

RAPPORT D'ÉTUDE
N° DRC – 09-94882-00284A

15/01/2009

**Retour d'expérience des 6 études de zone
achevées à la fin 2008.**

INERIS

*maîtriser le risque |
pour un développement durable |*

Retour d'expérience des 6 études de zone achevées à la fin 2008

Clients :

- Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire. (MEEDDAT) ;
- Direction Générale de la Santé (DGS)

PREAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalents qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

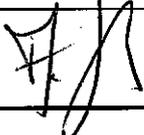
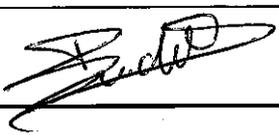
	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	André THOUZEAU	Céline BOUDET	Jacques BUREAU
Qualité	Ingénieur à l'Unité ISAE	Responsable de l'Unité ISAE	Responsable du Pôle RISK
Visa			

TABLE DES MATIÈRES

GLOSSAIRE	11
RESUME.....	13
1. INTRODUCTION	15
1.1 Objectif des études de zone.....	15
1.2 Présentation générale des 6 études de zone	17
2. LES EMISSIONS	19
2.1 Emissions industrielles.....	19
2.2 Emissions provenant du trafic maritime.....	20
2.3 Emissions provenant de la circulation routière	21
3. TOXICITE DES POLLUANTS ET CHOIX DES TRACEURS DU RISQUE	23
3.1 Toxicité - Valeurs Toxicologiques de Référence	23
3.2 Choix des substances traceur du risque	23
4. CARACTERISATION ET INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX (IEM).....	27
4.1 Caractérisation de l'état des milieux.....	27
4.1.1 Modélisation	29
4.1.1.1 Calcul des concentrations dans l'air	29
4.1.1.2 Calcul des concentrations dans les sols et la chaîne alimentaire	29
4.1.2 Mesures dans l'environnement local (bruit de fond)	30
4.1.2.1 Air.....	30
4.1.2.2 Sols	30
4.1.2.3 Végétaux	30
4.1.2.4 Chaîne alimentaire animale.....	31
4.1.3 Données bibliographiques	31
4.1.3.1 Air.....	31
4.1.3.2 Sols	31
4.1.3.3 Chaîne alimentaire végétale et animale	31
4.1.4 Comparaison entre concentrations modélisées et mesurées dans l'air ...	31
4.2 Interprétation de l'état des milieux (IEM).....	32
4.2.1 Air	34

4.2.1.1	Concentrations de référence	34
4.2.1.2	Interprétation de l'état du milieu air	34
4.2.2	Sols.....	35
4.2.2.1	Concentrations de référence	35
4.2.2.2	Interprétation de l'état du milieu sols	36
4.2.3	Chaîne alimentaire.....	36
4.2.3.1	Concentrations de référence	36
4.2.3.2	Interprétation de l'état du milieu chaîne alimentaire	36
5.	EVALUATION DES EXPOSITIONS	37
5.1	Description de la zone d'étude	37
5.2	Estimation des concentrations en polluants dans l'environnement	37
5.3	Scénarios d'exposition	37
5.3.1	Inhalation	38
5.3.1.1	Concentrations	38
5.3.1.2	Scénarios d'exposition	39
5.3.2	Ingestion	39
5.3.2.1	Concentrations dans les milieux.....	41
5.3.2.2	Scénarios d'exposition	41
6.	CARACTERISATION DU RISQUE SANITAIRE	43
6.1	Risque sanitaire par inhalation	43
6.1.1	Risque sanitaire attribuable aux industriels	43
6.1.1.1	Substances à seuil d'effet.....	43
6.1.1.2	Substances sans seuil d'effet.....	45
6.1.2	Risque sanitaire global	46
6.1.2.1	Substances à seuil d'effet.....	48
6.1.2.2	Substances sans seuil d'effet.....	48
6.2	Risque sanitaire par ingestion	49
6.2.1	Risque sanitaire attribuable aux industriels	49
6.2.1.1	Substances à seuil d'effet.....	49
6.2.1.2	Substances sans seuil d'effet.....	51
6.2.2	Risque sanitaire global	51
6.2.2.1	Substances à seuil d'effet.....	51
6.2.2.2	Substances sans seuil d'effet.....	53
6.3	Risque sanitaire pour les travailleurs	53

7. CONCLUSION.....	55
7.1 Conclusions des prestataires	55
7.1.1 Etude de zone de Calais.....	55
7.1.1.1 Etat des milieux	55
7.1.1.2 Evaluation des risques sanitaires	55
7.1.1.3 Conclusion du prestataire.....	56
7.1.2 Etude de zone de Carling	58
7.1.2.1 Etat des milieux	58
7.1.2.2 Evaluation des risques sanitaires	58
7.1.2.3 Conclusion du prestataire.....	58
7.1.3 Etude de zone de Dunkerque	60
7.1.3.1 Etat des milieux	60
7.1.3.2 Evaluation des risques sanitaires	60
7.1.3.3 Conclusion du prestataire.....	61
7.1.4 Etude de zone de Fos-sur-Mer	64
7.1.4.1 Etat des milieux	64
7.1.4.2 Evaluation des risques sanitaires	64
7.1.4.3 Conclusion du prestataire.....	65
7.1.5 Etude de zone de Lacq.....	67
7.1.5.1 Etat des milieux	67
7.1.5.2 Evaluation des risques sanitaires	67
7.1.5.3 Conclusion du prestataire.....	67
7.1.6 Etude de zone de Lavéra.....	69
7.1.6.1 Etat des milieux	69
7.1.6.2 Evaluation des risques sanitaires	69
7.1.6.3 Conclusion du prestataire.....	70
7.2 Conclusions sur le retour d'expérience des 6 études de zone	72
7.2.1 Evaluation du risque sanitaire attribuable aux exploitants :	72
7.2.2 Evaluation du risque sanitaire global (contribution des émissions industrielles et du bruit de fond) :.....	75
7.2.3 Caractérisation et interprétation de l'état des milieux :	76
8. LISTE DES ANNEXES	79

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : documents à partir desquels a été réalisé le retour d'expérience des 6 études de zone, réalisées avant la fin 2008, en France.	16
Tableau 2 : présentation générale des 6 études de zone.....	17
Tableau 3 : émissions retenues pour la modélisation de la dispersion atmosphérique des polluants.	19
Tableau 4 : liste des traceurs du risque.....	24
Tableau 5 : méthodes d'évaluation des concentrations en polluants dans les milieux.	28
Tableau 6 : meilleures corrélations entre concentrations calculées et mesurées dans l'air, en un point précis.....	32
Tableau 7 : résultats de l'interprétation de l'état des milieux.	33
Tableau 8 : composantes prises en compte dans les scénarios d'exposition par inhalation.	38
Tableau 9 : composantes prises en compte dans les scénarios d'exposition par ingestion.	40
Tableau 10 : risque sanitaire par inhalation, attribuable aux industriels.	44
Tableau 11 : risque sanitaire global par inhalation (impact cumulé : industriels + bruit de fond).	47
Tableau 12 : risque sanitaire par ingestion, attribuable aux industriels.	50
Tableau 13 : risque sanitaire global par ingestion (impact cumulé : industriels + bruit de fond).	52
Tableau 14 : risque sanitaire et conclusions du prestataire pour l'étude de zone de Calais.....	57
Tableau 15 : risque sanitaire et conclusions du prestataire pour l'étude de zone de Carling.	59
Tableau 16 : risque sanitaire et conclusions du prestataire pour l'étude de zone de Dunkerque.	63
Tableau 17 : risque sanitaire et conclusions du prestataire pour l'étude de zone de Fos-sur-Mer.	66
Tableau 18 : risque sanitaire et conclusions du prestataire pour l'étude de zone de Lacq.....	68
Tableau 19 : risque sanitaire et conclusions du prestataire pour l'étude de zone de Lavéra.....	71
Tableau 20 : présentation générale de l'étude de zone de Calais.	83
Tableau 21 : liste des entreprises retenues dans l'étude de zone de Calais.	84

Tableau 22 : émissions industrielles dans l’atmosphère retenues dans l’étude de zone de Calais.....	85
Tableau 23 : émissions navales dans l’atmosphère retenues dans l’étude de zone de Calais.....	85
Tableau 24 : substances traceurs du risque retenues pour l’étude de zone de Calais.	86
Tableau 25 : estimation des concentrations en polluants dans les milieux pour l’étude de zone de Calais.....	87
Tableau 26 : concentrations atmosphériques modélisées retenues pour le calcul des risques sanitaires de la zone de Calais.	88
Tableau 27 : comparaison entre concentrations modélisées, attribuables aux ferries, et concentrations mesurées aux stations ATMO, pour le SO ₂ et les NO _x (étude de zone de Calais).....	88
Tableau 28 : concentrations dans les milieux et IEM, pour l’étude de zone de Calais.	89
Tableau 29 : scénarios d’exposition retenus pour l’étude de zone de Calais	90
Tableau 30 : risque sanitaire par inhalation, dans la zone d’étude de Calais.	91
Tableau 31 : risque sanitaire par ingestion, dans la zone d’étude de Calais.	92
Tableau 32 : présentation générale de l’étude de zone de Carling.....	95
Tableau 33 : liste des entreprises retenues dans l’étude de zone de Carling.....	95
Tableau 34 : émissions industrielles dans l’atmosphère retenues dans l’étude de zone de Carling.	96
Tableau 35 : substances traceurs du risque retenues pour l’étude de zone de Carling.	97
Tableau 36 : estimation des concentrations en polluants dans les milieux pour l’étude de zone de Carling.	98
Tableau 37 : concentrations atmosphériques modélisées retenues pour l’étude de zone de Carling.	99
Tableau 38 : concentrations dans les milieux et IEM, pour l’étude de zone de Carling.	100
Tableau 39 : scénarios d’exposition retenus pour l’étude de zone de Carling.....	101
Tableau 40 : risque sanitaire par inhalation, dans la zone d’étude de zone de Carling.	102
Tableau 41 : risque sanitaire par ingestion, dans la zone d’étude de Carling.....	103
Tableau 42 : présentation générale de l’étude de zone de Dunkerque.	107
Tableau 43 : liste des entreprises retenues dans l’étude de zone de Dunkerque...	108
Tableau 44 : émissions industrielles dans l’atmosphère retenues dans l’étude de zone de Dunkerque.	109
Tableau 45 : substances traceurs du risque retenues pour l’étude de zone de Dunkerque.	110

Tableau 46 : estimation des concentrations en polluants dans les milieux pour l'étude de zone de Dunkerque.	111
Tableau 47 : concentrations atmosphériques modélisées retenues pour l'étude de zone de Dunkerque.	112
Tableau 48 : concentrations dans les milieux et IEM, pour l'étude de zone de Dunkerque.	113
Tableau 49 : scénarios d'exposition retenus pour l'étude de zone de Dunkerque..	114
Tableau 50 : risque sanitaire par inhalation, dans la zone d'étude de zone de Dunkerque.	115
Tableau 51 : risque sanitaire par ingestion, dans la zone d'étude de Dunkerque...	116
Tableau 52 : présentation générale de l'étude de zone de Fos-sur-Mer.	119
Tableau 53 : liste des entreprises retenues dans l'étude de zone de Fos-sur-Mer.	120
Tableau 54 : émissions industrielles dans l'atmosphère retenues dans l'étude de zone de Fos.	121
Tableau 55 : émissions maritimes atmosphériques retenues dans l'étude de zone de Fos-sur-Mer.	122
Tableau 56 : substances traceurs du risque retenues dans l'étude de Fos-sur-Mer.	123
Tableau 57 : estimation des concentrations en polluants dans les milieux pour l'étude de zone de Fos-sur-Mer.	124
Tableau 58 : concentrations atmosphériques modélisées retenues dans l'étude de zone de Fos-sur-Mer.	125
Tableau 59 : concentrations dans les milieux et IEM, pour l'étude de zone de Fos-sur-Mer.	126
Tableau 60 : scénarios d'exposition retenus pour l'étude de Fos-sur-Mer.	127
Tableau 61 : scénarios d'exposition retenus pour l'étude de Fos-sur-Mer (suite et fin).	127
Tableau 62 : risque sanitaire par inhalation, dans la zone d'étude de Fos-sur-Mer.	128
Tableau 63 : risque sanitaire par ingestion, dans la zone d'étude de Fos-sur-Mer.	129
Tableau 64 : présentation générale de l'étude de zone de Lacq.	132
Tableau 65 : liste des entreprises retenues dans l'étude de zone de Lacq.	133
Tableau 66 : émissions industrielles atmosphériques retenues dans l'étude de zone de Lacq.	134
Tableau 67 : substances traceurs du risque retenues pour l'étude de zone de Lacq.	135
Tableau 68 : estimation des concentrations en polluants dans les milieux pour l'étude de zone de Lacq.	136
Tableau 69 : concentrations atmosphériques modélisées retenues pour l'étude de zone de Lacq.	137

Tableau 70 : concentrations dans les milieux et IEM, pour l'étude de zone de Lacq.	138
Tableau 71 : scénarios d'exposition retenus pour l'étude de zone de Lacq.	139
Tableau 72 : risque sanitaire par inhalation, dans la zone d'étude de Lacq.	140
Tableau 73 : risque sanitaire par ingestion, dans la zone d'étude de Lacq.	141
Tableau 74 : présentation générale de l'étude de zone de Lavéra.	145
Tableau 75 : liste des entreprises retenues dans l'étude de zone de Lavéra.	146
Tableau 76 : émissions industrielles atmosphériques retenues dans l'étude de zone de Lavéra.....	147
Tableau 77 : substances traceurs du risque retenues pour l'étude de zone de Lavéra.	148
Tableau 78 : estimation des concentrations en polluants dans les milieux pour l'étude de zone de Lavéra.....	149
Tableau 79 : comparaison entre concentrations modélisées et mesurées au niveau des stations de mesures (étude de zone de Lavéra).....	150
Tableau 80 : concentration dans les milieux et IEM, pour l'étude de zone de Lavéra.	151
Tableau 81 : scénarios d'exposition retenus pour l'étude de zone de Lavéra.	152
Tableau 82 : risque sanitaire par inhalation, dans la zone d'étude de Lavéra.	153

GLOSSAIRE

AASQA : Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l’Air

ADEME : Agence de l’Environnement et de la Maîtrise de l’Energie

AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry

BaP : Benzo(a)pyrène

BF : Bruit de Fond

BTX : Benzène, Toluène, Xylènes

CI : Concentration Moyenne Inhalée

CIBLEX : banque de données des paramètres descriptifs de la population française au voisinage d’un site pollué (base de données réalisée par l’IRSN et commercialisée par l’ADEME)

CIRE : Cellule InterRégionale d’Epidémiologie

COPERT : COmputer Programme to calculate Emissions from Road Transport (publié par l’Agence Européenne de l’Environnement)

COPIL : COmité de PILotage

CSHPF : Conseil Supérieur d’Hygiène Publique de France

DDASS : Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales

DDE : Direction Départementale de l’Equipement

DJE : Dose Journalière d’Exposition

DGS : Direction Générale de la Santé

DRIRE : Direction Régionale de l’Industrie, de la Recherche et de l’Environnement

ENTEC : Environmental and Engineering Consultancy

EPA : Environmental Protection Agency – Agence nationale de protection de l’environnement, Etats-Unis

ERI : Excès de Risque Individuel : probabilité d’occurrence que la cible a de développer l’effet associé à une substance cancérogène pendant sa vie du fait de l’exposition considérée

ERS : Evaluation des Risques Sanitaires

GIC : Grande Installation de Combustion

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

IEM : Interprétation de l’Etat des Milieux

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

InVS : Institut National de Veille Sanitaire

INRETS : Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité

IR : Indice de Risque (synonyme de Quotient de Danger)

IRIS : Integrated Risk Information System, base de données toxicologiques de l'US-EPA

ISA : Institut Supérieur d'Agriculture de Lille

INSERM : Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale

MS : Marière Sèche

MTBE : Méthyl TertioButyl Ether

OEHHA : Office of Environmental Health Hazard Assessment

OMS : Organisation Mondiale de la Santé (en anglais : World Health Organization - WHO)

PAM : Port Autonome de Marseille

PCDD : polychlorodibenzodioxine

PCDF : polychlorodibenzofurane

PM : Particulate Matter (Poussière)

QD : Quotient de Danger (synonyme d'Indice de Risque)
Utilisé pour caractériser le risque lié aux toxiques à seuil d'effet, il correspond à la dose (ou concentration) journalière divisée par la dose (ou concentration) de référence

RIVM : Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Institut national de la santé publique et de la protection de l'environnement - Pays Bas)

S3PI : Secrétariat Permanent pour la Prévention des Pollutions Industrielles

UIOM : Usine d'Incinération d'Ordures Ménagères

VG : Valeur Guide (de l'OMS)

VLE : Valeur Limite d'Exposition

VLEP : Valeur Limite d'Exposition professionnelle

VME : Valeur Moyenne d'Exposition

VTR : Valeur Toxicologique de Référence

ZEAT : Zone d'Etude et d'Aménagement du Territoire

ZI : Zone Industrielle

ZIP : Zone Industrielle Portuaire

RESUME

Un retour d'expérience basé sur l'analyse de 6 études achevées à fin 2008 et portant sur l'évaluation des risques sanitaires des zones industrielles de Calais, Carling, Dunkerque, Fos-sur-Mer, Lacq et Lavéra, a été effectué dans le cadre d'une demande du MEEDDAT.

