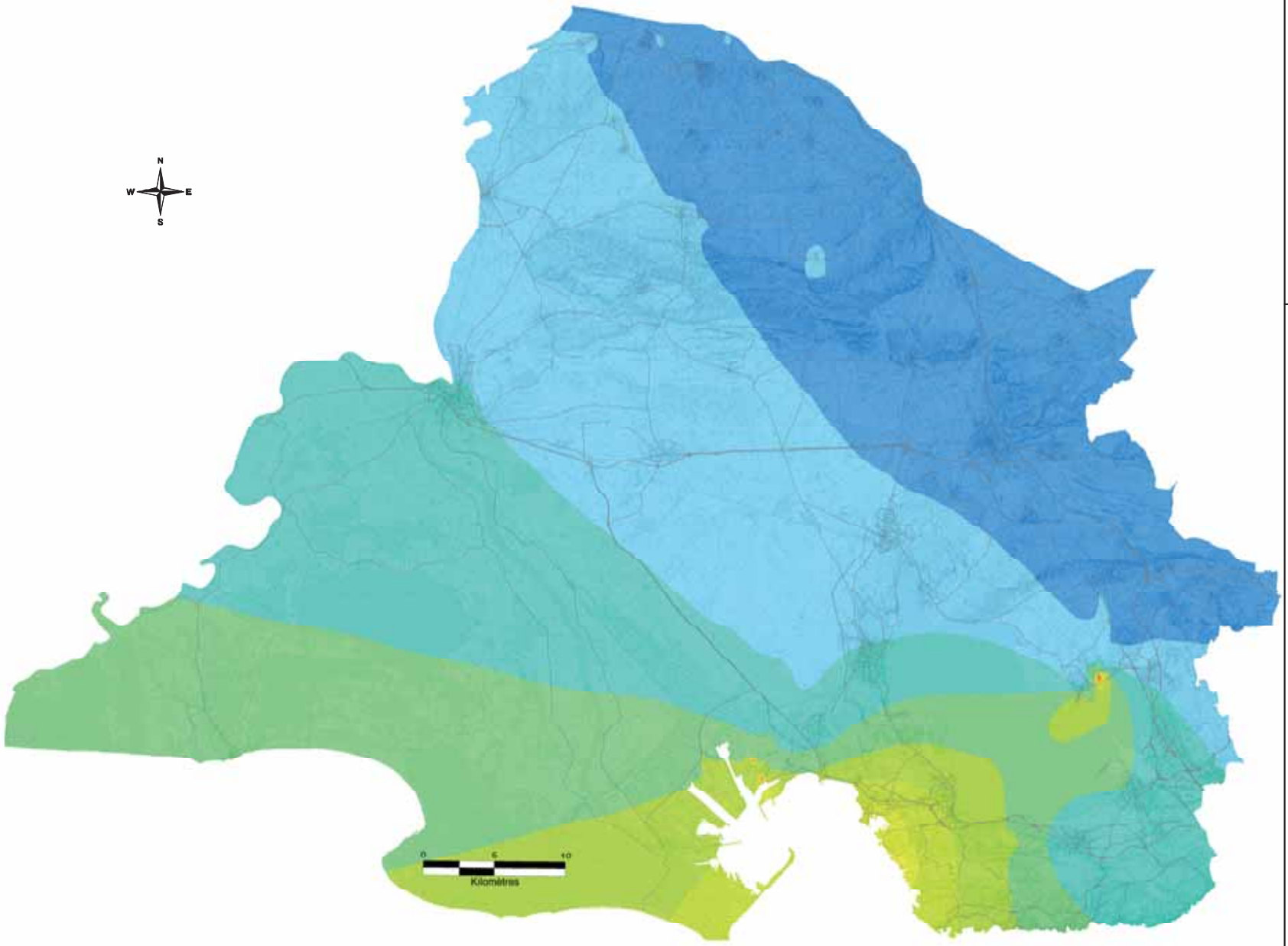


NUMTECH

Octobre 2012 – © NUMTECH

Concentrations moyennes annuelles dans l'air en arsenic

Zone d'intervention AIRFOBEP



Cadastre d'émission : **2007**

Unité : **ng/m³**

Période météorologique : **2007**

Prise en compte de la mesure : **oui**

Arsenic (ng/m³)

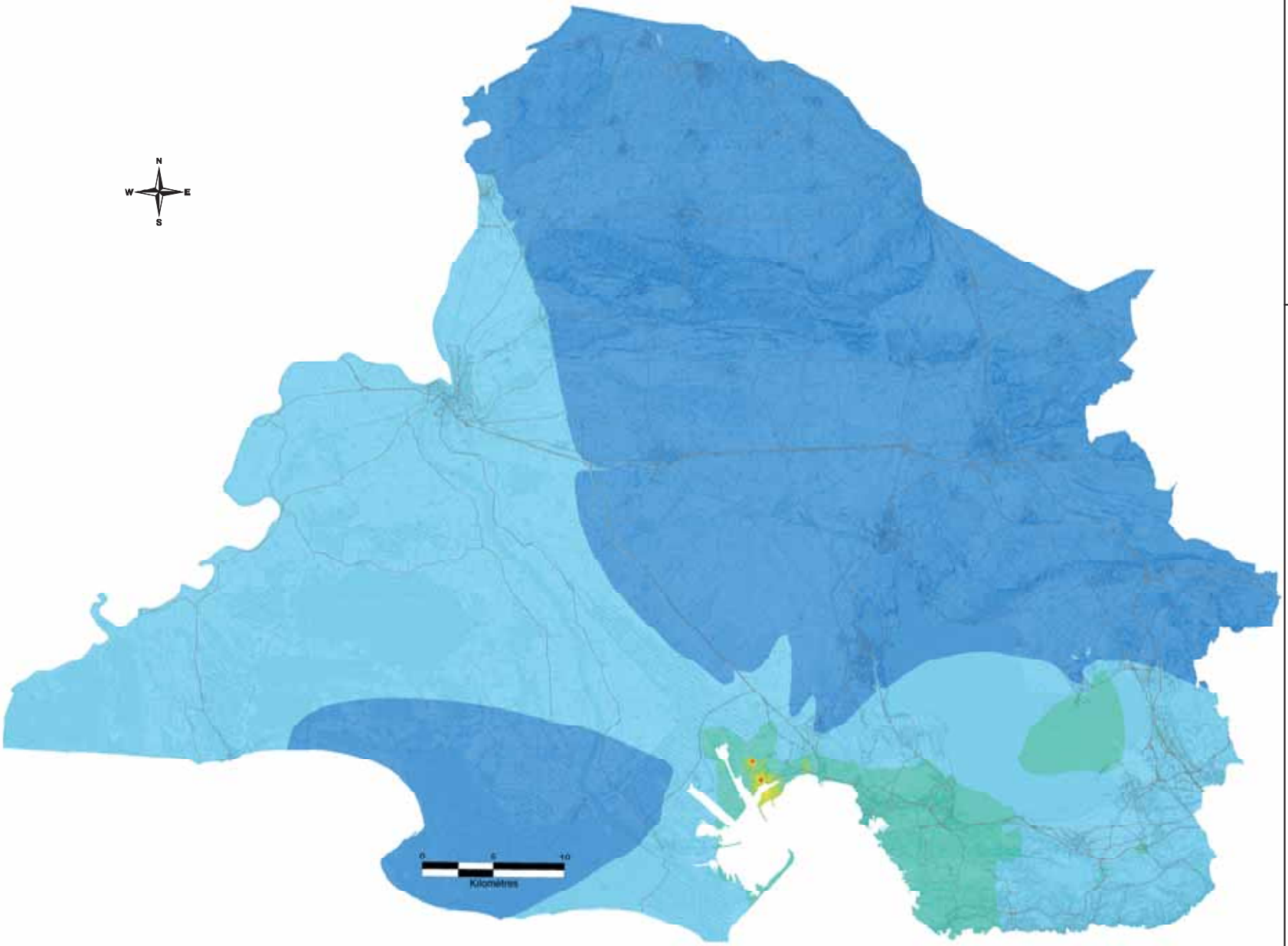
1.95
1.8
1.65
1.5
1.35
1.2
1.05
0.9
0.75
0.6
0.45
0.3
0.15
0

NUMTECH

Octobre 2012 – © NUMTECH

Concentrations moyennes annuelles dans l'air en cadmium

Zone d'intervention AIRFOBEP



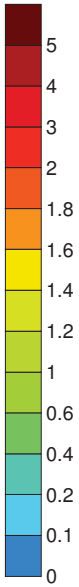
Cadastre d'émission : **2007**

Unité : **ng/m³**

Période météorologique : **2007**

Prise en compte de la mesure : **oui**

Cadmium (ng/m³)