Chaque étude avait pour objectif de réaliser une évaluation des risques sanitaires (ERS) attribuables aux installations industrielles de la zone considérée. En complément, dans 3 cas (Calais, Dunkerque, Fos-sur-Mer), une évaluation globale (environnementale) du risque sanitaire a été entreprise, afin d'intégrer l'incidence du bruit de fond local, en fonction des données disponibles.

Parallèlement à l'ERS, quelques approches d'interprétation de l'état des milieux (IEM) ont été effectuées ; cette démarche a été la plus approfondie dans l'étude de Fos-sur-Mer. Il s'est agi de comparer les concentrations mesurées dans l'environnement, avec des valeurs de référence, notamment des valeurs de qualité des milieux ou encore des valeurs réglementaires, par exemple.

Le retour d'expérience de ces 6 études de zone met en évidence :

- une certaine hétérogénéité entre les études, consécutive à la diversité des cahiers des charges retenus par les Comités de Pilotage et aux scénarios retenus par les prestataires. Néanmoins cette hétérogénéité reste contenue dans la mesure où toutes les études se sont appuyées sur le même référentiel, à savoir le guide méthodologique de l'INERIS sur l'évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des installations classées ;
- un risque sanitaire attribuable aux industriels :
 - préoccupant, pour la voie inhalation et pour quelques polluants bien ciblés, en regard des scénarios retenus ; par exemple, les substances suivantes entraînent à elles seules un risque sanitaire qui dépasse les valeurs repères dans des zones résidentielles : manganèse (Dunkerque), benzène (Carling), SO₂ (Lacq), oxyde d'éthylène et butadiène (Lavéra) ;
 - non préoccupant, pour la voie ingestion, en regard des scénarios retenus ;
- un manque de connaissance du bruit de fond local, principalement pour le milieu air, et secondairement pour les denrées alimentaires, faute de campagnes de mesures ciblées sur les polluants préoccupants. Il en résulte l'impossibilité :
 - d'évaluer le risque sanitaire global local (impact des installations cumulé avec l'impact du bruit de fond) : en beaucoup d'occasions, les prestataires se sont référés, pour le bruit de fond, à des données nationales voire internationales, déconnectées du contexte local ;
 - de réaliser une interprétation de l'état des milieux (IEM) exhaustive ;

- un risque sanitaire global préoccupant, pour la voie ingestion dû exclusivement au bruit de fond en arsenic et dioxines dans les sols et/ou l'alimentation, bien que les milieux considérés n'apparaissent pas dégradés, d'après l'IEM. Cette constatation s'applique aux 3 études qui ont pris en compte le bruit de fond : Calais, Dunkerque et Fos-sur-Mer ;
- l'ampleur, probablement inattendue, de l'impact du trafic maritime, sur la contamination atmosphérique en SO₂ et NO_x, pour les 2 études concernées : Calais et Fos-sur-Mer. Par exemple, au niveau des populations :
 - dans la ville de Calais, la contribution des navires peut atteindre 29 % pour le SO₂ et 11 % pour les NO_x ;
 - dans la ville de Port-Saint-Louis-du-Rhône, située à proximité de Fos-sur-Mer, la contribution des navires peut atteindre 39 % pour le SO₂ et 50 % pour les NO_x.
- la question de la prise en compte de l'exposition des travailleurs sur les zones industrielles : à Fos-sur-Mer, seule étude où la situation des travailleurs a été examinée, le risque sanitaire est préoccupant, dans certaines entreprises de la zone industrielle, suite à l'exposition aux poussières, ou à des composés organiques volatils cancérigènes. Les conclusions sont cependant à affiner, car les travailleurs ont été considérés comme une population générale, même pour les polluants qui relèvent d'une exposition professionnelle.

Pour les études de zone à venir, nous préconisons :

- de privilégier la mesure à la modélisation pour évaluer les concentrations en polluants dans l'environnement ;
- de mettre en œuvre des mesures dans l'environnement, spécifiquement pour l'étude, pour les substances préoccupantes, et de ne plus se limiter aux valeurs disponibles au démarrage de l'étude ;
- de réaliser une interprétation de l'état des milieux (IEM) ;
- de compléter l'étude, si nécessaire, par une évaluation des risques sanitaires (ERS) portant sur les substances et les milieux sur lesquels l'IEM n'est pas possible ou ne permet pas de conclure.

1. INTRODUCTION

1.1 OBJECTIF DES ETUDES DE ZONE

L'évaluation des risques sanitaires constitue un des éléments du dossier de demande d'autorisation d'exploiter pour les installations classées soumises à autorisation. Conformément au décret du 21 septembre 1977, l'exploitant est tenu d'évaluer l'impact des émissions de ses installations sur l'environnement ainsi que l'impact sur la santé des populations avoisinantes.

Dans la très grande majorité des cas, l'industriel se limite à l'impact de ses installations, en s'appuyant sur la modélisation de la dispersion et du transfert dans l'environnement des polluants qu'il rejette. Si cette démarche permet effectivement de calculer le risque sanitaire attribuable à l'exploitant, en revanche, elle ne permet pas d'estimer l'exposition globale de la population, faute de prise en compte des autres sources d'émission qui contribuent au bruit de fond local : autres installations industrielles, circulation automobile, sols pollués...

Cette situation devient plus problématique lorsque le site est implanté dans une zone industrielle dans laquelle plusieurs exploitants rejettent dans l'environnement des substances communes. La population est exposée aux émissions cumulées et le risque sanitaire attribuable à l'un des exploitants ne permet pas d'approcher le risque cumulé de l'ensemble des expositions générées par les différents contributeurs.

Pour contourner ce problème, une des solutions consiste à réaliser une étude de zone, portant sur l'impact environnemental et sanitaire d'une partie ou de la totalité des industries de la zone. La réalisation de telles études nécessite une coordination des différents acteurs qui y sont associés : exploitants, administration, organismes chargés de la surveillance des milieux, associations représentant les riverains et prestataire(s) chargé(s) de l'étude.

Il n'existe pas de ce jour d'encadrement réglementaire pour la réalisation des études de zone. Pour cette raison, le maître d'œuvre, les financements, les objectifs et les contenus diffèrent d'une étude à l'autre, ce qui en soit suffit à expliquer une hétérogénéité certaine dans la mise en œuvre des différentes études réalisées.

A fin 2008, 6 études de zone ont été achevées :

- Calais : zone portuaire à dominante chimie, pharmacie ;
- Carling : zone industrielle à dominante chimie, grande installation de combustion ;
- Dunkerque : zone portuaire à dominante sidérurgie, pétrochimie, pharmacie ;
- Fos-sur-Mer : zone portuaire à dominante sidérurgie et chimie minérale ;
- Lacq : zone industrielle à dominante chimie / pharmacie ;
- Lavéra : zone portuaire à dominante pétrochimie.

Le présent rapport établit une synthèse du contenu et des résultats de ces 6 études et tient lieu de retour d'expérience. **Il s'appuie sur les documents récapitulés dans le tableau 1, communiqués par les DRIRE ou S3PI concernés¹.** Il rapporte les éléments méthodologiques principaux, de façon factuelle, afin d'avoir une vision globale des études et ne prétend pas être une analyse critique des 6 études.

¹ Seuls ces documents ont été pris en compte, ce qui ne présage ni leur exhaustivité, ni de mises à jour postérieures.

Tableau 1 : documents à partir desquels a été réalisé le retour d'expérience des 6 études de zone, réalisées avant la fin 2008, en France.

	Titre du document	Référence	Emetteur
Calais	Evaluation des risques sanitaires liés aux émissions atmosphériques des installations de la zone industrielle de Calais (62)	Rapport N° 548-3 Mars 2006	CAREPS
	Recensement des émissions. Etude de dispersion des rejets industriels du Calais.	Présentation power point. 27/04/06	LITWIN ARIA TECHNOLOGIES
	Recensement et localisation des émissions de polluants dans les industries du Calais – Modélisation globale de la dispersion des polluants.	Rapport ARIA/2005.103 Mars 2006	ARIA TECHNOLOGIES
	Etude de la dispersion atmosphérique des rejets de SO ₂ , NOx et HC liées aux ferries en escale dans le port de Calais.	Rapport ARIA/2006.016 Février 2006	ARIA TECHNOLOGIES
Carling	Etude de la dispersion atmosphérique et évaluation des risques sanitaires du bassin de Carling (57).	Rapport ARIA/2004.058 Avril 2005	ARIA TECHNOLOGIES
Dunkerque	Elaboration du cahier des charges pour l'évaluation des risques sanitaires liés aux activités de la Zone Industrielle de l'agglomération dunkerquoise (59).	INERIS DRC-03-51520 – ERSA/CMa Octobre 2003	INERIS
	Evaluation des risques sanitaires liés aux émissions atmosphériques des installations de la zone industrielle de Dunkerque (59).	Rapport N° 477 Avril 2005	CAREPS
	Etude de l'impact des rejets industriels sur la santé des populations de l'agglomération dunkerquoise.	Rapport ARIA/2005.037 Avril 2005	ARIA TECHNOLOGIES
	Etude de l'impact des rejets industriels sur la santé des populations de l'agglomération dunkerquoise.	Rapport ARIA/2007.081 Février 2008	ARIA TECHNOLOGIES
	Etude sur le bassin industriel de Dunkerque. Mise à jour avec les données 2006.	Présentation power point. (sans date)	ARIA TECHNOLOGIES
Fos-sur-Mer	Elaboration du cahier des charges pour l'évaluation des risques de la Zone Industrielle de Fos-sur-Mer.	INERIS/2006 DRC/ERSA/CMa 72723/134 17/07/06	INERIS
	Evaluation des risques sanitaires dans la Zone Industrielle de Fos-sur-Mer dans les Bouches-du-Rhône.	Rapport Réf :NFL-OL-CLD 06/05/08	BURGEAP
Lacq	Evaluation des risques sanitaires liés aux rejets atmosphériques de la Z.I. de Lacq (64).	Rapport Réf : RBX467-4 04/05/07	BURGEAP
Lavéra	Etude globale d'impact sanitaire. Site de Lavéra.	Rapport Réf : A34872C Novembre 2007	ANTEA

1.2 PRESENTATION GENERALE DES 6 ETUDES DE ZONE

Le tableau 2, ci-dessous, récapitule les principales caractéristiques des 6 études de zones achevées à ce jour.

Tableau 2 : présentation générale des 6 études de zone.

Caractéristiques de l'étude	Zone d'étude					
	Calais	Carling	Dunkerque	Fos sur Mer	Lacq	Lavéra
Début / fin de l'étude	2003 - 2006	2004 à 2005	2003 - 2005	2006 - 2008	2005 - 2007	2004 - 2007
Objectifs de l'étude	Evaluer expo. populations rejets chron. industriels Calaisiens, puis ERS Disposer d'une étude cohérente avec zone de Dunkerque	ERS associée aux émissions industrielles de 4 exploitants	•Evaluer risque sanit attribuable à des IC et le comparer avec risque lié au bruit de fond (dont circulation automobile/maritime) •Tester une méthode applicable à d'autres régions •Mettre en évidence les limites de la démarche	•Déterminer la zone d'influence des rejets de la ZI portuaire •Evaluer risque sanit. chron. et aigu actuel et futur attribuable IC et global [IC + BF] •Identifier population la plus exposée •Dégager priorités de gestion des risques	Evaluer risque sanit. chronique lié rejets air de la ZI de Lacq, à l'instant de l'étude. Disposer ainsi d'un point de référence dans l'optique de l'impact des futurs rejets industriels de la zone de Lacq.	ERS installations existantes ZI Lavéra. Possibilité extension à d'autres sites du pourtour étang de Berre. Disposer d'un point de référence pour apprécier impact de toute installation nouvelle.
Nature de la prestation	ERS attrib. exploit. + ERS environnement.	ERS attrib. exploit.	ERS attrib. exploit. + ERS environnement.	ERS attrib. exploit. + ERS environnement. + ébauche IEM	ERS attrib. exploit.	ERS attrib. exploit.
Prestataire(s)	ARIA TECHNO/LITWIN/CAREPS	ARIA TECHNO.	ARIA TECHNO./LITWIN/CAREPS	BURGEAP	BURGEAP	ANTEA
Maître d'ouvrage	S3PI	?	S3PI	S3PI	S3PI	DRIRE
Pilotage	COFIL	?	COFIL	COFIL	COFIL	COFIL
Dimensions de la zone	20 x 18 km	20 x 20 km	20 x 35 km	22 x 22 km	26 x 23 km	10 x 10 km
Type d'activité indust.	chimie/pharma. teinturerie GIC	chimie cokerie GIC	sidérurgie métallurgie chimie/pharma.	sidérurgie métallurgie chimie minérale GIC	chimie/pharma. UIOM engrais	pétrochimie
Nombre d'exploitants	13	4	25	22	19	7
Population concernée (nombre d'habitants)	234 508	178 158	?	39 231	54 000	66 000

Historiquement, les 2 premières études, menées en parallèle, ont débuté en 2003 (Dunkerque et Calais).

La durée moyenne d'une étude est de l'ordre de 2 à 3 ans.

Les études sont suivies par un comité de pilotage (COPIL) qui, dans la plupart des cas, est placé sous l'égide du S3PI².

Les objectifs des 6 études de zone ont consisté à réaliser une évaluation des risques sanitaires (ERS) attribuables aux installations de la zone industrielle considérée. Dans 3 cas (Calais, Dunkerque, Fos-sur-Mer), une évaluation globale du risque sanitaire a été menée parallèlement, afin d'intégrer l'incidence du bruit de fond local, en fonction de la connaissance de ce dernier : mesures disponibles et/ou mesures réalisées spécifiquement à l'occasion de l'étude et/ou données bibliographiques de portée régionale ou nationale.