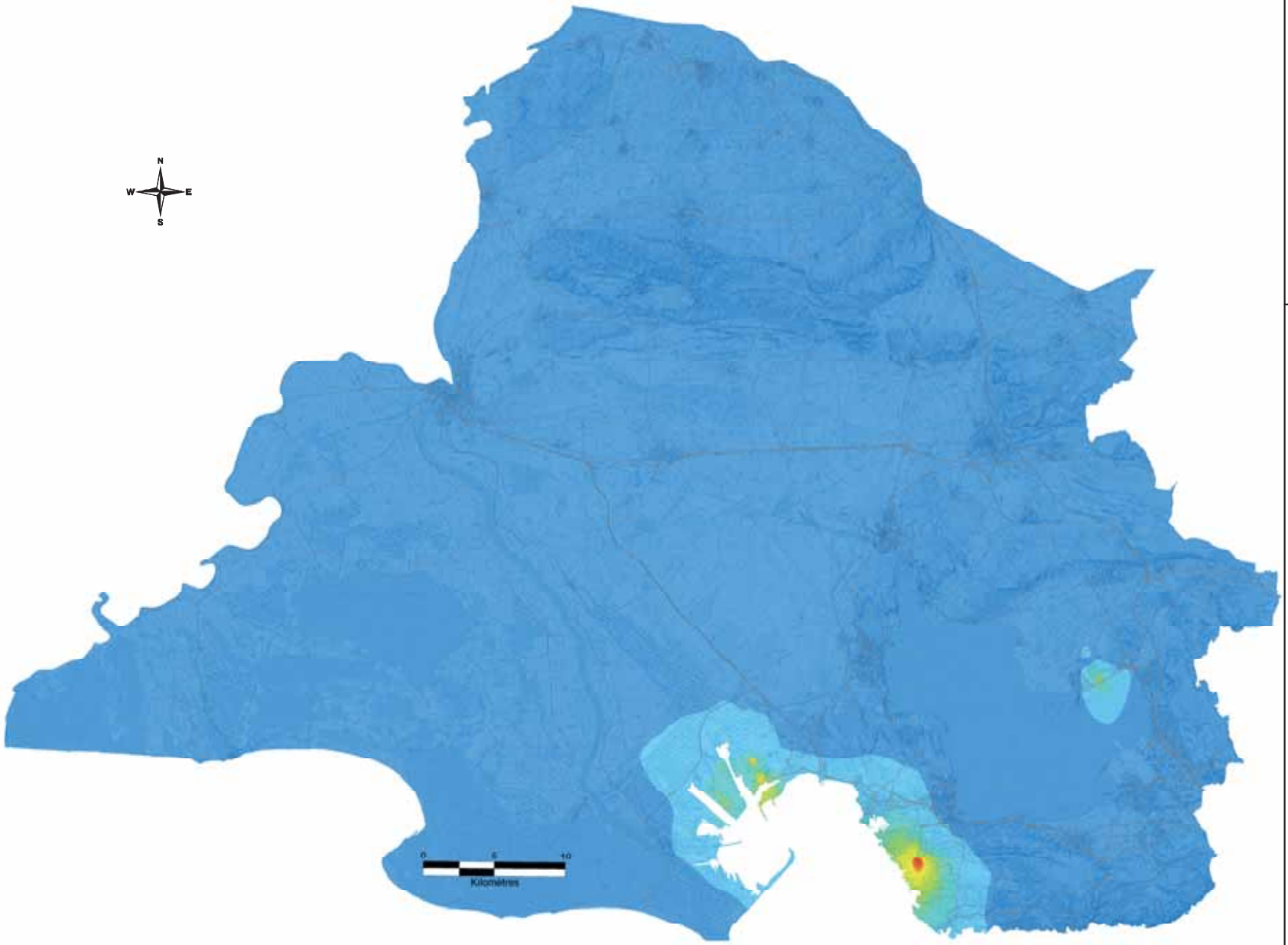


NUMTECH

Octobre 2012 – © NUMTECH

Concentrations moyennes annuelles dans l'air en mercure

Zone d'intervention AIRFOBEP



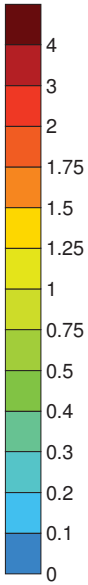
Cadastre d'émission : **2007**

Unité : **ng/m³**

Période météorologique : **2007**

Prise en compte de la mesure : **non**

Mercure (ng/m³)

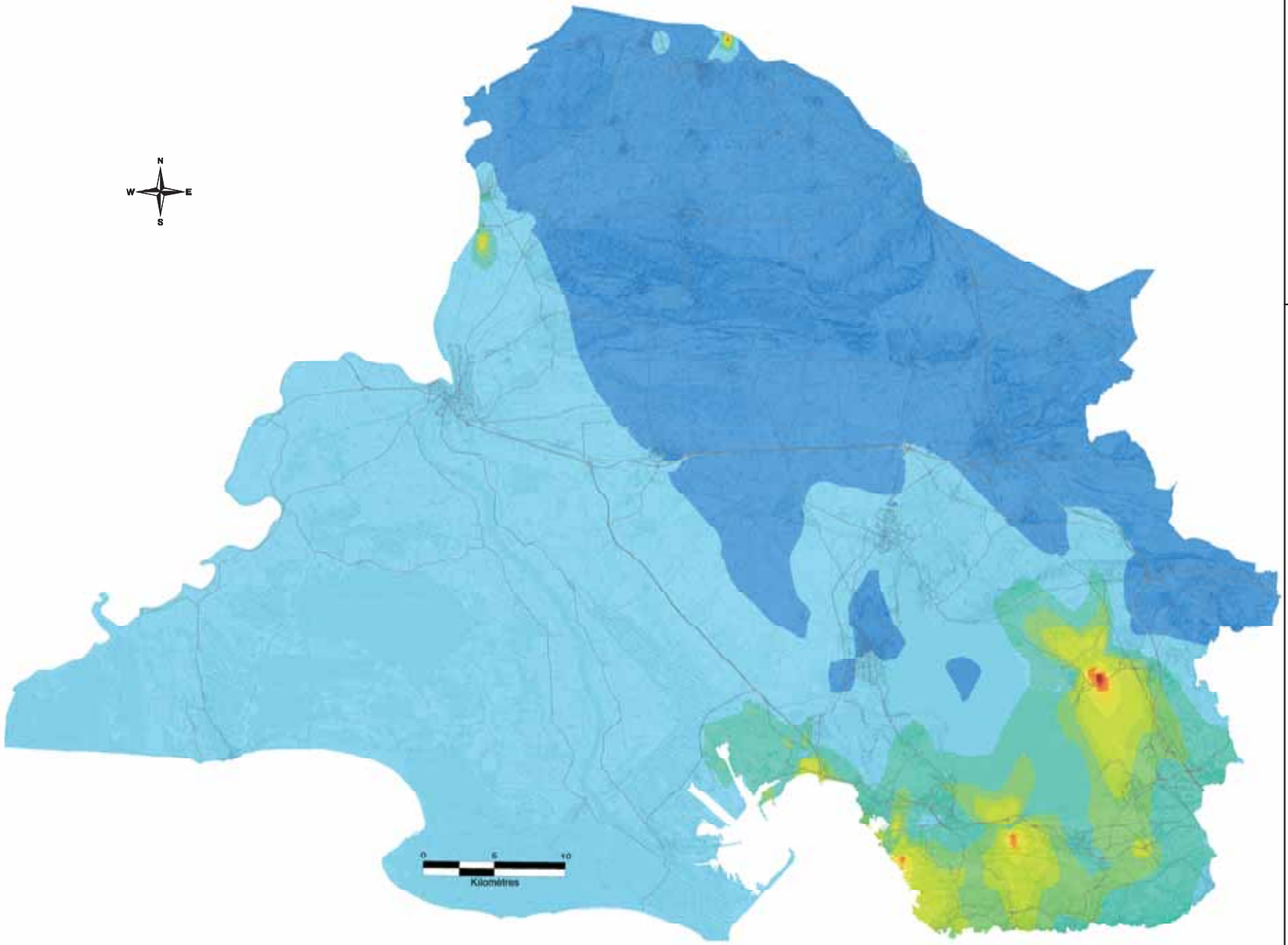


NUMTECH

Octobre 2012 – © NUMTECH

Concentrations moyennes annuelles dans l'air en nickel

Zone d'intervention AIRFOBEP



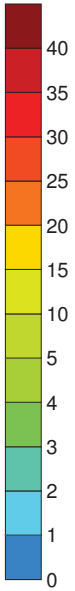
Cadastre d'émission : **2007**

Unité : **ng/m³**

Période météorologique : **2007**

Prise en compte de la mesure : **oui**

Nickel (ng/m³)