Parallèlement à l'ERS, quelques approches d'interprétation de l'état des milieux (IEM) ont été effectuées ; l'étude de Fos-sur Mer a été le plus loin sur ce plan. Certes, la dénomination IEM ne figure pas dans les rapports d'étude, car, à l'époque, cette terminologie n'existait pas. En revanche, on retrouve dans la plupart des études la préoccupation de comparer les concentrations mesurées ou modélisées dans l'environnement avec des valeurs de référence : valeurs de qualité des milieux, valeurs réglementaires, fond géochimique naturel, par exemple.

Les zones d'étude sont la plupart du temps des domaines de forme carrée d'environ 20 kilomètres de côté, à l'exception de Dunkerque, plus grande (20 x 35 km), et Lavéra, plus petite (10 x 10 km). Le choix des dimensions de la zone, dans les études où il est justifié, s'appuie sur les résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions des installations industrielles (émissions de SO₂, par exemple).

Le nombre d'exploitants retenus dans les études va de 4 (Carling) à 25 (Dunkerque). Les activités industrielles représentées sont variables, selon les zones, mais la (péto)chimie/pharmacie et la sidérurgie/métallurgie occupent une place dominante.

Les populations incluses dans les zones d'étude comptent de 40 000 à 230 000 habitants environ.

Les chapitres qui suivent constituent la synthèse du contenu et des résultats des 6 études. Pour chaque étude de zone, des résultats plus détaillés figurent, sous forme de tableaux, dans les annexes I à VI.

Dans le présent rapport, la présentation des résultats et des conclusions a été homogénéisée autant que possible, afin de faciliter les comparaisons entre les études : en effet, les documents de base (tableau 1) sont plus ou moins disparates, compte tenu de la diversité des cahiers des charges et de la diversité des prestataires retenus.

² Les S3PI (**S**ecrétariat **P**ermanent pour la **P**révention des **P**ollutions **I**ndustrielles) sont au nombre d'une quinzaine à travers la France. Y sont représentés les collectivités locales et territoriales, les industriels, les administrations de l'Etat, les associations experts et personnes qualifiées. Ce sont des « facilitateurs et médiateurs pour les questions de pollutions industrielles ». Ils constituent une « tribune pour les industriels, les riverains, les associations et les experts... afin d'informer et constituent des « Grenelles » locaux et permanents » (texte entre guillemets : extraits de la documentation du S3PI du Hainaut, Cambrésis, Douaisis).

2. LES EMISSIONS

Les émissions prises en compte pour la modélisation de la dispersion atmosphérique des polluants sont portées dans le tableau 3, ci-dessous. Elles comprennent :

- les émissions industrielles, pour chacune des 6 études de zone ;
- les émissions provenant du trafic maritime, pour les études portant sur les zones de Calais et Fos-sur-Mer ;
- les émissions liées au trafic routier, dans la zone de Fos-sur-Mer.

Tableau 3 : émissions retenues pour la modélisation de la dispersion atmosphérique des polluants.

Emissions recensées (en terme de flux) prises en compte dans l'étude de zone	Zone d'étude					
	Calais	Carling	Dunkerque	Fos sur Mer	Lacq	Lavéra
Emissions industrielles	X	X	X	X	X	X
Trafic routier				X		
Trafic maritime	X			X		

2.1 EMISSIONS INDUSTRIELLES

Pour chaque étude de zone, la liste détaillée des entreprises retenues ainsi que les flux annuels de polluants émis dans l'atmosphère, par l'ensemble des activités industrielles, figurent dans les annexes I à VI, dans les tableaux suivants :

- Calais : liste des industriels : tableau 21 ; flux annuels : tableau 22
- Carling : liste des industriels : tableau 33 ; flux annuels : tableau 34
- Dunkerque : liste des industriels : tableau 43 ; flux annuels : tableau 44
- Fos-sur-Mer : liste des industriels : tableau 53 ; flux annuels : tableau 54
- Lacq : liste des industriels : tableau 65 ; flux annuels : tableau 66
- Lavéra : liste des industriels : tableau 75 ; flux annuels : tableau 76

Les substances émises en quantités majoritaires sont variables selon les zones industrielles, en fonction des activités dominantes (chimie – pharmacie, sidérurgie-métallurgie et grandes installations de combustion). Les polluants appartiennent aux familles de substances suivantes :

- gaz de combustion : SO₂ et NO_x ;
- COV : hydrocarbures aliphatiques (en particulier l'hexane), BTX, butadiène, aldéhydes, substances chlorées (dichloroéthane, dichlorométhane, chlorure de vinyle monomère), oxyde d'éthylène et de propylène ;
- poussières : PM₁₀ et PM_{2,5}, métaux (tous les métaux « lourds ») ;
- substances organiques (autres que les COV) : HAP et dioxines.

Les bilans des émissions ont été établis à partir :

- des données communiquées par les exploitants ;
- de calculs et d'estimations basées sur des hypothèses d'émissions afin de combler les lacunes dans la connaissance des émissions.

La quasi-totalité des prestataires ont part de difficultés rencontrées pour établir les bilans des flux à l'émission et soulignent les incertitudes qui en découlent pour la caractérisation des risques sanitaires. Ces difficultés proviennent essentiellement :

- des modifications fréquentes apportées aux lignes de fabrication, en particulier pour les activités chimiques et pétrochimiques : fermetures d'ateliers, démarrages de nouvelles lignes, mise en place de dispositifs de réduction des émissions à la source. De ce fait, le bilan des émissions est en constante évolution³, y compris pendant le déroulement des études ;
- de la présence d'émissions diffuses importantes, tant dans les secteurs de la chimie que de la métallurgie. Il a été souvent difficile de quantifier ces émissions et les prestataires ont du fréquemment utiliser des valeurs et/ou des calculs empiriques (facteurs d'émission, par exemple), le plus souvent invérifiables. Mais, dans ce cas, les prestataires, dans leur ensemble, estiment avoir pris une marge de sécurité conduisant à une estimation majorée des rejets de polluants.

2.2 ÉMISSIONS PROVENANT DU TRAFIC MARITIME

Le trafic maritime a été pris en compte dans 2 des 4 zones portuaires : Calais et Fos-sur-Mer.

A Calais, les émissions attribuables aux ferries ont été évaluées à partir :

- du document de la Commission Européenne intitulé : « quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community », Final Report, July 2002, Entec UK limited ;
- du plan d'occupation des postes pour 3 journées type de l'année 2005 ;
- des caractéristiques des ferries, communiquées par la capitainerie du port de Calais : puissance des moteurs, type de combustible utilisé...

Les émissions moyennes journalières ont été calculées pour l'ensemble des postes, lors des opérations d'escale, et il a été retenu, comme hypothèse, des émissions pendant 365 jours par an.

³ Cette situation se traduit par des scénarios d'exposition évolutifs, difficiles à prévoir à moyen et long terme, ce qui entraîne des incertitudes sur les résultats de la démarche prospective des risques sanitaires, en particulier pour les effets cancérogènes (projection sur 30 ans).

A Fos-sur-Mer, les émissions provenant du trafic maritime ont été établies à partir :

- de l'état du trafic portuaire : données du PAM (Port Autonome de Marseille), portant sur les tailles et les types de navires (pétroliers, porte-conteneurs, remorqueurs), la puissance des moteurs, la vitesse de navigation et les temps de manœuvre ;
- des facteurs d'émission issus de l'étude ENTEC (comme à Calais).

Les polluants retenus sont le dioxyde de soufre (SO₂) et les oxydes d'azote (NOx). S'y ajoutent les particules (uniquement pour Fos-sur-Mer) et les hydrocarbures (uniquement pour Calais).

2.3 ÉMISSIONS PROVENANT DE LA CIRCULATION ROUTIERE

Ce type d'émission a été retenu uniquement pour l'étude de Fos-sur-Mer. Le bilan des émissions a été établi à partir :

- de l'état du trafic routier : données de la DDE ;
- de la répartition du parc automobile : informations ADEME - INRETS ;
- des facteurs d'émission : programme COPERT III de l'Union Européenne.

Les polluants retenus sont les oxydes d'azote (NOx) et les particules.

3. TOXICITE DES POLLUANTS ET CHOIX DES TRACEURS DU RISQUE

3.1 TOXICITE - VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE

A l'exception de l'étude de zone de Lavéra, les prestataires ont retenu des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) issues des 6 principales bases de données : US-EPA, ATSDR, OMS, Santé Canada, RIVM et OEHHA.

Pour le choix des VTR, selon la date à laquelle a été réalisée l'étude, les BE se sont appuyés sur :

- la circulaire DGS/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006, « relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des Valeurs Toxicologiques de Référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact ». C'est le cas des études de zone les plus récentes : Lacq et Fos-sur-Mer ;
- les recommandations du guide de l'InVS (2002) : « Valeurs Toxicologiques de Référence - méthodes d'élaboration ». C'est le cas des études antérieures à la parution de la circulaire DGS : Calais, Carling et Dunkerque.

Pour l'étude de zone de Lavéra, les VTR ont été soit établies, soit choisies dans les bases de données, par les équipes de toxicologues propres aux exploitants, parfois hors du cadre défini par la circulaire DGS.

3.2 CHOIX DES SUBSTANCES TRACEUR DU RISQUE

A l'exception de l'étude de zone de Lacq, la méthodologie utilisée pour le choix des traceurs du risque est détaillée par les prestataires. Elle est basée sur les relations flux / VTR pour les substances à seuil d'effet et flux x ERU pour les substances sans seuil d'effet. Des tableaux présentant un classement des polluants selon ces critères figurent dans les rapports d'étude. Des considérations supplémentaires sont également prises en compte, telles que le comportement des substances dans l'environnement.

Pour l'étude de zone de Dunkerque, le prestataire a conservé, sans modifications, le choix proposé par l'INERIS⁴.

Le tableau 4, en deux parties, pages suivantes, récapitule la totalité des traceurs du risque retenus, toutes études confondues.

⁴ L'INERIS a réalisé le cahier des charges de l'étude, qui inclut la liste des polluants traceurs du risque.

Le détail des traceurs du risque, par étude de zone, figure dans les tableaux suivants, situés dans les annexes I à VI :

- Tableau 24 : Calais (annexe I)
- Tableau 35 : Carling (annexe II)
- Tableau 45 : Dunkerque (annexe III)
- Tableau 56 : Fos-sur-Mer (annexe IV)
- Tableau 67 : Lacq (annexe V)
- Tableau 77 : Lavéra (annexe VI)

Tableau 4 : liste des traceurs du risque.

Traceur du risque	Zone d'étude											
	Calais		Carling		Dunkerque		Fos sur Mer		Lacq		Lavéra	
	Inh.	Oral	Inh.	Oral	Inh.	Oral	Inh.	Oral	Inh.	Oral	Inh.	Oral
NOx	X		X		X		X		X		X	
SO ₂	X		X		X		X		X		X	
Acide chlorhydrique (HCl)	X								X			
Acide fluorhydrique (HF)							X		X			
Chlore gazeux (Cl ₂)							X					
Acide cyanhydrique (HCN)			X						X			
Ammoniac (NH ₃)			X						X			
Hydrogène sulfureux (H ₂ S)									X			
Poussières PM ₁₀			X		X		X		X		X	
Poussières PM _{2,5}					X		X					
Antimoine								X	X	X		X
Arsenic	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X
Cadmium	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chrome III						X			X	X		
Chrome VI	X	X			X			X	X	X		
Cobalt									X	X	X	X
Cuivre									X	X		
Manganèse	X				X		X	X	X	X	X	X
Mercure	X	X			X	X		X	X	X		X
Nickel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Plomb	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Silice (SiO ₂)									X			
Vanadium											X	X
Zinc										X		X
Acétaldéhyde							X		X		X	
Formaldéhyde							X		X		X	
Acroléine									X		X	

Tableau 4 : liste des traceurs du risque (suite et fin).

Traceur du risque	Zone d'étude											
	Calais		Carling		Dunkerque		Fos sur Mer		Lacq		Lavéra	
	Inh.	Oral	Inh.	Oral	Inh.	Oral	Inh.	Oral	Inh.	Oral	Inh.	Oral
Acrylonitrile							X					
Acétate de vinyle monomère (AVM)									X			
Benzène			X		X		X		X		X	
Toluène	X		X		X				X			
Xylènes	X		X		X							
Styrène			X									
1,3-Butadiène			X		X		X				X	
Hexane							X		X			
Tétrachloroéthylène									X		X	
Chlorure de vinyle							X		X		X	
Dichlorométhane							X		X		X	
Dichloroéthane											X	
Dichlorobenzène											X	
Hexachlorobenzène									X			
Pentachlorophénol									X			
Oxyde d'éthylène							X		X		X	
Oxyde de propylène							X					
Dioxane									X			
Diméthylformamide (DMF)									X			
MTBE							X				X	
2-ethoxyéthanol									X			
Naphtalène							X	X				
Tétrahydrofurane									X			
Tétrachlorométhane									X			
PCDD/PCDF		X		X		X		X		X		X
HAP (eq. BaP)	X	X	X	X	X		X	X	X		X	

4. CARACTERISATION ET INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX (IEM)

La présentation et le contenu de ce chapitre ont été construits à partir d'éléments disséminés à travers les rapports d'étude des prestataires. En effet, l'IEM ne constituait pas l'objectif principal des 6 études de zone.

4.1 CARACTERISATION DE L'ETAT DES MILIEUX

Selon les zones, les milieux pris en compte dans les études ont été choisis parmi les suivants : air, sols, eau de boisson, chaîne alimentaire végétale et animale, lait maternel.

Les concentrations en polluants dans les différents compartiments de l'environnement ont été évaluées, selon les études, par l'une ou plusieurs des voies suivantes :

- modélisation de la dispersion atmosphérique et du transfert des substances dans les divers compartiments de l'environnement ;

La modélisation permet d'évaluer l'impact sur l'environnement attribuable aux installations industrielles, à un instant donné et, pour les substances susceptibles de s'accumuler ou de migrer vers d'autres compartiments de l'environnement, d'évaluer l'évolution de cet impact au cours du temps.

- mesures dans l'environnement local : reprise de résultats antérieurs ou campagnes réalisées spécifiquement pour l'étude ;

Les mesures dans l'environnement intègrent à la fois l'impact des émissions industrielles et l'impact du « bruit de fond » environnemental local (incidence du trafic routier, des pollutions historiques, par exemple).

- données bibliographiques, en l'absence de mesures dans l'environnement, portant sur le contexte local, régional, national, voire international.

Les données bibliographiques sont d'autant plus difficiles à interpréter et à exploiter qu'elles se rapportent à un environnement éloigné du contexte de la zone d'étude et, de plus, souvent mal décrit.

Le tableau 5, résume, pour l'ensemble des 6 études de zone, les moyens mis en œuvre pour caractériser les milieux, ainsi que les substances ou familles de substances retenues. Pour les détails, par étude, se reporter aux tableaux suivants situés dans les annexes I à VI :

Tableau 25	: Calais (annexe I)
Tableau 36	: Carling (annexe II)
Tableau 46	: Dunkerque (annexe III)
Tableau 57	: Fos-sur-Mer (annexe IV)
Tableau 68	: Lacq (annexe V)
Tableau 78	: Lavéra (annexe VI)

Tableau 5 : méthodes d'évaluation des concentrations en polluants dans les milieux.