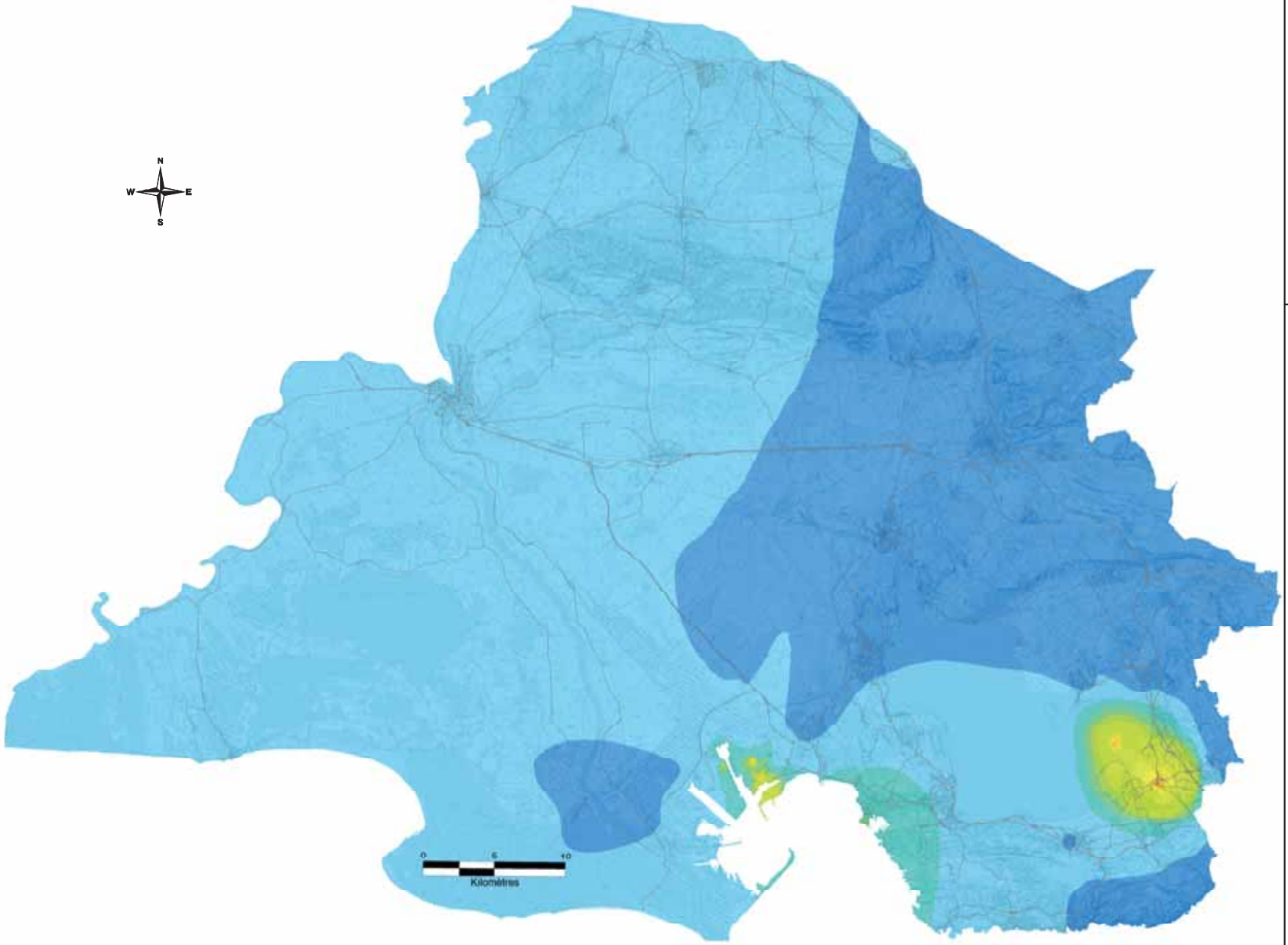


NUMTECH

Octobre 2012 – © NUMTECH

Concentrations moyennes annuelles dans l'air en plomb

Zone d'intervention AIRFOBEP



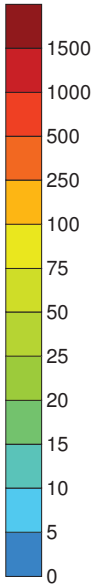
Cadastre d'émission : **2007**

Unité : **ng/m³**

Période météorologique : **2007**

Prise en compte de la mesure : **oui**

Plomb (ng/m³)

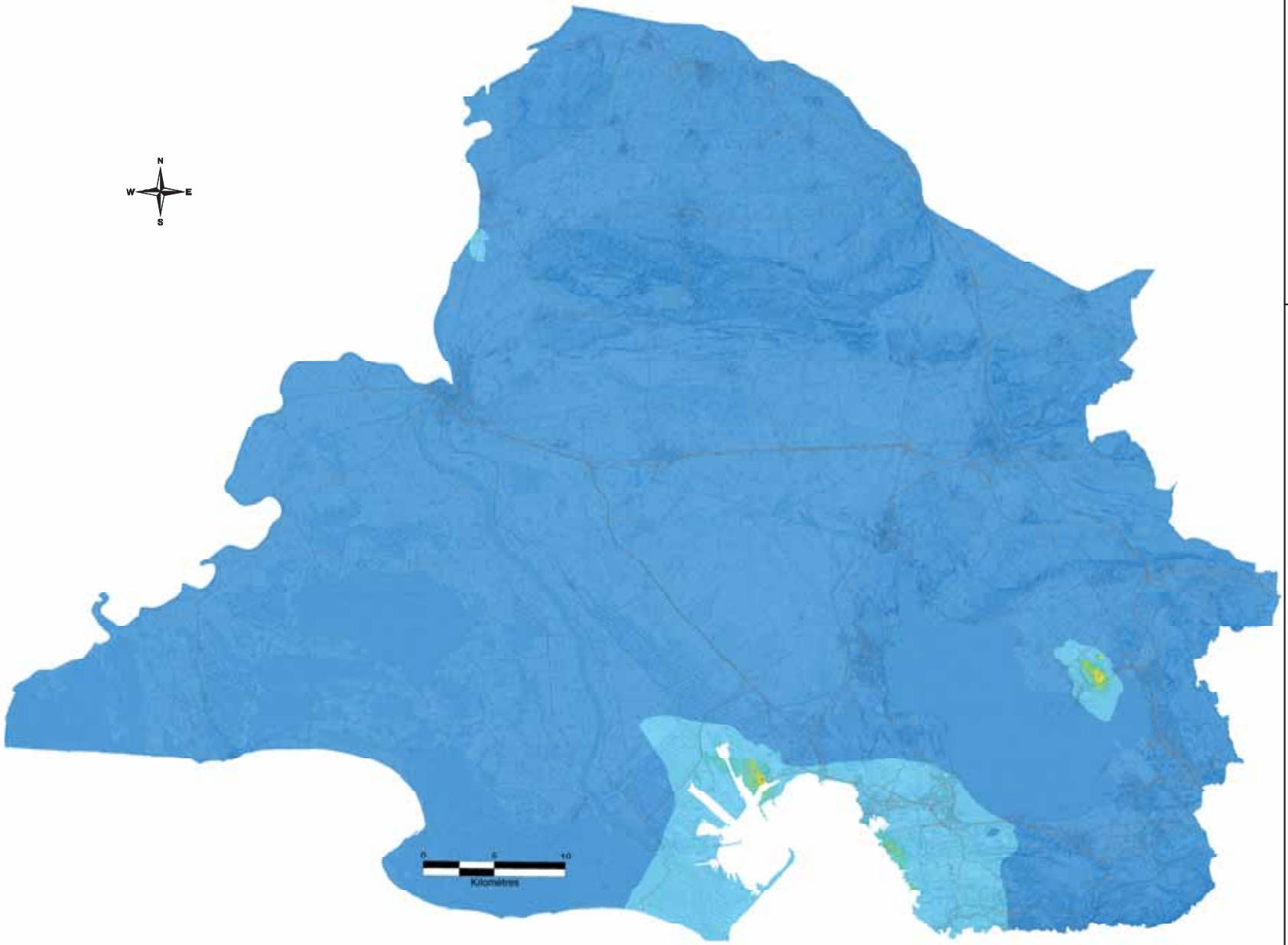


NUMTECH

Octobre 2012 – © NUMTECH

Flux moyen annuel de dépôt total au sol en arsenic

Zone d'intervention AIRFOBEP



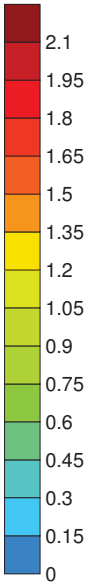
Cadastre d'émission : **2007**

Unité : **mg/m²/an**

Période météorologique : **2007**

Prise en compte de la mesure : **oui**

Arsenic (mg/m²/an)