Estimation des concentrations dans les milieux		Zone d'étude					
		Calais	Carling	Dunkerque	Fos sur Mer	Lacq	Lavéra
AIR	Modélisation	X (traceurs du risque inhalation)	X (traceurs du risque inhalation)	X (traceurs du risque inhalation)	X (traceurs du risque inhalation)	X (traceurs du risque inhalation)	X (traceurs du risque inhalation)
	Mesures dispo. (réseau surveillance)	X (SO ₂ , NOx, toluène, xylènes)	X (SO ₂ , NOx, PM ₁₀ , BTX, NH ₃)	X (SO ₂ , NOx, PM ₁₀ , PM _{2.5} , BTX)	X (SO ₂ , NOx, PM ₁₀ , As, Ni, Cd, benzène)	X (SO ₂)	X (SO ₂ , NOx, PM ₁₀ , BaP, benzène)
	Mesures spécif. (réalisées pour l'étude)						
	Littérature	X certains traceurs : métaux, BaP		X certains traceurs : métaux, BaP			
SOLS	Modélisation	X (traceurs du risque ingestion)	X (traceurs du risque ingestion)	X (traceurs du risque ingestion)	X (traceurs du risque ingestion)	X (traceurs du risque ingestion)	X (traceurs du risque ingestion)
	Mesures dispo.						
	Mesures spécif. (réalisées pour l'étude)				X tous les traceurs : métaux, PCDD, BaP		X tous les traceurs : métaux, PCDD, HAP
	Littérature	X Traceurs ingestion métaux, PCDD, BaP		X Traceurs ingestion métaux, PCDD.			
VEGETAUX	Modélisation	X	X	X	X	X	X
	Mesures dispo.						
	Mesures spécif. (réalisées pour l'étude)				X (tomate, aubergine) tous les traceurs : métaux, diox., BaP		X (thym, romarin) tous les traceurs : métaux, PCDD
	Littérature	DJE globale alim. France : (métaux, PCDD, HAP)		DJE globale alim. France : (PCDD)			
CHAINE ALIM. ANIMALE	Modélisation	X (traceurs du risque ingestion)	X (traceurs du risque ingestion)	X (traceurs du risque ingestion)	X (traceurs du risque ingestion)	X (traceurs du risque ingestion)	
	Mesures dispo.				X (poisson) métaux		
	Mesures spécif. (réalisées pour l'étude)				X (poisson) métaux		
	Littérature	DJE globale alim. France°: (métaux, PCDD., HAP)		DJE globale alim. France : (PCDD)			

4.1.1 MODELISATION

4.1.1.1 CALCUL DES CONCENTRATIONS DANS L'AIR

La modélisation de la dispersion atmosphérique des polluants émis par les activités industrielles et, le cas échéant par le trafic maritime et routier, a été mise en œuvre dans les 6 études. Les modèles utilisés sont de type gaussien : ARIA IMPACT (Calais, Carling, Dunkerque), ADMS (Fos-sur-Mer et Lacq), ISCLT (Lavéra).

Les données météo proviennent de stations proches et/ou représentatives des zones industrielles concernées : données tri-horaires sur 5 ans (6 ans pour l'étude initiale, puis 4 ans pour l'étude complémentaire, dans le cas de Dunkerque).

Les résultats de la modélisation de la dispersion atmosphériques des polluants, pour chaque étude de zone, figure dans les tableaux suivants, situés dans les annexes I à VI :

Tableau 27	: Calais (annexe I)
Tableau 37	: Carling (annexe II)
Tableau 47	: Dunkerque (annexe III)
Tableau 58	: Fos-sur-Mer (annexe IV)
Tableau 69	: Lacq (annexe V)
(Pas de résultats pour Lavéra)	

4.1.1.2 CALCUL DES CONCENTRATIONS DANS LES SOLS ET LA CHAÎNE ALIMENTAIRE

Il a été fait appel à des modèles « multimédia » pour le calcul des concentrations en polluants dans les sols, les végétaux, la chaîne alimentaire animale, le lait maternel :

- modèles CALTOX, pour les HAP et dioxines, et HHRAP, pour les métaux : zones d'étude de Calais, Carling et Dunkerque. Les prestataires estiment que CALTOX est moins « fiable » que HHRAP pour les métaux et réciproquement pour les substances organiques telles que les HAP et les dioxines, d'où l'utilisation conjointe des 2 modèles ;
- modèle « BURGEAP » : études portant sur Fos-sur-Mer et Lacq ;
- modèle HHRAP, pour Lavéra.

A l'exception de Lavéra, les concentrations dans les milieux ont été calculées à partir des dépôts maximum sur les sols, eux-mêmes calculés par modélisation de la dispersion atmosphérique des polluants. Pour Lavéra, ce sont les dépôts moyennés sur toute la zone de calcul qui ont été retenus (pour Carling également, mais en deuxième scénario, le premier étant basé sur les dépôts maximum).

Les rapports des prestataires, référencés dans le tableau 1, n'indiquent pas en général le détail des concentrations modélisées dans les sols et dans les denrées alimentaires (pas de communication des grilles de calcul).

4.1.2 MESURES DANS L'ENVIRONNEMENT LOCAL (BRUIT DE FOND)

Les prestataires se sont appuyés soit :

- sur des résultats de mesures antérieurs à l'étude ;
- sur des campagnes de mesures réalisées spécifiquement dans le cadre de l'étude de zone.

4.1.2.1 AIR

Pour les 6 zones, seules les données existantes au moment de l'étude ont été utilisées. Malheureusement, elles ne couvrent que quelques substances, pas forcément les plus représentatives des émissions industrielles de la zone d'étude :

- gaz de combustion (SO₂, NOx) et poussières (PM₁₀) dans la quasi-totalité des 6 zones (SO₂ uniquement, pour Lacq) ;
- benzène : Carling, Dunkerque Fos-sur-Mer et Lavéra ;
- toluène et xylènes : Calais, Carling, Dunkerque ;
- métaux : Dunkerque et Fos-sur-Mer ;
- HAP : Lavéra ;
- ammoniac (NH₃) : Carling.

En dehors du SO₂, du NOx et des poussières qui font l'objet de campagnes de surveillance des réseaux locaux de surveillance de la qualité de l'air, les autres substances n'ont été mesurées qu'à titre exceptionnel et les résultats disponibles ne portent souvent que sur une seule campagne, plus ou moins récente, et sur un nombre restreint de capteurs.

Aucune campagne de mesures n'a été réalisée dans l'atmosphère, pour compléter les données existantes ou pour estimer l'adéquation entre les résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique des polluants et les résultats des mesures réelles.

4.1.2.2 SOLS

Aucun résultat de mesures antérieures n'a été répertorié pour l'ensemble des 6 zones d'étude.

Des mesures spécifiques, hors des sites industriels, portant sur les métaux, HAP et dioxines ont été réalisées à Fos-sur-Mer et Lavéra, dans le cadre de l'étude de zone.

4.1.2.3 VEGETAUX

Aucun résultat de mesures antérieures n'a été répertorié pour l'ensemble des 6 zones d'étude.

Des mesures spécifiques ont eu lieu, dans le cadre des études de zone de Fos-sur-Mer et Lavéra. Elles ont porté sur les métaux, HAP et dioxines, sur des tomates et aubergines (Fos-sur-Mer) et du thym et romarin (Lavéra).

4.1.2.4 CHAINE ALIMENTAIRE ANIMALE

Les seules données disponibles portaient sur des mesures de métaux lourds dans des poissons et coquillages, à Fos-sur-Mer. En complément, dans le cadre de l'étude de zone de Fos, des mesures supplémentaires de métaux ont été réalisées sur des poissons.

4.1.3 DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

Dans les cas où le cahier des charges spécifiait la prise en compte du bruit de fond, les prestataires ont recherché des données bibliographiques pour compléter la caractérisation des milieux déduite des campagnes de mesures.

4.1.3.1 AIR

Pour les zones de Calais et Dunkerque, il a été fait appel à des données nationales et internationales pour les métaux lourds et le benzo(a)pyrène.

4.1.3.2 SOLS

Pour les zones de Calais et Dunkerque, il a été fait appel à des données régionales pour les métaux lourds et nationales pour les dioxines, ainsi que le benzo(a)pyrène (Calais, uniquement).

4.1.3.3 CHAINE ALIMENTAIRE VEGETALE ET ANIMALE

Aucune valeur bibliographique de concentrations dans les produits alimentaires n'a été répertoriée dans les rapports d'étude. Pour Calais et Dunkerque, les prestataires ont recherché directement les doses journalières d'exposition (DJE) globales provenant de l'alimentation, en France, pour les métaux, dioxines et HAP.

4.1.4 COMPARAISON ENTRE CONCENTRATIONS MODELISEES ET MESUREES DANS L'AIR

A l'exception de l'étude de zone de Lavéra, les prestataires ont comparé les concentrations modélisées et mesurées au niveau des différents capteurs, systématiquement pour le SO₂, parfois pour les NO_x et PM₁₀.

D'une façon générale, comme attendu, et à très peu d'exceptions près, les concentrations calculées sont inférieures aux concentrations mesurées. En effet, les premières sont exclusivement attribuables aux émissions industrielles alors que les secondes cumulent l'incidence de l'ensemble des sources (sources industrielles plus bruit de fond).

En conséquence, il est observé que le « calage » entre le calcul et la mesure est d'autant meilleur que les capteurs sont majoritairement sous l'influence des installations industrielles, car l'incidence du bruit de fond est comparativement plus faible. Il est constaté l'inverse pour les capteurs peu influencés par les émissions industrielles car c'est alors le bruit de fond qui est dominant. L'exception à cette règle est Lacq : les meilleures corrélations sont obtenues aux capteurs les moins exposés

aux émissions industrielles. Le prestataire le souligne, mais ne fournit pas d'explication.

Le tableau 6 présente les meilleures corrélations obtenues, exprimées par les ratios concentration calculée / concentration mesurée :

- pour le SO₂, il existe une bonne corrélation entre les concentrations modélisées et mesurées ;
- pour les NO_x, la corrélation est un peu moins bonne et devient même mauvaise pour Calais ; l'incidence du bruit de fond est avancée ;
- pour les poussières, la corrélation est assez moyenne, mais le prestataire souligne la difficulté à établir les flux à l'émission de poussières PM₁₀ d'origine industrielle, à laquelle s'ajoute l'influence de la granulométrie des poussières.

Tableau 6 : meilleures corrélations entre concentrations calculées et mesurées dans l'air, en un point précis

Polluant	Ratios les plus proches de 1 relevés entre conc. calculées / conc. mesurées					
	Calais	Carling	Dunkerque	Fos sur Mer	Lacq	Lavéra
SO ₂	0,6	0,7	1,0	0,8	1,0	-
NO _x	0,01	0,5	0,4			-
PM ₁₀			0,2			-

4.2 INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX (IEM)

Les 6 études de zone incluent une interprétation de l'état des milieux, plus ou moins complète et approfondie, c'est-à-dire une comparaison entre les concentrations mesurées (et quelque fois modélisées) et des concentrations de référence : valeurs de qualité des milieux, valeurs réglementaires, bruit de fond local ou régional, par exemple, selon les polluants, les milieux et l'initiative du prestataire.

La synthèse des résultats de l'interprétation de l'état des milieux, pour l'ensemble des études de zone, figure dans le tableau 7, page suivante.

Le détail des résultats de l'IEM, par étude de zone, figure dans les tableaux suivants, situés dans les annexes I à VI :

- Tableau 28 : Calais (annexe I)
- Tableau 38 : Carling (annexe II)
- Tableau 48 : Dunkerque (annexe III)
- Tableau 59 : Fos-sur-Mer (annexe IV)
- Tableau 70 : Lacq (annexe V)
- Tableau 80 : Lavéra (annexe VI)

Tableau 7 : résultats de l'interprétation de l'état des milieux.

		Zone d'étude					
		Calais	Carling	Dunkerque	Fos sur Mer	Lacq	Lavéra
AIR	Polluants ayant des valeurs de réf. retenues par le prestataire	SO ₂ NOx Cd, Ni, Pb, BaP	SO ₂ NOx PM ₁₀ benzène	SO ₂ , NOx PM ₁₀ benzène As, Cd, Ni, Pb BaP	SO ₂ NOx PM ₁₀ benzène	SO ₂	SO ₂ NOx PM ₁₀ benzène BaP
	Etat du milieu basé sur des mesures	C _{SO2} et C _{NOx} < val. réf. <u>Non mesuré</u> : Cd, Ni, Pb, BaP	C_{PM10} > réf. C_{benzène} > réf. C _{SO2} et C _{NOx} < val. réf.	C_{PM10} > réf. C_{NOx} > réf. Conc. autres polluants < val. réf.	C_{PM10} > réf. Conc. autres polluants < val. réf.	C _{SO2} < val. réf.	C_{PM10} > réf. C_{benzène} > réf. Conc. autres polluants < val. réf.
	Etat du milieu basé sur la modélisation	C_{max-SO2} > val.réf.	C_{max-SO2} > val.réf.	C_{max-benzène} et C_{max-Cd} > val.réf.	C _{max} < val. réf. pour tous les polluants	-	- Pas de résultats des C _{max} .
SOLS	Polluants ayant des valeurs de réf. retenues par le prestataire	Cd, Ni, Pb, Hg, BaP, PCDD	-	As, Cd, Cr, Ni, Pb, Hg, BaP, PCDD	As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Co, Mn, Sb, Hg, HAP, PCDD	-	As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Co, Mn, Se, V, Hg, PCDD
	Etat du milieu basé sur des mesures	- (pas de mesures)	- (pas de mesures)	- (pas de mesures)	C > réf. pour : Cd, Pb, Zn, Sb, As,	- (pas de mesures)	C = C_{réf.} pour tous les polluants
VEGETAUX	Polluants ayant des valeurs de réf. retenues par le prestataire	-	-	-	As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Co, Mn, Hg	-	Cd, Pb, Hg, PCDD
	Etat du milieu basé sur des mesures	- (pas de mesures)	- (pas de mesures)	- (pas de mesures)	<u>Tomate – aubergine</u> C < val. réf. pour tous les polluants	- (pas de mesures)	<u>Thym-romarin</u> C > réf. pour : Pb, PCDD
CHAINE ALIM. ANIMALE	Polluants ayant des valeurs de réf. retenues par le prestataire	-	-	-	Cd, Pb, Hg	-	-
	Etat du milieu basé sur des mesures	- (pas de mesures)	- (pas de mesures)	- (pas de mesures)	<u>Poisson</u> C < val. réf. pour tous les polluants	- (pas de mesures)	- (pas de mesures)

NB : l'état des milieux sols, végétaux et chaîne alimentaire animale n'a pas été évalué par les prestataires. Les concentrations modélisées dans ces 3 milieux n'apparaissent pas explicitement dans les rapports d'étude.

4.2.1 AIR

4.2.1.1 CONCENTRATIONS DE REFERENCE

Les concentrations de référence, exprimées en moyenne annuelle, choisies par les prestataires proviennent des sources suivantes :

- SO₂ et NO_x : Valeurs Guides (VG) de l'OMS (respectivement 50 µg/m³ et 40 µg/m³, en moyenne annuelle), reprises dans le décret n° 98-360 du 6 mai 1998⁵, comme objectif de qualité de l'air ;
- poussières PM₁₀ : Valeur Guide de l'OMS (20 µg/m³), sauf pour Carling, où il a été retenu la valeur d'objectif de qualité de l'air du décret n° 98-360 (30 µg/m³) ;
- benzène : valeur d'objectif de qualité de l'air du décret n° 98-360 (2 µg/m³) ;
- métaux (concentrations exprimées en année civile, pour des particules PM₁₀) :
 - pour le plomb : décret n° 98-360 (0,25 µg/m³)
 - pour l'arsenic, le cadmium, le nickel : limites de qualité de la directive européenne 2004/107/CE (0,006 µg/m³ pour l'arsenic, 0,005 µg/m³ pour le cadmium, 0,02 µg/m³ pour le nickel) ;
- HAP (concentrations exprimées en année civile) : directive 2004/107/CE (0,001 µg/m³) ;

4.2.1.2 INTERPRETATION DE L'ETAT DU MILIEU AIR

Les mesures dans l'environnement révèlent un dépassement des valeurs de référence pour :

- les PM₁₀, dans les 4 études de zones où des mesures de poussières ont été réalisées. Le dépassement est imputable au bruit de fond et non aux industriels, car les concentrations maximales modélisées sont largement inférieures aux valeurs de référence ;
- les NO_x, uniquement à Dunkerque, et seulement en 2004 et sur quelques capteurs (la campagne 2006 n'a pas confirmé les dépassements). La contribution des exploitants et du trafic maritime est prépondérante, si l'on se réfère aux concentrations modélisées ;
- le benzène, à Carling et Dunkerque. La contribution des exploitants est prépondérante.

Rappelons que les mesures dans l'environnement proviennent de campagnes antérieures à l'étude, assurées par les réseaux locaux de la surveillance de la qualité de l'air. Aucune campagne de mesure n'a été effectuée en cours ou à l'issue des études pour compléter les données existantes ou valider les résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions.

⁵ Modifié par le décret n° 2002-213 du 15 février 2002 portant transposition des directives 1999/30/CE du Conseil du 22/04/99 et 2000/68/CE du Parlement Européen et du Conseil du 16/11/00. Il concerne le dioxyde d'azote, les particules fines et les particules PM₁₀, l'ozone, le dioxyde de soufre, le benzène et le plomb. Il reprend sans les modifier les valeurs de qualité de l'air du décret n° 98-360.

Les **concentrations maximales modélisées** dans l'air dépassent les valeurs de référence pour les substances suivantes :

- SO₂, à Calais et Carling. Les mesures ne confirment pas ce résultat, probablement à cause du choix de l'emplacement des capteurs ;
- benzène, à Dunkerque : résultat non confirmé par les mesures dans l'environnement ;
- cadmium, à Dunkerque : résultat ne pouvant être confirmé, faute de mesures.

L'incidence du trafic maritime, pris en compte dans les études de Calais et Fos-sur-Mer, est loin d'être négligeable, même s'il faut la relativiser, à cause des incertitudes sur les émissions de NO_x, SO₂ et poussières provenant des navires :

- dans la zone de Calais, pour certains habitants de la ville, l'impact maximal du trafic maritime sur les concentrations en polluants dans l'environnement (tableau 27, annexe I) est de :
 - 29 % pour le SO₂ ;
 - 11 % pour les NO_x.
- dans la zone de Lavéra, pour les habitants de Port-Saint-Louis, l'impact maximal du trafic maritime sur les concentrations en polluants dans l'environnement est de :
 - 50 % pour les NO_x ;
 - 39 % pour le SO₂ ;
 - 12 % pour les PM_{2,5}.

4.2.2 SOLS

4.2.2.1 CONCENTRATIONS DE REFERENCE

Les concentrations de référence choisies par les prestataires des 4 études concernées proviennent des sources suivantes :

- métaux :
 - fond géochimique de la région Nord-Pas-de-Calais, pour les études de Calais et Dunkerque (ISA / INRA – Référentiel pédo-géochimique du Nord-Pas-de-Calais – 2002) ;
 - fond géochimique national pour l'étude de Fos-sur-Mer : INRA - métaux : concentrations dans les sols ordinaires – 1997 ;
 - mesures dans les sols dans des zones hors de l'influence des installations industrielles, pour l'étude de Lavéra ;
- HAP : ATSDR (teneurs anthropiques dans les sols urbains – 2005), pour Fos-sur-Mer ; INERIS (fiche toxicologique BaP - 2005) pour Calais ;
- dioxines : AFSSA (dioxines et furanes – 2003) pour Fos-sur-Mer ; INSERM (dioxines dans l'environnement ; quels risques pour la santé ? - 2002) pour Calais et Dunkerque.

4.2.2.2 INTERPRETATION DE L'ETAT DU MILIEU SOLS

Pour les 2 études de zones concernées, les résultats comparatifs entre les mesures dans les sols et les valeurs de référence sont les suivants :

- Fos-sur-Mer : dépassement des valeurs de référence pour l'arsenic (en 1 point de prélèvement sur 6), le cadmium (en 4 points de prélèvement sur 6), le cuivre (en 5 points de prélèvement sur 6), le plomb (en 4 points de prélèvement sur 6), le zinc (en 5 points de prélèvement sur 6), l'antimoine (aux 6 points de prélèvement) ;
- Lavéra : concentrations mesurées du même ordre de grandeur que les valeurs de référence.

Remarque : pas de mesures dans les sols pour les 4 autres études de zone.

4.2.3 CHAINE ALIMENTAIRE

4.2.3.1 CONCENTRATIONS DE REFERENCE

Les concentrations de référence choisies par les prestataires proviennent des sources suivantes :

- INRA (étude de l'alimentation française : mycotoxines, minéraux et éléments traces - 2004), pour Calais ;
- Union Européenne (règlement CE/466/2001, relatif aux concentrations en cadmium, plomb et mercure dans les végétaux et la chaîne alimentaire animale), pour Fos-sur-Mer et Lavéra ;
- AFSSA (dioxines : données de contamination et d'exposition de la population française - juin 2000), pour Calais et Dunkerque. L'exposition est exprimée sous la forme d'une Dose Journalière d'Exposition (DJE) ;
- ADEME (contamination des sols. Transfert vers les plantes - EDP Sciences - 2005), pour Fos-sur-Mer.

Remarque : pour Lavéra, le rapport d'étude précise que les « valeurs indicatives » retenues comme concentrations de référence en dioxines dans les végétaux proviennent de l'AFSSA et de l'INERIS, mais sans indiquer précisément la référence bibliographique.

4.2.3.2 INTERPRETATION DE L'ETAT DU MILIEU CHAINE ALIMENTAIRE

Pour les 2 études de zones concernées, les résultats comparatifs entre les mesures dans la chaîne alimentaire et les valeurs de référence sont les suivants :

- Fos-sur-Mer : aucun dépassement des valeurs de référence, tant pour les végétaux que les poissons et coquillages ;
- Lavéra : dépassement des valeurs de référence pour le plomb et les dioxines, dans les végétaux (thym et romarin) ;

Remarque : pas de mesures dans la chaîne alimentaire pour les 4 autres zones.

5. EVALUATION DES EXPOSITIONS

La caractérisation des expositions représente l'étape de l'évaluation des risques sanitaires au cours de laquelle le bureau d'étude a la plus grande latitude dans le choix des hypothèses de travail. Hypothèses et scénarios pris en compte influent directement sur les calculs du risque sanitaire et, dans le cas présent, se traduisent par des difficultés à comparer les résultats et conclusions entre les 6 études de zone.

5.1 DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

Les dimensions de la zone d'étude, le recensement des populations concernées, dont les populations sensibles, les activités industrielles et agricoles, l'utilisation des ressources naturelles figurent dans les rapports rédigés par les prestataires et n'appellent pas de commentaires particuliers (se reporter au paragraphe 1.2 et au tableau 2).

5.2 ESTIMATION DES CONCENTRATIONS EN POLLUANTS DANS L'ENVIRONNEMENT

Les concentrations en polluants dans l'environnement proviennent soit de mesures dans les milieux, soit de calculs (modélisation de la dispersion atmosphérique et des transferts des substances dans l'environnement), soit de données bibliographiques locales ou nationales.

Se reporter au chapitre 4 et au tableau 5.

5.3 SCENARIOS D'EXPOSITION

Des scénarios d'exposition par inhalation ont été établis pour l'ensemble des 6 études. Le bruit de fond a été pris en compte dans la moitié des études : Calais, Dunkerque et Fos-sur-Mer.

Des scénarios d'exposition par ingestion ont été établis pour l'ensemble des 6 études. Le bruit de fond a été pris en compte dans 4 études : Calais, Dunkerque, Fos-sur-Mer et Lavéra.

5.3.1 INHALATION

Les scénarios d'exposition par inhalation, pour les 6 études de zone, sont récapitulés dans le tableau 8, ci-dessous.

Les scénarios détaillés, par étude de zone, figurent dans les tableaux suivants, situés dans les annexes I à VI :

Tableau 29	: Calais (annexe I)
Tableau 39	: Carling (annexe II)
Tableau 49	: Dunkerque (annexe III)
Tableaux 60 et 61	: Fos-sur-Mer (annexe IV)
Tableau 71	: Lacq (annexe V)
Tableau 81	: Lavéra (annexe VI)

Tableau 8 : composantes prises en compte dans les scénarios d'exposition par inhalation.

		Zone d'étude					
		Calais	Carling	Dunkerque	Fos sur Mer	Lacq	Lavéra
Concentrations modélisées retenues (pour les traceurs du risque)		C _{max}	1) C _{max} . 2) Conc. moyennées sur toute la zone	C _{max}	Conc. récepteur le plus impacté	Conc. récepteur le plus impacté	Conc. moyennées sur toute la zone
Concentrations cumulées (modélisées + bruit de fond air)		OUI Bruit de fond : <u>Mesure :</u> SO ₂ , NO _x , toluène, xylène <u>Biblio. :</u> Cd, Hg, Mn, Ni, Pb, BaP	NON	OUI Bruit de fond : <u>Mesure :</u> SO ₂ , NO _x , BTX, PM ₁₀ , PM _{2,5} <u>Biblio. :</u> Butadiène, Cd, Mn, Ni, Pb, BaP	OUI Bruit de fond : <u>Mesure :</u> SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , benzène <u>Modélisation trafic routier et maritime :</u> SO ₂ et NO _x <u>Biblio. :</u> As, Cd, Ni, Pb,	NON	NON
Scénario	Fréquence expo.	100% du temps	100% du temps	100% du temps	100% du temps	100% du temps	100% du temps
	Durée expo.	30 ans	30 ans	30 ans	30 ans	30 ans	30 ans
	Population	Riverains	Riverains	Riverains	Riverains Ecoliers Travailleurs	Riverains	Riverains

5.3.1.1 CONCENTRATIONS

Les concentrations modélisées retenues pour le calcul des risques sanitaires sont soit :

- a) les concentrations maximales moyennes annuelles : Calais, Carling, Dunkerque ;
- b) les concentrations moyennes annuelles au récepteur le plus « impacté », c'est-à-dire au niveau de la population la plus exposée : Fos-sur-Mer et Lacq ;

- c) les concentrations moyennes annuelles moyennées sur toute la zone de calcul : Lavéra (unique scénario) et Carling (en second scénario).

Remarque :

Le scénario a) est maximaliste (« pire cas »), surtout si aucune population ne réside dans cette maille. Le scénario b) est plus réaliste. Le scénario c) ne met pas en évidence l'exposition des populations les plus exposées (ni d'aucun groupe de populations riveraines).

Les concentrations globales (concentrations modélisées attribuables aux industriels + bruit de fond), n'ont été retenues que dans les études des zones de Calais, Dunkerque et Fos-sur-Mer. Pour la prise en compte du bruit de fond, le prestataire a utilisé les résultats de mesures dans l'environnement, complétées le cas échéant par des données bibliographiques, malheureusement parfois déconnectées du contexte local (se reporter au chapitre 4).

5.3.1.2 SCENARIOS D'EXPOSITION

Dans les 6 études, la population prise en compte est la « population générale », exposée 100 % du temps, pendant 30 ans, aux concentrations retenues (se reporter au tableau 8 et au § 5.3.1.1).

Dans l'étude de zone de Fos-sur-Mer, deux scénarios d'exposition complémentaires ont été examinés :

- le scénario « écolier » : l'enfant est exposé, à l'école, pendant 8 heures par jour, 4,5 jours par semaine et le reste du temps au récepteur le plus « impacté » ;
- le scénario « travailleur », dans la zone industrielle de Fos. Il est exposé, par inhalation, 8 heures par jour, 236 jours par an aux polluants émis par l'ensemble des industriels, y compris ceux de sa propre entreprise, et le reste du temps au récepteur le plus « impacté ». Pour le calcul du risque sanitaire, le travailleur a été considéré 100 % du temps comme population générale (utilisation exclusive de VTR ; pas d'utilisation de VLEP pendant la fraction de temps correspondant à une exposition professionnelle). Ce scénario est par conséquent surprotecteur.

5.3.2 INGESTION

Les scénarios d'exposition par ingestion pour les 6 études de zone, sont récapitulés dans le tableau 9, page suivante.

Les scénarios détaillés, par étude de zone, figurent dans les tableaux suivants situés dans les annexes I à VI :

Tableau 29	: Calais (annexe I)
Tableau 39	: Carling (annexe II)
Tableau 49	: Dunkerque (annexe III)
Tableaux 60 et 61	: Fos-sur-Mer (annexe IV)
Tableau 71	: Lacq (annexe V)
Tableau 81	: Lavéra (annexe VI)

Tableau 9 : composantes prises en compte dans les scénarios d'exposition par ingestion.

	Calais	Carling	Dunkerque	Fos sur Mer	Lacq	Lavéra
Donnée d'entrée pour calcul des conc. modélisées (traceurs du risque)	Dépôts max	1) dépôts max. 2) dépôts moyens (dépôts moyennés sur toute la zone)	Dépôts max.	Dépôts max.	Dépôts max.	Dépôts moyens (dépôts moyennés sur toute la zone)
Concentrations cumulées (en réalité : DJE cumulées) (modélisées + bruit de fond)	OUI Bruit de fond : Sols : <u>Biblio.</u> : Cd, Hg, Ni, Pb, BaP, dioxines Chaîne alim. : <u>Biblio.</u> : As, Cd, Ni, Pb Pour dioxines : DJE « nationale »	NON	OUI Bruit de fond : Sols : <u>Biblio.</u> : Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, BaP, dioxines Chaîne alim. : <u>Biblio.</u> : Pour dioxines : DJE « nationale »	OUI Bruit de fond : Sols : <u>Mesures.</u> : As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Zn, HAP, dioxines Chaîne alim. : Végétaux : <u>Mesures idem</u> sols (mêmes polluants) Poisson : <u>Mesures :</u> As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb	NON	OUI Bruit de fond : Sols : <u>Mesures.</u> : As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Se, V, Zn, dioxines Chaîne alim. : Végétaux : <u>Mesures idem</u> sols (mêmes polluants)
Milieux retenus	sols eau potable végétaux prod. animale poisson pêché lait maternel	sols eau potable végétaux prod. animale poisson pêché lait maternel	sols eau potable végétaux prod. animale poisson pêché lait maternel	sols eau potable végétaux prod. animale poisson pêché lait maternel	sols végétaux prod. animale	sols végétaux
Populations / conso. alim.	Pop. moyenne (ZEAT - CIBLEX) Pop. + exposée (agriculteur)	Pop. moyenne (ZEAT - CIBLEX) Pop. + exposée (agriculteur) Autarcie (100 % prod. alim locaux)	Pop. moyenne (ZEAT - CIBLEX) Pop. + exposée (agriculteur)	Pop. moyenne (ZEAT - CIBLEX) Pop. + exposée (agriculteur)	Pop. moyenne (enquête terrain) Scénario max. (90 ^{ème} percent. conso. enquête de terrain)	Pop. moyenne (ZEAT - CIBLEX)
Tranches d'âge	Enfant 7 tranches d'âge Adulte Vie entière (limitée à 30 ans)	Enfant 7 tranches d'âge Adulte Vie entière (limitée à 30 ans)	Enfant 7 tranches d'âge Adulte Vie entière (limitée à 30 ans)	Enfant 4 tranches d'âge Adulte Vie entière (limitée à 30 ans)	Enfant enfant de 6 ans Adulte Vie entière (limitée à 30 ans)	Enfant 2 tranches d'âge Adulte Vie entière (limitée à 30 ans)

5.3.2.1 CONCENTRATIONS DANS LES MILIEUX

Les concentrations modélisées ont été calculées à partir des dépôts maximum (sauf Lavéra : dépôts moyennés sur toute la zone) et des données « par défaut » proposées par les modèles utilisés : facteurs de bioconcentration, rations alimentaires des animaux d'élevage...