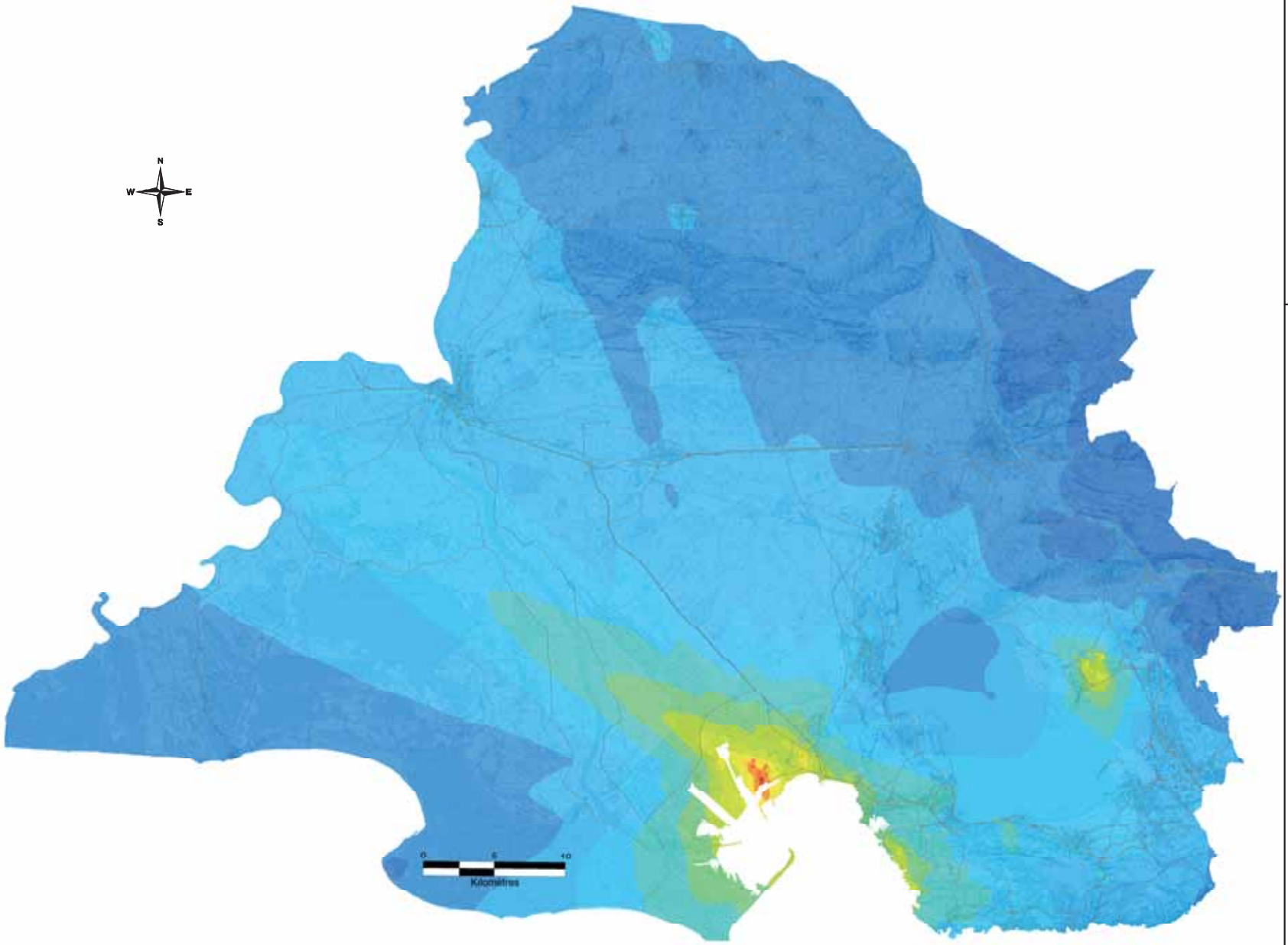


NUMTECH

Octobre 2012 – © NUMTECH

Flux moyen annuel de dépôt total au sol en cadmium

Zone d'intervention AIRFOBEP



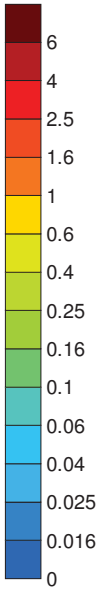
Cadastre d'émission : **2007**

Unité : **mg/m²/an**

Période météorologique : **2007**

Prise en compte de la mesure : **oui**

Cadmium (mg/m²/an)

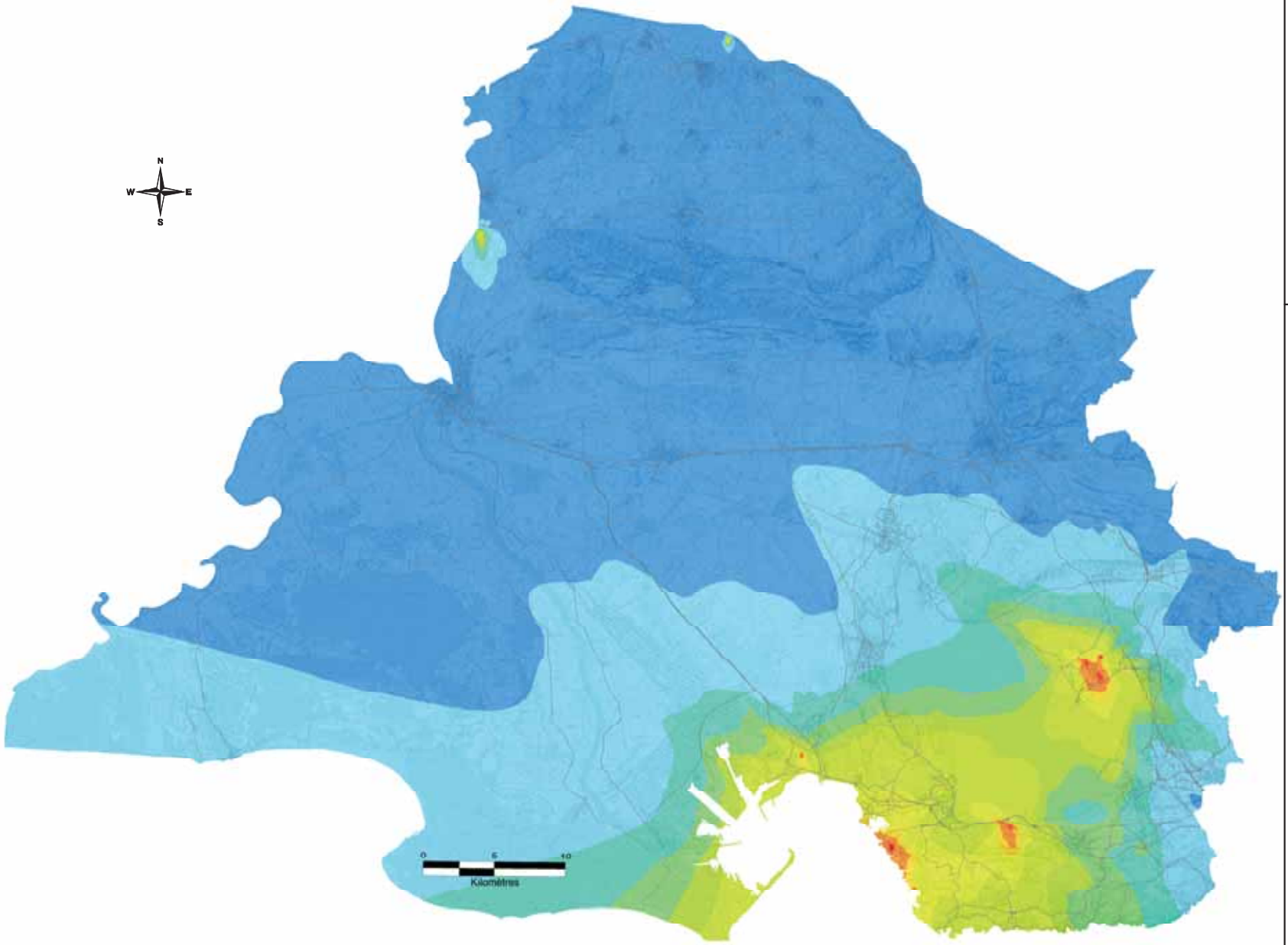


NUMTECH

Octobre 2012 – © NUMTECH

Flux moyen annuel de dépôt total au sol en nickel

Zone d'intervention AIRFOBEP



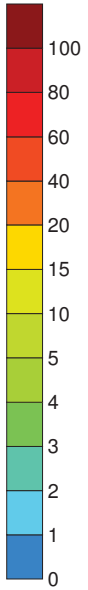
Cadastre d'émission : **2007**

Unité : **mg/m²/an**

Période météorologique : **2007**

Prise en compte de la mesure : **oui**

Nickel (mg/m²/an)