Les concentrations dans les milieux (bruit de fond) ont été prises en compte dans les études de Calais, Dunkerque, Fos-sur-Mer et Lavéra. Elles proviennent de mesures dans les sols et les végétaux (Fos-sur-Mer et Lavéra), dans le poisson (Fos-sur-Mer) ou de données bibliographiques (Calais et Dunkerque). Les données bibliographiques correspondent à des valeurs régionales pour les concentrations en métaux dans les sols (mais à des valeurs nationales pour les HAP et dioxines) et à des valeurs nationales pour l'ensemble des polluants de la chaîne alimentaire.⁶

5.3.2.2 SCENARIOS D'EXPOSITION

Plusieurs scénarios de consommations alimentaires ont été établis :

- scénario « population générale », pour l'ensemble des 6 études. Les consommations alimentaires proviennent de la base de données CIBLEX, à l'exception de Lacq, où une enquête de terrain a été menée (150 foyers interrogés, sans précision sur leur représentativité) ;
- scénario « agriculteur » : la part des denrées autoproduites est plus importante, par rapport au scénario « population générale ». Ce scénario a été retenu parallèlement au scénario « population générale » dans les études des zones de Calais, Carling, Dunkerque et Fos-sur-Mer ;
- scénario « autarcie » (100 % de la consommation alimentaire est assurée par des produits locaux) : il a été retenu, comme troisième scénario, dans l'étude de Carling. Un scénario voisin a été établi à Lacq ; il correspond au 90^{ème} percentile des consommations recensées à travers l'enquête de terrain.

Les milieux pris en compte sont les suivants :

- sols et végétaux (Lavéra) ;
- sols, végétaux et chaîne alimentaire animale (Lacq) ;
- sols, végétaux, chaîne alimentaire animale, eau, poisson pêché et lait maternel (Calais, Carling, Dunkerque et Fos-sur-Mer).

Les tranches d'âge, pour l'ensemble des études, couvrent :

- l'enfant : 2 à 7 tranches d'âge ;
- l'adulte ;
- la vie entière (enfant + adulte), limitée à une durée de résidence de 30 ans.

⁶ Pour la chaîne alimentaire, les données bibliographiques utilisées comme bruit de fond, pour les études de Calais et Dunkerque sont des DJE « nationales » pour les dioxines (AFSSA). Pour Dunkerque, les concentrations en métaux dans les aliments (As, Cd, Ni, Pb), proviennent de la publication de l'INRA : étude de l'alimentation française : mycotoxines, minéraux et éléments traces, 2004).

6. CARACTERISATION DU RISQUE SANITAIRE

6.1 RISQUE SANITAIRE PAR INHALATION

6.1.1 RISQUE SANITAIRE ATTRIBUABLE AUX INDUSTRIELS

Le récapitulatif des résultats figure dans le tableau 10. Les résultats détaillés, par étude de zone, figurent dans les tableaux suivants, situés dans les annexes I à VI :

Tableau 30	: Calais (annexe I)
Tableau 40	: Carling (annexe II)
Tableau 50	: Dunkerque (annexe III)
Tableau 62	: Fos-sur-Mer (annexe IV)
Tableau 72	: Lacq (annexe V)
Tableau 82	: Lavéra (annexe VI)

6.1.1.1 SUBSTANCES A SEUIL D'EFFET

Un examen des résultats bruts met en évidence un risque sanitaire cumulé⁷ (Σ QD) supérieur à 1, valeur repère, dans l'ensemble des zones, à l'exception de Fos-sur-Mer.

Un examen plus approfondi des résultats met en évidence les faits suivants :

- Calais : Σ QD = 1,7. Le risque provient majoritairement du SO₂ (QD = 1,2), mais la valeur repère n'est dépassée que sur 2 mailles non habitées (les calculs s'appuient sur les concentrations maximales modélisées).

En conséquence, le prestataire conclut à un risque non préoccupant.

- Carling : Σ QD = 2,3. Le risque provient des PM_{2,5} (QD = 1,0), puis à égalité, des NO_x, SO₂ et cadmium (QD = 0,3 environ pour chacun). Mais, l'ensemble des poussières a été assimilées à des PM_{2,5}, ce qui constitue une hypothèse majorante.

Le prestataire conclut qu'un risque sanitaire ne peut pas être exclu (effets respiratoires).

- Dunkerque : Σ QD = 12,2. Le risque provient principalement du manganèse (QD = 7,7), du cadmium (QD = 1,6), des NO_x (QD = 0,8), du SO₂ (QD = 0,6). Les calculs sont basés sur les concentrations maximales modélisées, qui, dans la réalité, se situent en mer ou dans la zone industrielle. Concrètement, pour le cadmium, la valeur repère n'est dépassé que sur des mailles non habitées. Pour le manganèse les valeurs repères sont dépassées dans 141 mailles, mais le prestataire admet ne pas connaître exactement le nombre de personnes concernées. L'incertitude sur le risque sanitaire lié au manganèse (effets neurologiques) reste donc à lever.

Remarque : on peut regretter l'absence de mesures dans l'environnement (air), au moins pour le manganèse.

⁷ Sommation des risques sans distinction de la nature des effets ni des organes cibles.

Tableau 10 : risque sanitaire par inhalation, attribuable aux industriels.

Zone	Risque sanitaire par inhalation, attribuable aux industriels		Conclusion du prestataire
	A seuil d'effet	Sans seuil d'effet	
Calais	<p>$\Sigma QD = 1,7$</p> <p>Polluants qui tirent le risque : SO₂ : QD = 1,2</p>	<p>$\Sigma ERI = 0,18.10^{-5}$</p> <p>Polluants qui tirent le risque : As : ERI = 0,1.10⁻⁵</p>	<p><u>Effets à seuil</u> : Seul SO₂ a un QD > 1, mais sur 2 mailles de la zone d'étude, sans population résidente.</p> <p><u>Effets sans seuil</u> : $\Sigma ERI < \text{valeur repère } (10^{-5})$</p> <p>Conclusion : Pas de risque sanitaire préoccupant attribuable aux exploitants, par inhalation</p>
Carling	<p>$\Sigma QD = 2,3$</p> <p>Polluants qui tirent le risque : PM_{2,5} : QD = 1,0 Cd : QD = 0,33 NOx : QD = 0,31 SO₂ : QD = 0,26 Benzène : QD = 0,2</p>	<p>$\Sigma ERI = 3,3.10^{-5}$</p> <p>Polluants qui tirent le risque : Benzène : ERI = 1,7.10⁻⁵ Butadiène : ERI = 0,4.10⁻⁵ HAP : ERI = 0,2.10⁻⁵</p>	<p><u>Effets à seuil</u> : QD_{poussières} = 1, mais l'ensemble des poussières a été assimilé à des PM_{2,5} (hypothèse majorante).</p> <p><u>Effets sans seuil</u> : QD_{benzène} > valeur repère (10⁻⁵), mais conc. max. modélisée < valeur qualité de l'air</p> <p>Conclusion : Risque sanitaire possible pour les substances à seuil et sans seuil d'effet</p>
Dunkerque	<p>$\Sigma QD = 12,2$</p> <p>Polluants qui tirent le risque : Mn : QD = 7,7 Cd : QD = 1,6 NOx : QD = 0,8 SO₂ : QD = 0,6 Benzène : QD = 0,4</p>	<p>$\Sigma ERI = 7,3.10^{-5}$</p> <p>Polluants qui tirent le risque : Cr (VI) : ERI = 3,1.10⁻⁵ Benzène : ERI = 2,4.10⁻⁵ Cd : ERI = 1,4.10⁻⁵ Butadiène : ERI = 0,13.10⁻⁵ Ni : ERI = 0,1.10⁻⁵</p>	<p><u>Effets à seuil</u> : QD_{Mn} > 1, dans 141 mailles (pop. = 264 individus) QD_{Cd} > 1, mais mailles concernées non habitées.</p> <p><u>Effets sans seuil</u> : $\Sigma ERI > 1$, mais aucune population ne réside dans les mailles concernées.</p> <p>Conclusion : Risque sanitaire possible pour le manganèse : réaliser des mesures dans l'air pour confirmer.</p>
Fos-sur-Mer	<p>$\Sigma QD = 0,45$</p> <p>Polluants qui tirent le risque : PM_{2,5} : QD = 0,33</p>	<p>$\Sigma ERI = 0,5.10^{-5}$</p> <p>Polluants qui tirent le risque : Dichloroéthane : ERI=0,25.10⁻⁵ Cr (VI) : ERI = 0,14.10⁻⁵</p>	<p>Risque sanitaire inférieur aux valeurs repères, tant pour les substances à seuil d'effet que sans seuil.</p> <p>Conclusion : Pas de risque sanitaire préoccupant attribuable aux exploitants, par inhalation.</p> <p><i>Remarque : le prestataire a intégré le trafic routier et maritime, mais n'a pas pris en compte SO₂ et NOx, faute de VTR pertinente, estime t-il.</i></p>
Lacq	<p>$\Sigma QD = 2,8$</p> <p>Polluants qui tirent le risque : SO₂ : QD = 1,3 Acétaldéhyde : QD = 0,6</p>	<p>$\Sigma ERI = 5,2.10^{-5}$</p> <p>Polluants qui tirent le risque : Oxyde d'éthylène : ERI= 4.10⁻⁵ Acétaldéhyde : ERI = 0,7.10⁻⁵ Benzène : ERI = 0,35.10⁻⁵ Dichlorométhane : ERI = 0,1.10⁻⁵</p>	<p><u>Effets à seuil</u> : Seul SO₂ a un QD > 1</p> <p><u>Effets sans seuil</u> : $\Sigma ERI > \text{valeur repère } (10^{-5})$</p> <p>Conclusion : Risque sanitaire supérieur aux valeurs repères pour effets à seuil et sans seuil. Mais fortes incertitudes sur les flux à l'émission.</p>
Lavéra	<p>$\Sigma QD = 1,0$</p> <p>Polluants qui tirent le risque : Butadiène : QD = 0,97</p>	<p>$\Sigma ERI_{adulte} = 2,3.10^{-5}$</p> <p>Polluants qui tirent le risque : Butadiène : ERI= 1,2.10⁻⁵ Benzène : ERI = 0,4.10⁻⁵ Oxyde d'éthylène: ERI= 0,4.10⁻⁵ Dichloroéthane : ERI = 0,4.10⁻⁵</p>	<p><u>Effets à seuil</u> : $\Sigma QD = QD_{butadiène} = 1$</p> <p><u>Effets sans seuil</u> : $\Sigma ERI > \text{valeur repère } (10^{-5})$</p> <p>Conclusion : Risque sanitaire égal ou supérieur aux valeurs repères pour effets à seuil et sans seuil.</p> <p><i>Remarque : le prestataire a calculé le risque moyenné sur toute la zone et non le risque max.</i></p>

- Fos-sur-Mer : Σ QD = 0,45. Le prestataire en déduit une absence de risques sanitaires pour les émissions de la zone industrielle.

Remarque : il faut souligner que les NOx et le SO₂ n'ont pas été intégrés dans le calcul du risque sanitaire, car selon le prestataire, ces 2 substances ne disposent pas de VTR compatibles avec la circulaire DGS de mai 2006 : les seules données disponibles sont des valeurs guides de l'OMS qui se rapportent à la qualité de l'air et sont jugées non assimilables à des VTR.

En conséquence, le risque sanitaire calculé pour Fos-sur-Mer est sous évalué, d'autant que le trafic routier et maritime, générateur de SO₂ et NOx n'a, de ce fait, pas été pris en compte.

- Lacq : Σ QD = 2,8. Le risque sanitaire provient essentiellement du SO₂ (QD = 1,3).

Un risque sanitaire ne peut donc pas être exclu, conclut le prestataire (effets respiratoires).

- Lavéra : Σ QD = 1. Le butadiène représente 100 % du risque. Les exploitants contestent la valeur scientifique de la seule VTR disponible dans la littérature (US-EPA), pour des effets sur les ovaires.

Remarque : rappelons qu'il s'agit d'un risque sanitaire moyenné sur l'ensemble de la zone d'étude et non le risque relatif aux populations les plus exposées.

6.1.1.2 SUBSTANCES SANS SEUIL D'EFFET

Un examen des résultats bruts met en évidence un risque sanitaire cumulé⁸ (Σ ERI) supérieur à 10^{-5} , valeur repère, dans l'ensemble des zones, à l'exception de Calais et Fos-sur-Mer.

- Calais : Σ ERI = $0,18 \cdot 10^{-5}$.

Conclusion du prestataire : pas de risque sanitaire préoccupant.

- Carling : Σ ERI = $3,3 \cdot 10^{-5}$. Conclusion du prestataire : le risque est « tiré » par le benzène (ERI = $1,7 \cdot 10^{-5}$), en notant que la concentration maximale modélisée en benzène est inférieure à la valeur limite de qualité de l'air. Parmi les autres substances, celles qui présentent un excès de risque individuel supérieur à 10^{-6} sont : le butadiène (ERI = $0,4 \cdot 10^{-5}$) et les HAP (ERI = $0,2 \cdot 10^{-5}$).

- Dunkerque : Σ ERI = $7,3 \cdot 10^{-5}$. Le risque sanitaire, calculé à partir des concentrations maximales modélisées dans l'air, provient majoritairement des substances suivantes : chrome (VI) (ERI = $3,1 \cdot 10^{-5}$), benzène (ERI = $2,4 \cdot 10^{-5}$), cadmium (ERI = $1,4 \cdot 10^{-5}$), butadiène et nickel (ERI = $0,1 \cdot 10^{-5}$, chacun). Aucune population ne réside dans les mailles où ERI > 10^{-5} , car les expositions les plus élevées se situent au dessus de la mer ou du port.

Le prestataire conclut à un risque sanitaire non préoccupant.

- Fos-sur-Mer : Σ ERI = $0,5 \cdot 10^{-5}$ (dont 50 % dû au dichloroéthane).

Le prestataire conclut à un risque sanitaire non préoccupant.

⁸ Sommation des risques sans distinction de la nature des effets ni des organes cibles.

- Lacq : $\Sigma \text{ERI} = 5,2 \cdot 10^{-5}$. Le risque sanitaire provient essentiellement de l'oxyde d'éthylène (ERI = $4 \cdot 10^{-5}$), de l'acétaldéhyde (ERI = $0,7 \cdot 10^{-5}$) et du benzène (ERI = $0,35 \cdot 10^{-5}$).

Le risque sanitaire dépasse la valeur repère, mais le bureau d'étude souligne les fortes incertitudes sur les flux à l'émission, ainsi qu'un plan de réduction des émissions de benzène. Des investigations complémentaires sont également préconisées pour mieux quantifier le terme source pour les COV.

- Lavéra : $\Sigma \text{ERI} = 2,3 \cdot 10^{-5}$. Le risque sanitaire provient essentiellement du butadiène (ERI = $1,2 \cdot 10^{-5}$), de l'oxyde d'éthylène (ERI = $0,4 \cdot 10^{-5}$) et du dichloroéthane (ERI = $0,1 \cdot 10^{-5}$).

Remarque : le risque sanitaire a été moyenné sur l'ensemble de la zone d'étude. Il ne s'agit donc pas du risque relatif aux populations les plus exposées.

6.1.2 RISQUE SANITAIRE GLOBAL

Le risque sanitaire global est la somme du risque attribuable aux industriels (se reporter au paragraphe précédent 6.1.1) et du risque provenant du bruit de fond.