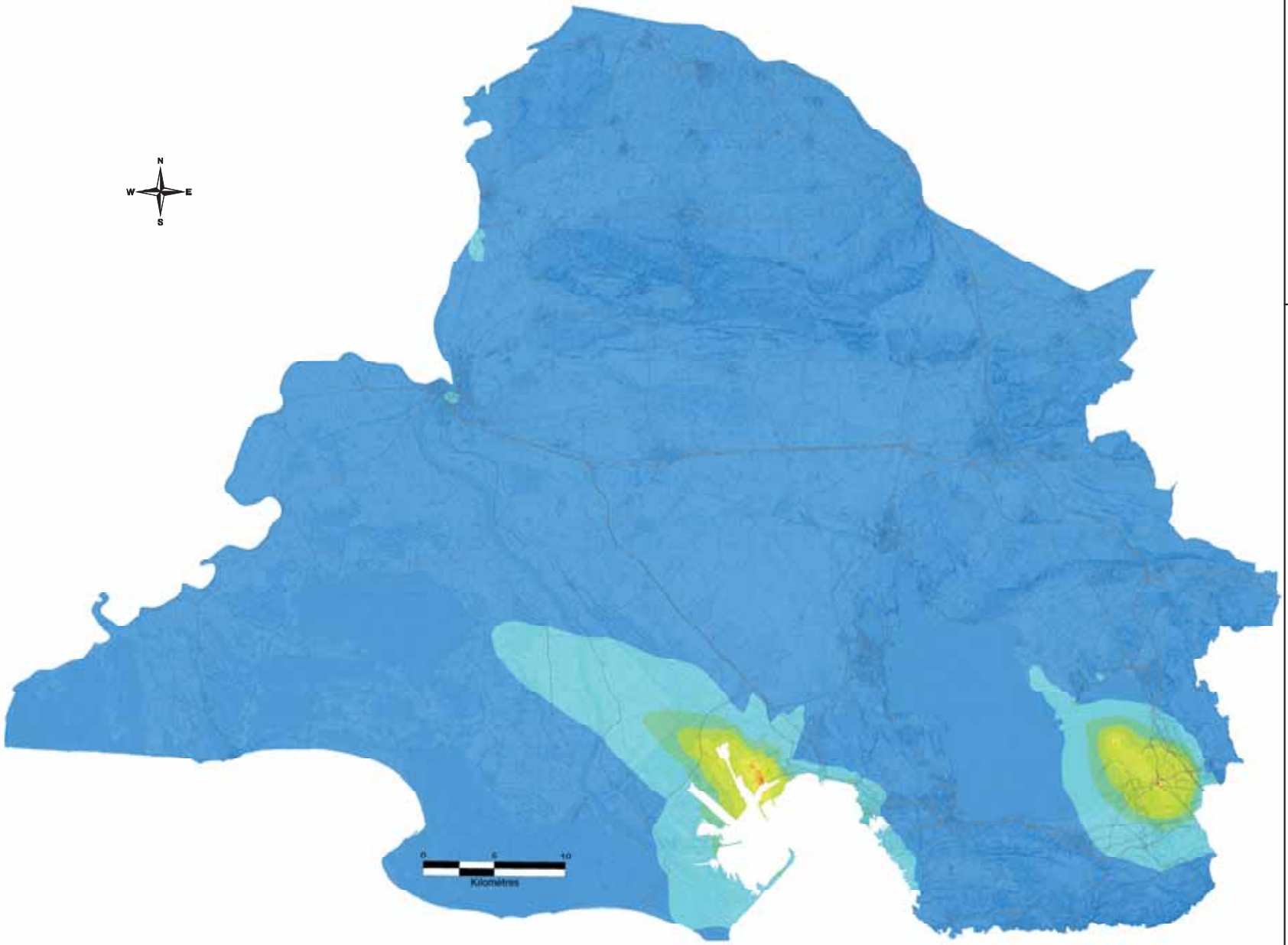


NUMTECH

Octobre 2012 – © NUMTECH

Flux moyen annuel de dépôt total au sol en plomb

Zone d'intervention AIRFOBEP



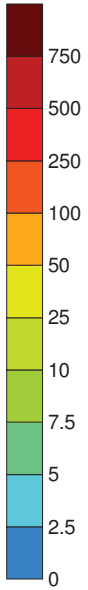
Cadastre d'émission : **2007**

Unité : **mg/m²/an**

Période météorologique : **2007**

Prise en compte de la mesure : **oui**

Plomb (mg/m²/an)

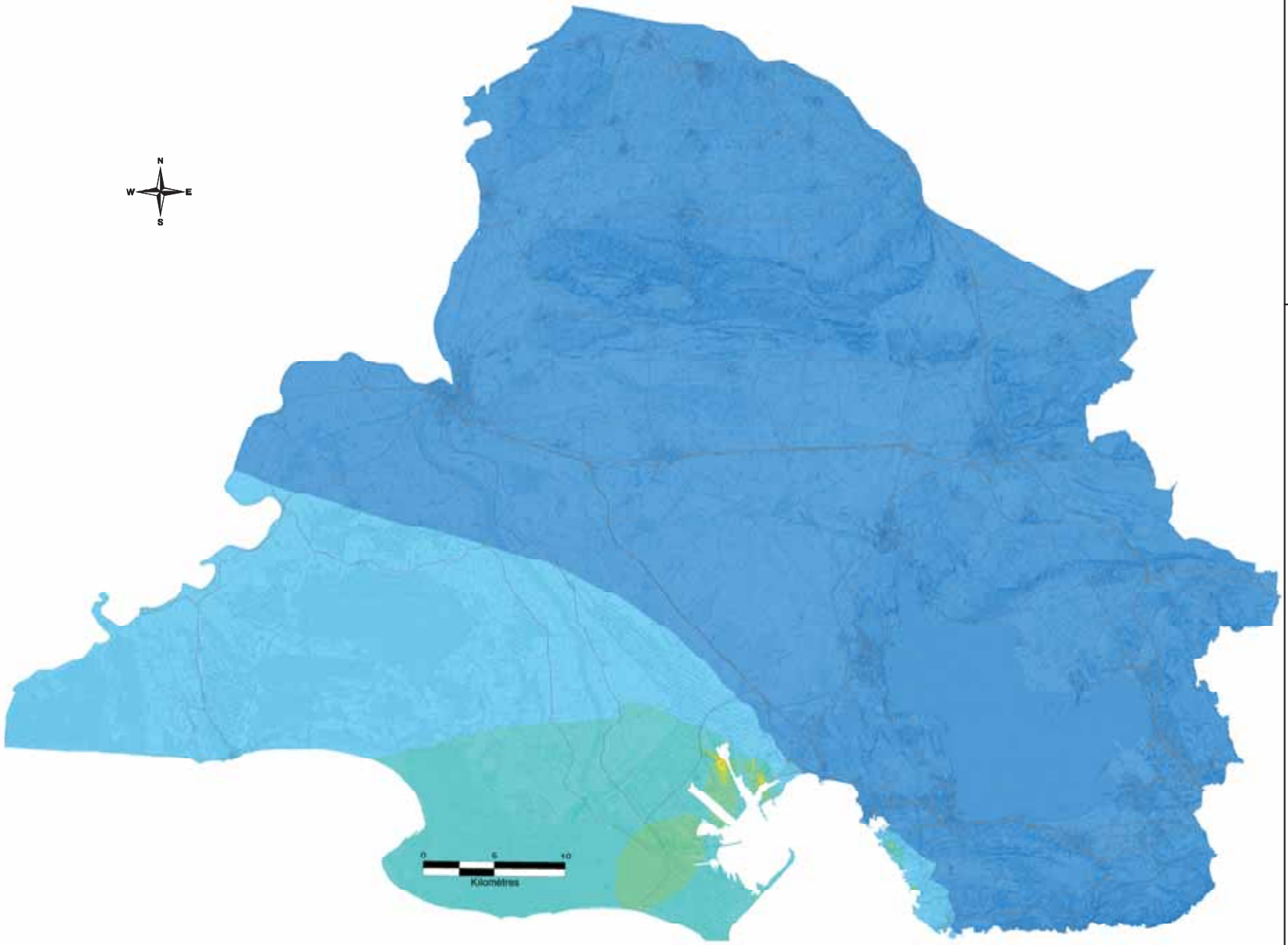


NUMTECH

Octobre 2012 – © NUMTECH

Flux moyen annuel de dépôt total au sol en chrome

Zone d'intervention AIRFOBEP



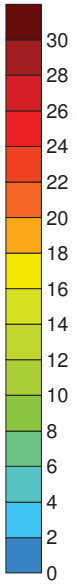
Cadastre d'émission : **2007**

Unité : **mg/m²/an**

Période météorologique : **2007**

Prise en compte de la mesure : **oui**

Chrome (mg/m²/an)