Le risque sanitaire global a été calculé seulement sur 2 des 6 zones d'étude : Calais et Dunkerque. Peu de polluants ont fait l'objet de mesures dans l'environnement : principalement SO₂, NO_x et poussières. Aucune mesure de concentrations en métaux n'a été réalisée : les données utilisées proviennent de la littérature internationale et sont déconnectées de la situation locale.

Le récapitulatif des résultats figure dans le tableau 11. Les résultats détaillés, par étude de zone, figurent dans les tableaux suivants situés dans les annexes I à VI :

Tableau 30 : Calais (annexe I)

Tableau 50 : Dunkerque (annexe III)

Tableau 11 : risque sanitaire global par inhalation (impact cumulé : industriels + bruit de fond).

Zone	Risque sanitaire global par inhalation (industriels + bruit de fond)		Conclusion du prestataire
	A seuil d'effet	Sans seuil d'effet	
Calais	<p>$3,6 < \Sigma QD < 4,6$</p> <p>Polluants qui tirent le risque : SO₂ : QD = 1,3 Mn : $0,3 < QD < 1,8$</p>	<p>$\Sigma ERI = 0,28 \cdot 10^{-5}$</p>	<p><u>Effets à seuil</u> : SO₂ et surtout Mn ont un QD > 1 Mais pour Mn, bruit de fond tiré de la littérature.</p> <p><u>Effets sans seuil</u> : $\Sigma ERI < \text{valeur repère } (10^{-5})$</p> <p>Conclusion : Risque sanitaire possible pour SO₂ et surtout Mn. Nécessité de faire des mesures de Mn (air), pour valider les calculs basés sur un bruit de fond en Mn provenant de la littérature internationale.</p>
Carling	Pas d'ERS globale	Pas d'ERS globale	
Dunkerque	<p>$(\Sigma QD = 14)$</p> <p>Bruit de fond minoré, faute de données locales sur les concentrations en métaux. (données uniquement pour SO₂, NOx, poussières)</p>	<p>$\Sigma ERI = 9,3 \cdot 10^{-5}$</p> <p>$\Sigma ERI$ peu fiable, faute de données locales sur le bruit de fond en Cd, Cr et butadiène</p>	<p>Manque de données sur le bruit de fond local dans l'air. D'où difficulté à calculer un risque global.</p> <p>Reprendre les conclusions du risque sanitaire attribuable aux industriels (tableau 10) : risque sanitaire pour le manganèse émis par les industriels.</p>
Fos-sur-Mer	Pas d'ERS globale	Pas d'ERS globale	<p><i>Remarques :</i></p> <p>- le prestataire a intégré le trafic routier et maritime dans le calcul du risque sanitaire qui figure dans le tableau 10 précédent, ce qui revient à prendre en compte une partie du bruit de fond local</p> <p>- mais, le prestataire n'a pas pris en compte SO₂ et NOx, faute de VTR pertinente, estime t-il, ce qui revient à exclure de fait l'impact du trafic routier et maritime</p>
Lacq	Pas d'ERS globale	Pas d'ERS globale	
Lavéra	Pas d'ERS globale	Pas d'ERS globale	

6.1.2.1 SUBSTANCES A SEUIL D'EFFET

- Calais : $3,6 < \Sigma QD < 4,6$ (rappel : ΣQD attribuable aux industriels = 1,7). Le risque provient majoritairement du manganèse ($0,3 < QD < 1,8$, la contribution des industriels étant négligeable), du SO_2 ($QD = 1,3$ - contribution des industriels égale à 1,2), des NOx ($QD = 0,8$ - contribution des industriels égale à 0,1).

Conclusion du prestataire : les valeurs repères du risque sanitaire sont dépassées pour :

- le SO_2 , à cause des émissions industrielles, mais les deux mailles concernées ne sont pas habitées ;
 - le manganèse, à cause du bruit de fond retenu, mais qui provient de la littérature internationale (OMS) et non de mesures locales.
- Dunkerque : $\Sigma QD = 14$. (rappel : ΣQD attribuable aux industriels = 12,2). Le risque provient majoritairement du manganèse ($8 < QD < 9$ - contribution des industriels égale à 7,7), du cadmium ($QD = 1,7$ - contribution des industriels égale à 1,6) des NOx ($QD = 1,4$ - contribution des industriels égale à 0,8), des poussières $PM_{2,5}$ ($QD = 1,1$ - contribution des industriels égale à 0,4).

Conclusion du prestataire :

- pour les NOx et les poussières $PM_{2,5}$, la prise en compte du bruit de fond (mesuré) porte le risque sanitaire au dessus de la valeur repère, mais les mailles concernées ne sont pas des lieux résidentiels ;
- pour le cadmium et le manganèse, l'impact sanitaire est essentiellement dû aux émissions industrielles ; les valeurs du bruit de fond proviennent de la littérature internationale, faute de mesures locales. Mais (voir paragraphe 6.1.1.1), pour le cadmium, la valeur repère du risque n'est dépassé que sur des mailles non habitées et, pour le manganèse, le nombre d'habitants exposés n'est pas connu.

6.1.2.2 SUBSTANCES SANS SEUIL D'EFFET

- Calais : $\Sigma ERI = 0,28.10^{-5}$ (rappel : ΣERI attribuable aux industriels = $0,18.10^{-5}$).

Conclusion du prestataire :

- la somme des ERI est inférieure à 10^{-5} , valeur repère, donc le risque est acceptable ;
 - en particulier, il n'y a aucun dépassement de la valeur repère (10^{-5}) pour les 3 substances qui ont été mesurées dans l'environnement : cadmium ($ERI = 1,6.10^{-6}$), nickel ($ERI = 1,0.10^{-6}$), benzo(a)pyrène ($ERI = 1,8.10^{-7}$) ;
- Dunkerque : $\Sigma ERI = 9,3.10^{-5}$ (rappel : ΣERI attribuable aux industriels = $7,3.10^{-5}$).

Le risque provient majoritairement :

- de 3 substances dont l'impact est attribuable, à plus de 90 %, aux émissions industrielles : chrome (VI) ($ERI = 3,1.10^{-5}$), benzène ($ERI = 2,5.10^{-5}$), cadmium ($ERI = 1,7.10^{-5}$). Mais aucune population ne réside dans les

mailles où la valeur repère (10^{-5}) est dépassée. Par ailleurs, le bruit de fond pris en compte pour ces 3 substances est issu, soit de mesures dans l'agglomération dunkerquoise (benzène), soit de la littérature (cadmium : données nationales). Pour le chrome (VI) le prestataire n'a retenu aucune valeur de bruit de fond.

- du butadiène : l'impact sanitaire de ce polluant ($ERI = 1,9 \cdot 10^{-5}$) est attribuable à 95 % au bruit de fond pris en compte, issu de données de l'OMS concernant des villes américaines. En conséquence, il n'est pas possible d'en tirer des conclusions pour la zone de Dunkerque.

6.2 RISQUE SANITAIRE PAR INGESTION

6.2.1 RISQUE SANITAIRE ATTRIBUABLE AUX INDUSTRIELS

Le risque sanitaire par ingestion a été évalué pour l'ensemble des 6 zones. Cependant, pour Lavéra, les résultats ne sont exprimés que sous forme de courbes d'iso-risque peu lisibles et peu précises.

Le récapitulatif des résultats figure dans le tableau 12, page suivante. Les résultats détaillés, par étude de zone, figurent dans les tableaux suivants, situés dans les annexes I à VI :

Tableau 31	: Calais (annexe I)
Tableau 41	: Carling (annexe II)
Tableau 51	: Dunkerque (annexe III)
Tableau 63	: Fos-sur-Mer (annexe IV)
Tableau 73	: Lacq (annexe V)

(Lavéra : résultats uniquement sous forme de courbes d'iso-risque, peu lisibles)

6.2.1.1 SUBSTANCES A SEUIL D'EFFET

Pour toutes les zones d'étude, à l'exception de Dunkerque, ΣQD est très inférieur à 1, valeur repère. Le risque sanitaire par ingestion, attribuable aux industriels est donc négligeable.

Pour Dunkerque, $\Sigma QD = 0,8$ pour le scénario « population générale » et $\Sigma QD = 2,0$ pour le scénario « agriculteur ». Ce dernier scénario est plus majorant car la part de la consommation de denrées autoproduites est supérieure. Le prestataire signale que 90 % du risque proviennent des dioxines, mais que, dans les quelques mailles où QD est supérieur à 1, il n'y a ni culture, ni élevages, ni population, car les mailles sont situées au niveau du littoral ou du port.

Tableau 12 : risque sanitaire par ingestion, attribuable aux industriels.

Zone	Risque sanitaire par ingestion, attribuable aux industriels		Conclusion du prestataire
	A seuil d'effet	Sans seuil d'effet	
Calais	$\Sigma QD = 0,002$	$\Sigma ERI = 0,017.10^{-5}$	Conclusion : Pas de risque sanitaire préoccupant par ingestion, attribuable aux industriels.
Carling	$\Sigma QD_{\text{enfant}} = 0,13$	$\Sigma ERI_{\text{vie entière}} = 1,2.10^{-5}$ Polluants qui tirent le risque : HAP, seuls polluants concernés.	Effets à seuil : Pas de risque sanitaire préoccupant, pour les substances à seuil d'effet Effets sans seuil : Limite du risque atteinte pour les HAP, mais ni cultures ni élevages au point de dépôts max., retenu pour calculs Conclusion : Risque sanitaire attribuable aux industriels peu préoccupant par ingestion.
Dunkerque	$\Sigma QD_{\text{agriculteur}} = 2,0$ $\Sigma QD_{\text{pop. gén.}} = 0,8$ Polluants qui tirent le risque : PCDD = 90 % du risque	$\Sigma ERI_{\text{agri.}} = 0,9.10^{-5}$ $\Sigma ERI_{\text{pop. gén.}} = 0,8.10^{-5}$ Polluants qui tirent le risque : As = 100 % du risque	Risque sanitaire théoriquement possible, surtout avec le scénario majorant (agriculteur) pour les dioxines, qui induisent environ 90 % du risque. Mais pas de populations, ni cultures ni élevages (car zone industrielle) dans les quelques mailles où $QD_{\text{dioxines}} > 1$. Conclusion : Risque sanitaire attribuable aux industriels pas préoccupant par ingestion.
Fos-sur-Mer	$\Sigma QD_{\text{enfant agri.}} = 0,12$	$\Sigma ERI_{\text{vie entière}} = 0,01.10^{-5}$	Risque sanitaire inférieur aux valeurs repères, tant pour les substances à seuil d'effet que sans seuil. Conclusion : Pas de risque sanitaire préoccupant attribuable aux exploitants, par ingestion.
Lacq	$\Sigma QD_{\text{enfant}} = 0,3$	$\Sigma ERI_{\text{vie entière}} = 5,8.10^{-9}$	Risque sanitaire inférieur aux valeurs repères, tant pour les substances à seuil d'effet que sans seuil. Conclusion : Pas de risque sanitaire préoccupant par ingestion, attribuable aux industriels.
Lavéra	Pas de résultats	Pas de résultats	

6.2.1.2 SUBSTANCES SANS SEUIL D'EFFET

Le risque sanitaire cumulé (Σ ERI) est très inférieur à la valeur repère (10^{-5}), dans les zones de Calais, Fos-sur-Mer et Lacq.

Il avoisine la valeur repère dans les zones de Carling et Dunkerque :

- pour Carling, Σ ERI = $1,2 \cdot 10^{-5}$, attribuable à 100 % aux HAP, seules substances traceurs du risque sans seuil d'effet retenues dans l'étude. Le prestataire souligne qu'aucune culture ni élevage ne se situent au point correspondant aux dépôts maximum et il en conclut que le risque sanitaire par ingestion n'est guère préoccupant ;
- pour Dunkerque, Σ ERI = $0,9 \cdot 10^{-5}$, attribuable à près de 100 % à l'arsenic. Le prestataire souligne qu' « *il faut interpréter ce résultat avec précaution, car l'arsenic total a été assimilé à de l'arsenic inorganique, seule espèce d'intérêt toxicologique majeur* ». (sous-entendu : cette hypothèse est majorante par rapport à la réalité).

6.2.2 RISQUE SANITAIRE GLOBAL

Le risque sanitaire global est la somme du risque attribuable aux industriels (se reporter au paragraphe précédent 6.2.1) et du risque provenant du bruit de fond.

Le risque sanitaire global a été calculé seulement dans 3 des 6 zones d'étude : Calais, Dunkerque et Fos-sur-Mer. Seule l'étude de Fos comporte des mesures dans les sols (métaux, HAP, dioxine), les végétaux (métaux, HAP, dioxine) et le poisson (métaux).

Le récapitulatif des résultats figure dans le tableau 13, page suivante. Les résultats détaillés, par étude de zone, figurent dans les tableaux suivants situés dans les annexes I à VI :

Tableau 30	: Calais (annexe I)
Tableau 50	: Dunkerque (annexe III)
Tableau 62	: Fos-sur-Mer (annexe IV)

6.2.2.1 SUBSTANCES A SEUIL D'EFFET

- Calais : Σ QD = 3,5. (Rappel : Σ QD attribuable aux industriels = 0,002).

Le risque sanitaire dépasse 1, valeur repère. Il provient en totalité du bruit de fond, en particulier de l'incidence de 2 polluants : le mercure (QD = 1,2), ingéré via la consommation de sol et les dioxines (QD = 0,9) ingérées par la consommation de produits d'élevage.

Remarque : aucune mesure dans les milieux n'a été effectuée :

- pour les sols, les concentrations régionales proviennent de données bibliographiques sur le fond pédo-géochimique du Nord-Pas-de-Calais pour les métaux et de l'INSERM pour les dioxines ;
- pour la chaîne alimentaire, les données sont des moyennes nationales provenant de l'INRA, pour les métaux, et de l'AFSSA pour les dioxines (DJE dioxine alimentation).

Tableau 13 : risque sanitaire global par ingestion (impact cumulé : industriels + bruit de fond).