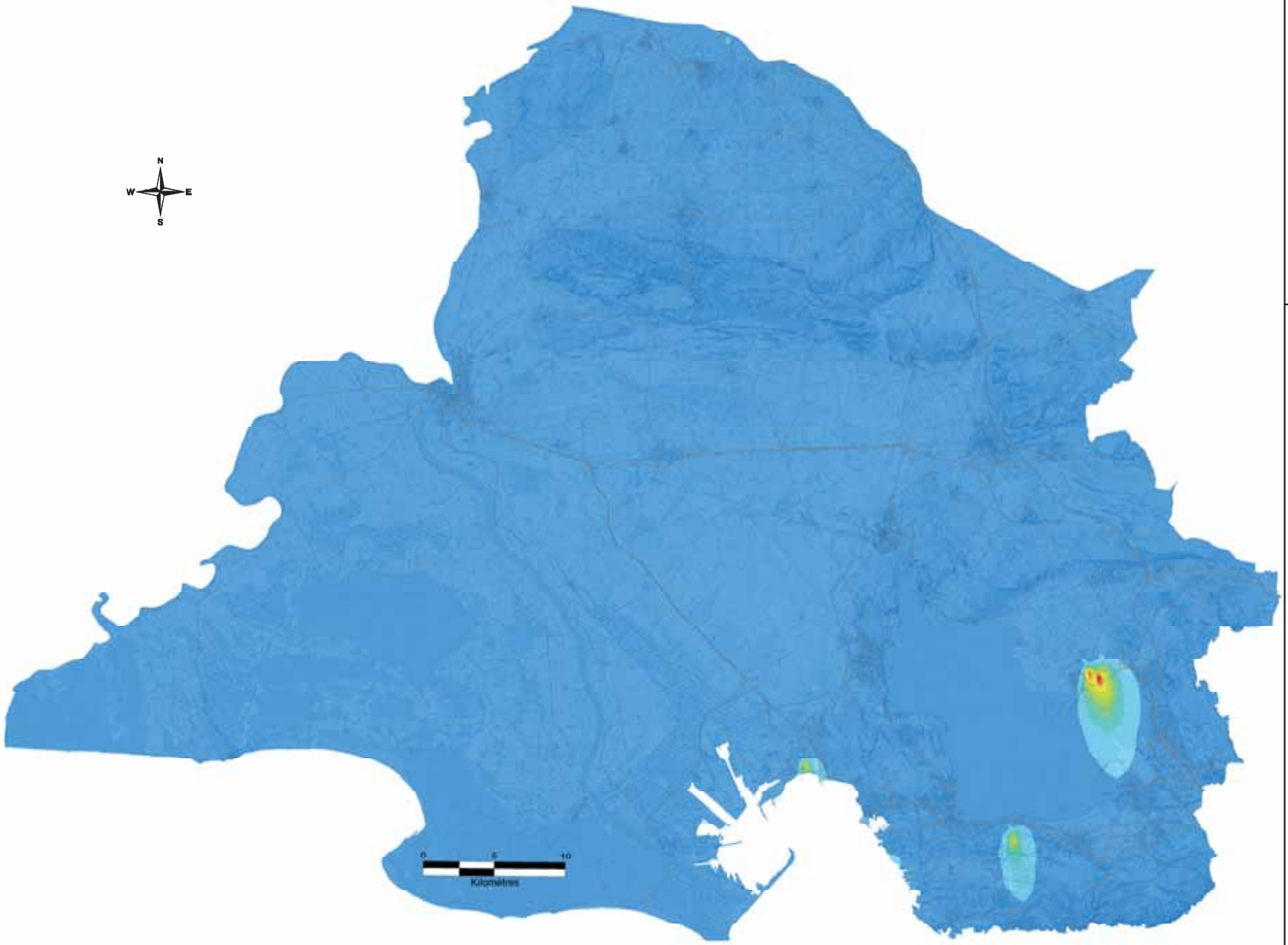


NUMTECH

Octobre 2012 – © NUMTECH

Flux moyen annuel de dépôt total au sol en vanadium

Zone d'intervention AIRFOBEP



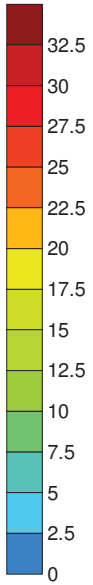
Cadastre d'émission : **2007**

Unité : **mg/m²/an**

Période météorologique : **2007**

Prise en compte de la mesure : **oui**

Vanadium (mg/m²/an)

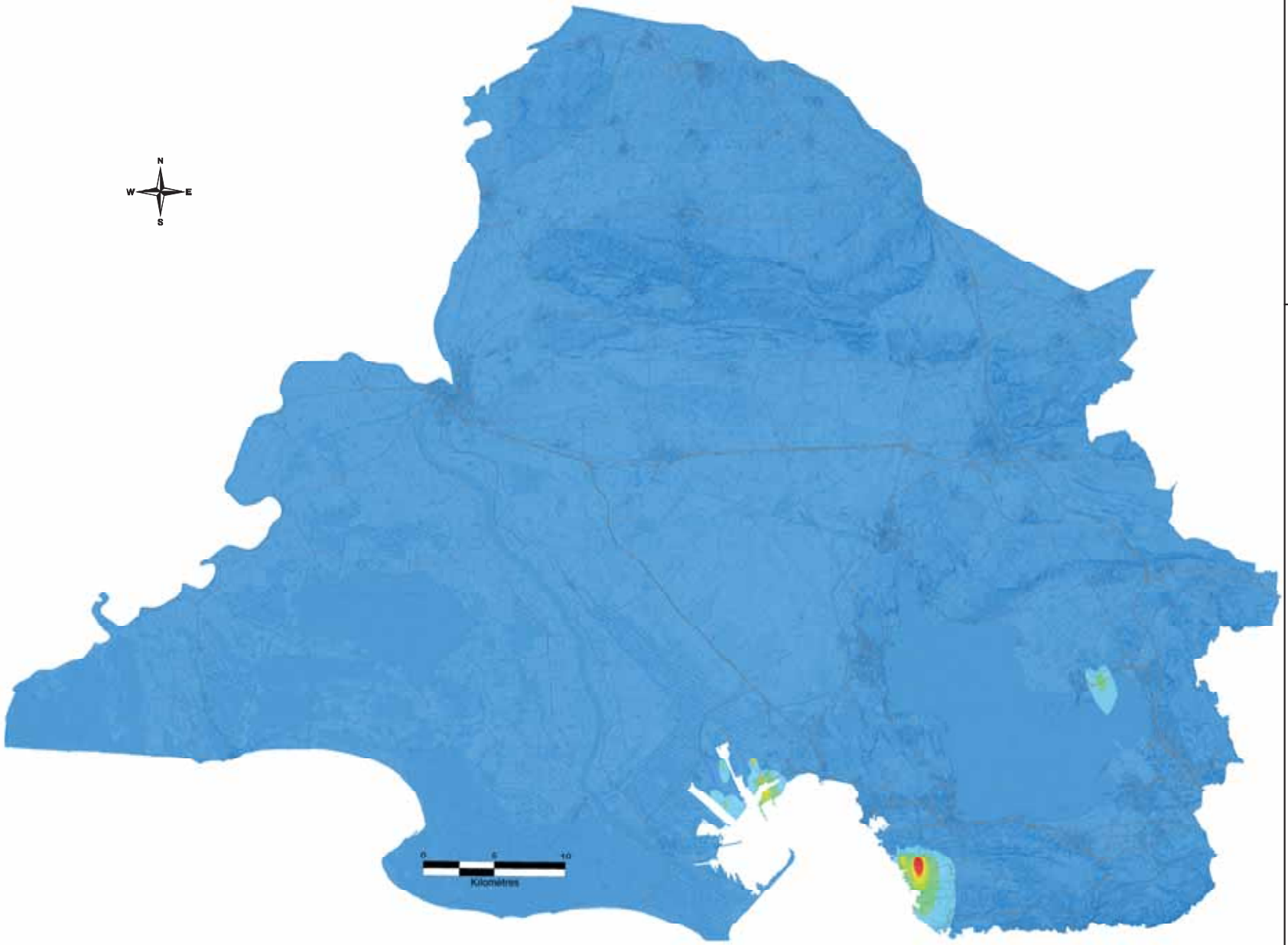


NUMTECH

Octobre 2012 – © NUMTECH

Flux moyen annuel de dépôt total au sol en mercure

Zone d'intervention AIRFOBEP



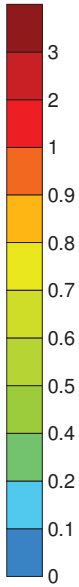
Cadastre d'émission : **2007**

Unité : **mg/m²/an**

Période météorologique : **2007**

Prise en compte de la mesure : **oui**

Mercure (mg/m²/an)

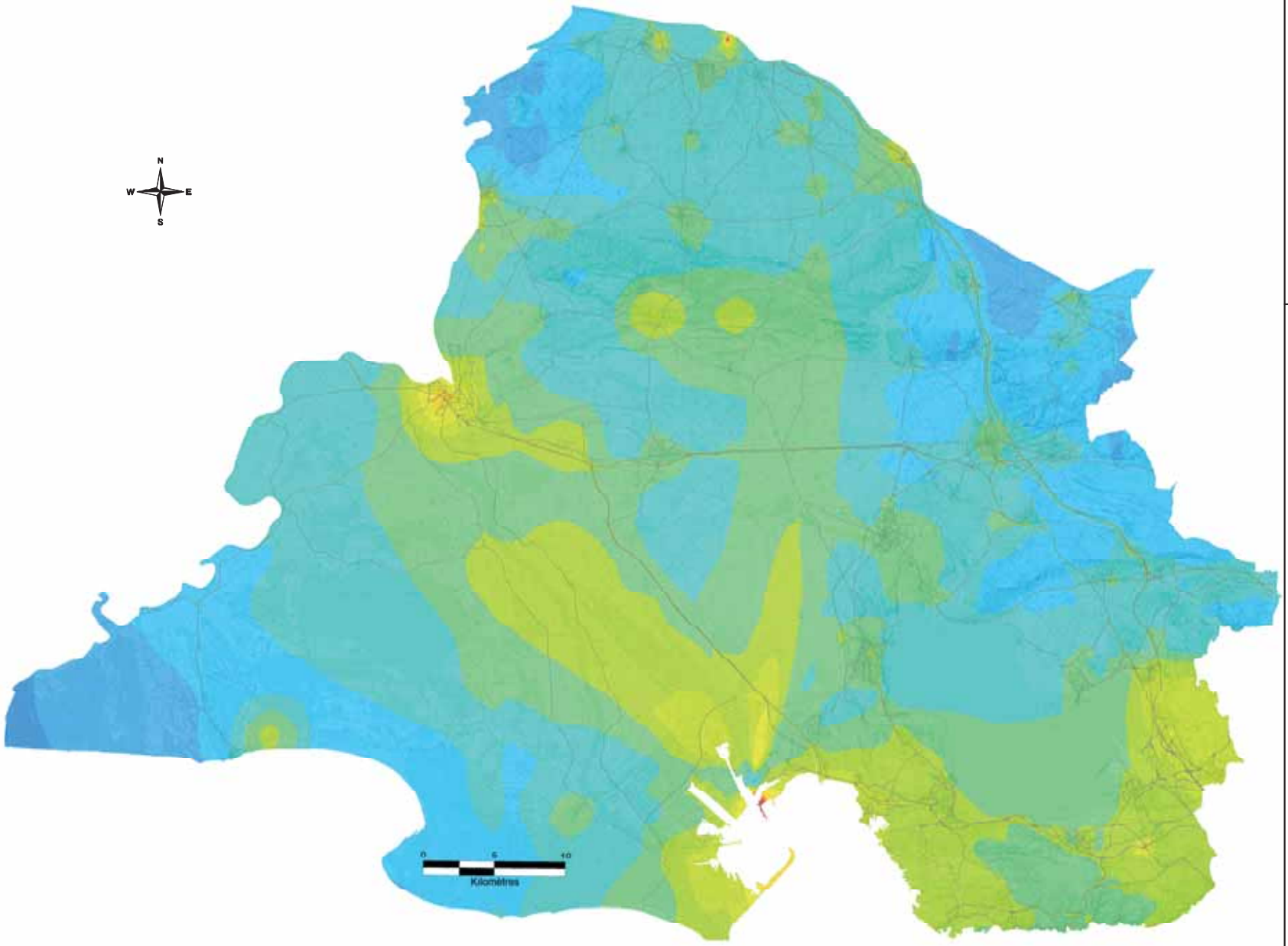


NUMTECH

Octobre 2012 – © NUMTECH

Concentrations moyennes annuelles dans l'air en dioxines-furanes

Zone d'intervention AIRFOBEP



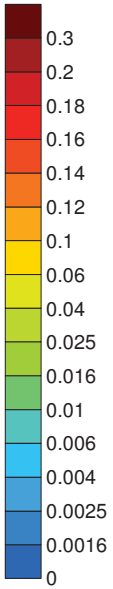
Cadastre d'émission : **2007**

Unité : **fg I-TEQ/m^3**

Période météorologique : **2007**

Prise en compte de la mesure : **non**

Dioxines-furanes (fg I-TEQ/m^3)

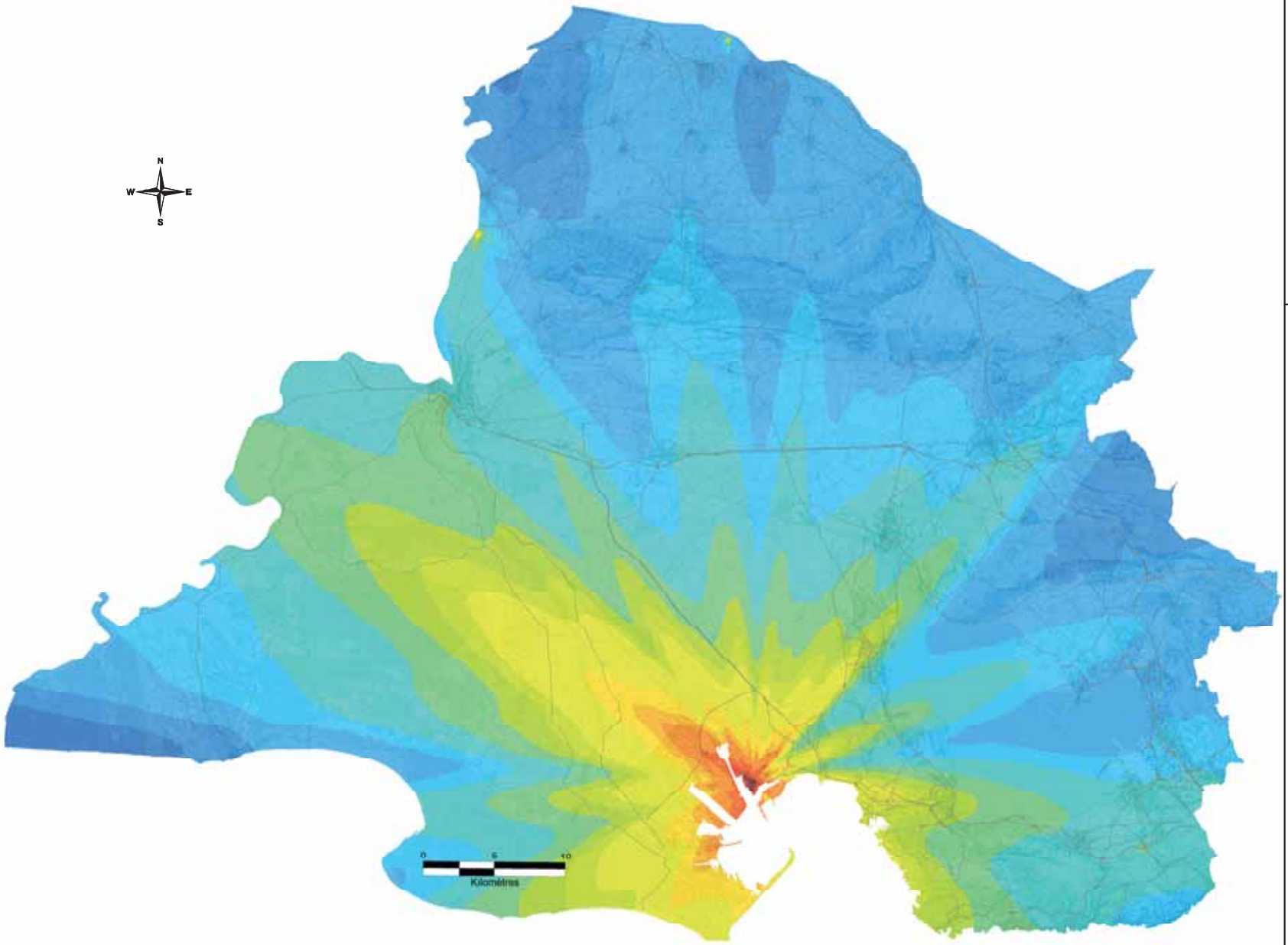


NUMTECH

Octobre 2012 – © NUMTECH

Flux moyen annuel de dépôt total au sol en dioxines-furanes

Zone d'intervention AIRFOBEP



Cadastre d'émission : **2007**

Unité : **pg I-TEQ/m²/an**

Période météorologique : **2007**

Prise en compte de la mesure : **non**

Dioxines-furanes (pg I-TEQ/m²/an)

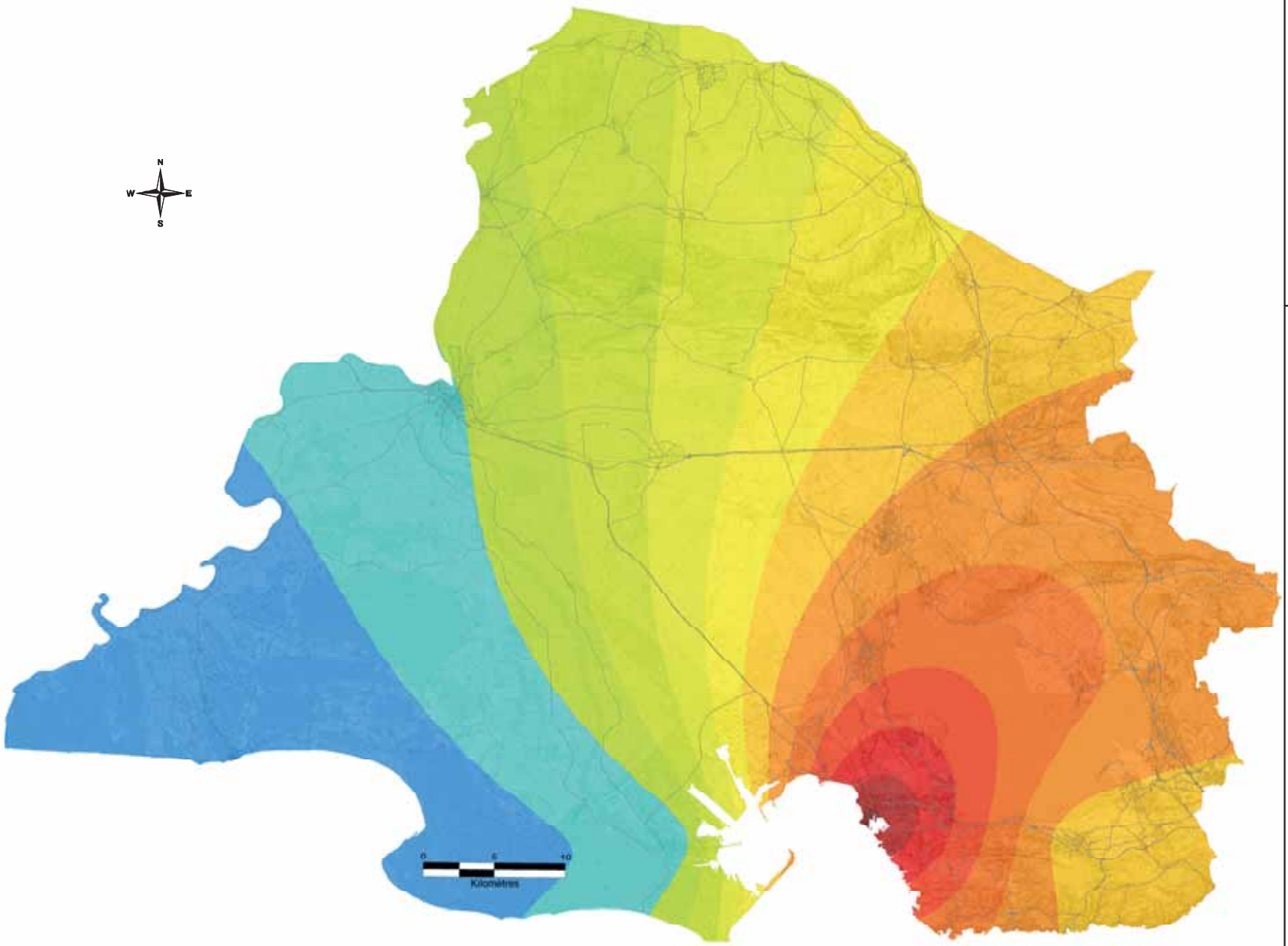
1000
800
600
400
200
100
75
50
25
20
15
10
6
4
2
1
0

NUMTECH

Octobre 2012 – © NUMTECH

Concentrations moyennes annuelles dans l'air en dioxines-furanes

Zone d'intervention AIRFOBEP



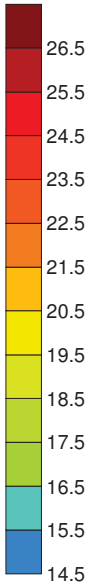
Cadastre d'émission : **2007**

Unité : **fg I-TEQ/m^3**

Période météorologique : **2007**

Prise en compte de la mesure : **oui**

Dioxines-furanes (fg I-TEQ/m^3)

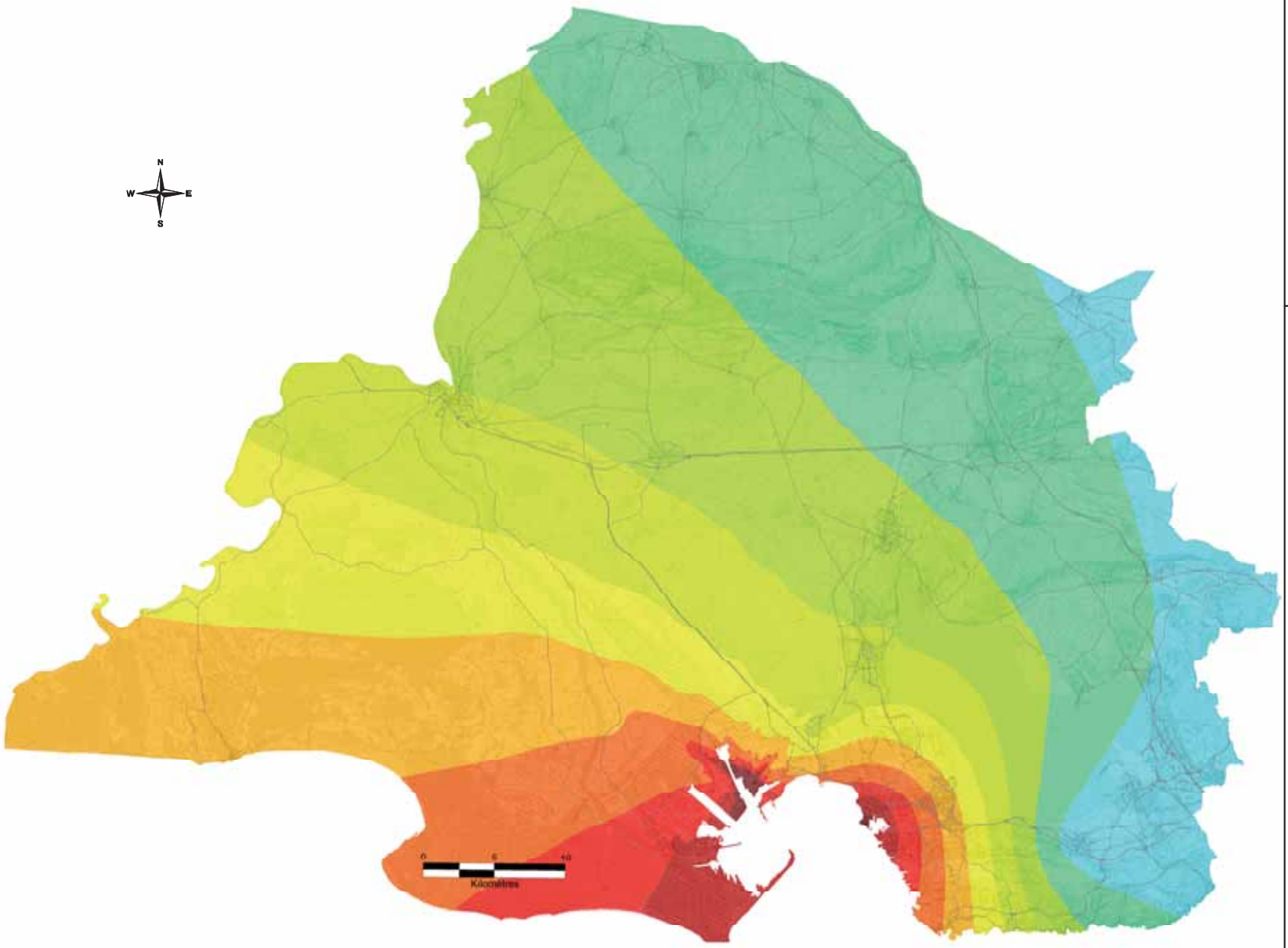


NUMTECH

Octobre 2012 – © NUMTECH

Flux moyen annuel de dépôt total au sol en dioxines-furanes

Zone d'intervention AIRFOBEP



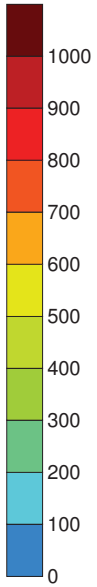
Cadastre d'émission : **2007**

Unité : **pg I-TEQ/m²/an**

Période météorologique : **2007**

Prise en compte de la mesure : **oui**

Dioxines-furanes (pg I-TEQ/m²/an)



NUMTECH

Octobre 2012 – © NUMTECH