Zone	Risque sanitaire global par ingestion (industriels + bruit de fond)		Conclusion du prestataire
	A seuil d'effet	Sans seuil d'effet	
Calais	<p>$\Sigma QD = 3,5$</p> <p>Polluants qui tirent le risque : Hg : QD = 1,2 PCDD : QD = 0,9</p>	<p>$\Sigma ERI = 11.10^{-5}$</p> <p>Polluants qui tirent le risque : As : environ 100 % du risque</p>	<p>Risque sanitaire préoccupant, attribuable bruit de fond. Mais pas de mesures du bruit de fond (littérature):</p> <ul style="list-style-type: none"> • métaux : données régionales ; • PCDD : données nationales (DJE à travers alimentation générale – AFFSA) <p>Via l'ingestion de sols, le fond géochimique en mercure (effet à seuil) et arsenic (effet sans seuil) induisent un risque sanitaire qui dépasse les valeurs repères.</p> <p>Conclusion : Le risque sanitaire provient quasi exclusivement du bruit de fond non mesuré (données biblio.) dans les sols (arsenic et mercure) ou dans l'alimentation nationale (PCDD). (risque attribuable aux industriels négligeable).</p>
Carling	Pas d'ERS globale	Pas d'ERS globale	
Dunkerque	<p>$\Sigma QD_{\text{agriculteur}} = 2,9$ $\Sigma QD_{\text{pop. gén.}} = 2,7$</p> <p>Polluants qui tirent le risque : PCDD : QD_{agri.} = 2,26 As : QD = 0,64 Cd : QD = 0,5</p>	<p>$\Sigma ERI = 12.10^{-5}$</p> <p>Polluants qui tirent le risque : As = 100 % du risque</p>	<p>Risque sanitaire préoccupant, attribuable bruit de fond. Mais pas de mesures du bruit de fond (littérature):</p> <ul style="list-style-type: none"> • métaux : données régionales • PCDD : données nationales (DJE à travers alimentation générale – AFFSA) <p>Les PCDD (pour les effets à seuil), via l'alim. nationale et l'arsenic (effets sans seuil), via l'ingestion de sols induisent respectivement 80 et 100 % du risque sanitaire total.</p> <p>Conclusion : Risque sanitaire provient quasi exclusivement du bruit de fond non mesuré (données biblio.). (risque attribuable aux industriels négligeable).</p>
Fos-sur-Mer	<p>$\Sigma QD_{\text{enfant agri.}} = 0,81$</p> <p>Polluants qui tirent le risque As : QD = 0,7</p>	<p>$\Sigma ERI_{\text{vie entière}} = 7,6.10^{-5}$</p> <p>Polluants qui tirent le risque As : ERI = $7,5.10^{-5}$</p>	<p>Risque sanitaire possible pour les effets à seuil, mais attribuable au bruit de fond.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bruit de fond dans les sols non inclus dans ERS. • As induit 88 % du risque sanitaire total à seuil d'effet et 99 % du risque sans seuil d'effet, via essentiellement conso. poissons et coquillages. • Si prise en compte du bruit de fond mesuré dans les sols, il faudrait ajouter aux résultats ci-contre, rien que pour l'arsenic : QD_{As-sol-enfant} : 1,6 ERI_{As-sol-enfant} : 19.10^{-5} <p>Conclusion : Risque sanitaire provient quasi exclusivement du bruit de fond en arsenic mesuré dans les poissons / coquillages et les sols. Ce bruit de fond n'est pas cependant caractéristique de milieux dégradés. (risque attribuable aux industriels négligeable).</p>
Lacq	Pas d'ERS globale	Pas d'ERS globale	
Lavéra	Pas d'ERS globale	Pas d'ERS globale	

- Dunkerque : Σ QD = 2,7 pour le scénario « population générale » et 3,9 pour le scénario « agriculteur » (rappel : Σ QD attribuable aux industriels = 0,8 pour le scénario population générale et 2,0 pour le scénario agriculteur).

Le risque sanitaire dépasse 1, valeur repère. Il provient pour une large part de l'ingestion de dioxines à travers la consommation de produits d'élevage ($QD_{\text{dioxine}} = 2,3$ pour le scénario agriculteur).

Remarque : aucune mesure dans les milieux n'a été réalisée : le bruit de fond utilisé pour le calcul de l'exposition par ingestion aux dioxines provient d'une étude nationale de l'AFSSA, débouchant sur une $DJE_{\text{dioxine-population française}}$.

- Fos-sur-Mer : Σ QD = 0,81, dans le pire cas : enfant d'agriculteur. (Rappel : Σ QD attribuable aux industriels = 0,12). Le risque, basé sur des mesures, est « tiré » par l'arsenic lié à la consommation de poisson et coquillages ($QD_{\text{arsenic-enfant-agriculteur}} = 0,7$).

Remarque : le risque sanitaire est « acceptable », mais il ne prend pas en compte la consommation de sol, auquel cas, il faudrait ajouter $QD_{\text{arsenic-sol-enfant}} = 1,6$.

6.2.2.2 SUBSTANCES SANS SEUIL D'EFFET

- Calais : Σ ERI = $11 \cdot 10^{-5}$. (Rappel : Σ ERI attribuable aux industriels = $0,017 \cdot 10^{-5}$). Le risque sanitaire dépasse 10^{-5} , valeur repère. Il provient en totalité du bruit de fond, en particulier de l'ingestion d'arsenic contenu dans le sol.

Rappel : les concentrations dans les sols sont issues de données sur le fond pédogéochimique du Nord-pas-de Calais.

- Dunkerque : Σ ERI = $12 \cdot 10^{-5}$. (rappel : Σ ERI attribuable aux industriels = $0,9 \cdot 10^{-5}$). Le risque sanitaire dépasse 10^{-5} , valeur repère. Il provient essentiellement du bruit de fond, en particulier de l'ingestion d'arsenic contenu dans le sol.

Rappel : les concentrations dans les sols sont proviennent de données sur le fond pédogéochimique du Nord-pas-de Calais.

- Fos-sur-Mer : Σ ERI = $7,6 \cdot 10^{-5}$. (Rappel : Σ ERI attribuable aux industriels = $0,01 \cdot 10^{-5}$). Le risque sanitaire dépasse 10^{-5} , valeur repère et ne prend pas en compte le bruit de fond dans les sols. Il provient essentiellement de l'ingestion d'arsenic contenu dans les poissons et coquillages.

Remarque : les concentrations dans les poissons et coquillages sont issues de mesures. Si on ajoute la contribution du bruit de fond dans les sols, issu également de mesures, il faut ajouter au Σ ERI précédent, dans le scénario « pire cas » et rien que pour l'arsenic : $ERI_{\text{As-sol-enfant}} = 19 \cdot 10^{-5}$.

6.3 RISQUE SANITAIRE POUR LES TRAVAILLEURS

L'étude de zone de Fos-sur-Mer a intégré le risque sanitaire des travailleurs de la zone portuaire.

Hypothèses retenues :

- travailleurs exposés :

- 8 heures par jour, 236 jours par an sur leur lieu de travail ;
- le reste du temps, au lieu de résidence le plus exposé de la zone d'étude.

Dans ces conditions, la concentration moyenne inhalée (CI) est calculée à partir de l'équation suivante :

$$CI_{\text{travailleurs}} = 22 \% CI_{\text{lieu de travail}} + 78 \% CI_{\text{lieu de résidence le plus exposé}}$$

- choix des mêmes VTR « populations générales » pour l'exposition professionnelle comme pour l'exposition hors du cadre professionnel, c'est-à-dire, pas d'utilisation de Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle (VLEP). Cette hypothèse est surprotectrice pour le calcul du risque sanitaire correspondant aux heures d'exposition au poste de travail⁹.

Risque sanitaire :

- substances à seuil d'effet :

Le risque sanitaire par inhalation est supérieur à 1, valeur repère, uniquement pour les travailleurs du port minéralier ($\Sigma QD = 6,2$). Viennent ensuite, dans l'ordre décroissant, les travailleurs des entreprises Solomat Merex ($\Sigma QD = 0,6$) et Arcelor ($\Sigma QD = 0,3$).

Pour ces 3 entreprises, les poussières, assimilées aux $PM_{2,5}$, tirent le risque à hauteur de 50 à 98 % du ΣQD (98 % pour le port minéralier).

- substances sans seuil d'effet :

Le risque sanitaire par inhalation est supérieur ou égal à 10^{-5} , valeur repère, pour les travailleurs de 3 entreprises : Arkema ($\Sigma ERI = 6,2 \cdot 10^{-5}$), Ascométal ($\Sigma ERI = 1,1 \cdot 10^{-5}$) et Lyondell ($\Sigma ERI = 1,0 \cdot 10^{-5}$).

Les polluants qui tirent le risque sont surtout le dichloroéthane (en particulier pour Arkema), suivi du chrome (VI), du benzène et du MTBE.

⁹ En principe, un travailleur, à son poste de travail, relève :

- de la réglementation du travail pour son exposition aux substances qui entrent dans le cadre des activités de son entreprise : les valeurs toxicologiques à prendre en compte sont les VLEP (VLE et VME) ;
- de la réglementation sur les installations classées pour son exposition aux substances provenant de l'extérieur de son entreprise (entreprises voisines, trafic routier...) : les valeurs toxicologiques à prendre en compte sont les VTR provenant des 6 principales bases de données (US-EPA, ATSDR, OMS, Santé Canada, RIVM, OEHHA).

7. CONCLUSION

7.1 CONCLUSIONS DES PRESTATAIRES

7.1.1 ETUDE DE ZONE DE CALAIS

7.1.1.1 ETAT DES MILIEUX

Les seules mesures réalisées dans les milieux concernent le compartiment air et les 4 polluants suivants : SO₂, NO_x, toluène et xylènes.

Les concentrations mesurées en SO₂ et NO_x sont inférieures aux valeurs limites de qualité de l'air. Il n'existe pas de valeurs de référence pour le toluène et les xylènes.

D'après les données du réseau de surveillance de la qualité de l'air (ATMO Nord-Pas-de Calais) et les résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions des navires :

- pour le SO₂ :
 - 35 à 50 % de la concentration moyenne en SO₂ proviennent des émissions industrielles, pour les capteurs de typologie « proximité industrielle » ;
 - 29 % de la concentration moyenne en SO₂ proviennent du trafic maritime (ferries) pour les capteurs de typologie « proximité trafic », situés en ville.
- pour les NO_x :
 - 11 % de la concentration moyenne proviennent du trafic maritime pour les capteurs de typologie « proximité trafic ». Pour ces mêmes capteurs, la contribution des émissions industrielles n'est que de 1 % environ.

Les concentrations maximales modélisées en SO₂ sont supérieures à la valeur limite de qualité de l'air.

7.1.1.2 EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

Le risque sanitaire a porté sur l'impact :

- des émissions industrielles ;
- de la globalité : émissions industrielles + bruit de fond (BF).

Les résultats sont récapitulés dans le tableau 14.

Risque sanitaire attribuable aux émissions industrielles :

Le risque sanitaire est peu probable (risque non préoccupant), tant par inhalation que par ingestion.

Le SO₂ est le seul polluant à dépasser la valeur repère du risque sanitaire, mais seulement dans 2 mailles de la grille de modélisation, alors qu'aucune population ne réside dans ces 2 mailles, situées à proximité immédiate de la zone industrielle des Dunes.

Risque sanitaire global (émissions industrielles + bruit de fond) :

Inhalation :

3 substances « tirent » le risque : SO₂, NOx et manganèse.

Seules les 2 premières ont fait l'objet de mesures dans l'air au niveau local. Pour la dernière (le manganèse) le bruit de fond local n'est pas connu ; le prestataire a retenu des données bibliographiques de portée internationale.

- SO₂ : les concentrations maximales sont attribuables à plus de 90 % aux industriels. Le risque sanitaire dépasse la valeur repère (QD = 1,3), mais seulement dans 2 mailles non habitées ;
- NOx : le risque sanitaire est proche de la valeur repère (QD = 0,8), mais il est essentiellement attribuable au bruit de fond ;
- manganèse : le risque sanitaire (3,6 < Σ QD < 4,6) est entièrement attribuable au bruit de fond retenu, qui ne correspond pas au contexte local.

Ingestion :

3 substances présentent des risques sanitaires supérieurs aux valeurs repères, mais le risque est en totalité attribuable au bruit de fond (mercure, dioxine et arsenic) retenu pour l'alimentation. De plus, le bruit de fond provient de données bibliographiques nationales, sans rapport avec les produits alimentaires locaux.

7.1.1.3 CONCLUSION DU PRESTATAIRE

Le risque sanitaire attribuable aux émissions industrielles est peu probable pour les substances à seuil d'effet et acceptable pour les substances sans seuil d'effet, par inhalation comme par ingestion.

Un risque sanitaire global (cumul des émissions industrielles et du bruit de fond) est :

- possible, par inhalation, lié à des effets respiratoires dus à l'exposition cumulée au SO₂ et NOx, dans une zone d'approximativement 80 hectares au sud de la ZI des Dunes. Ces risques sont essentiellement imputables, pour 61 % aux NOx, et pour plus de 90 % aux concentrations de bruit de fond locales en NOx. Les éléments disponibles ne permettent pas de déterminer l'origine de ces concentrations atmosphériques en NOx ;
- inacceptable par ingestion, pour les effets cancérigènes, mais en lien avec les apports en arsenic provenant de l'alimentation non locale.

Faute de mesures dans les milieux, permettant d'évaluer le bruit de fond local, il n'est pas possible de conclure pour 2 substances dont le risque sanitaire se situe au dessus des valeurs repères : le manganèse, pour ses effets à seuil, par inhalation, et le mercure pour ses effets à seuil par ingestion (avec, de plus, une absence de VTR pertinente pour le mercure).

Tableau 14 : risque sanitaire et conclusions du prestataire pour l'étude de zone de Calais.

Risque sanitaire	Expo.	Type de risque	Résultats (à la maille la plus exposée)	Substances « préoccupantes »	Commentaires	Conclusion du prestataire
Attribuable aux industriels	Inh.	A seuil	$\Sigma QD = 1,7$	SO₂ : QD = 1,2	QD _{SO₂} > 1 dans seulement 2 mailles et qui ne sont pas habitées.	Risque sanitaire peu probable, par inhalation et par ingestion attribuable aux émissions de la ZI de Calais.
		Sans seuil	$\Sigma ERI = 0,18.10^{-5}$	Risque non préoccupant		
	Orale	A seuil	$\Sigma QD_{max.} = 0,002$	Risque non préoccupant		
		Sans seuil	$\Sigma ERI = 0,017.10^{-5}$			
Environnemental [Industriels + bruit de fond]	Inh.	A seuil	3,6 < ΣQD < 4,6	SO₂ : QD = 1,3 NOx : QD = 0,8 Mn : 0,3 < QD < 1,8	SO ₂ : risque dû à 92 % aux indust. QD _{SO₂} > 1 dans seulement 2 mailles et qui ne sont pas habitées. NOx : risque dû à 88 % au BF. BF mesuré Mn : risque dû à 99 % au BF. BF non mesuré : biblio. nationale	Risque possible par inh. pour Mn avec valeur haute du BF national, mais pas de données locales pour confirmer. Risque possible par inh. pour des effets respiratoires (SO ₂ + NOx) pour certains habitants, en lien avec conc. mesurées en NOx dans l'air ambiant, mais peu imputables aux industriels.
		Sans seuil	$\Sigma ERI = 0,28.10^{-5}$	Risque non préoccupant		
	Orale	A seuil	$\Sigma QD_{pop. gén.} = 3,4$ $\Sigma QD_{agriculteur} = 3,5$	Hg : QD = 1,2 PCDD : QD = 0,8	Risque sanitaire dû à plus de 99,5 % au bruit de fond pour ces 3 polluants. Bruit de fond non mesuré : biblio. nationale sur alimentation française.	Risque sanitaire possible par ingestion, pour les effets cancérigènes à cause d'apports en arsenic provenant de l'alimentation non locale, indépendants de émissions de la ZI de Calais.
		Sans seuil	$\Sigma ERI = 11.10^{-5}$	As : ERI = 11.10⁻⁵	De plus, pour Hg, pas de VTR pertinente (pas de VTR pour Hg total, mais seulement pour Hg organique)	

7.1.2 ETUDE DE ZONE DE CARLING

7.1.2.1 ETAT DES MILIEUX

Les seules mesures réalisées dans les milieux concernent le compartiment air et les 6 polluants suivants : SO₂, NOx, poussières PM₁₀, benzène, toluène et ammoniac.

Les concentrations mesurées en SO₂ et NOx et PM₁₀ sont inférieures aux valeurs limites de qualité de l'air. Les concentrations mesurées en benzène sont supérieures à la valeur limite de qualité de l'air. Il n'existe pas de valeurs de référence pour le toluène et l'ammoniac.

Les concentrations maximales modélisées de l'ensemble des substances traceurs du risque sont inférieures aux valeurs de référence existantes.

7.1.2.2 EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

Le risque sanitaire a porté exclusivement sur l'impact des émissions industrielles.

Les résultats sont récapitulés dans le tableau 15.

Risque sanitaire attribuable aux émissions industrielles :

Le risque sanitaire total (Σ QD et Σ ERI), par inhalation, dépasse les valeurs repères, tant pour les substances à seuil d'effet que sans seuil d'effet, à partir des concentrations maximales modélisées en remarquant que :

- pour les polluants à seuil d'effet, les poussières ont été assimilées à des PM_{2,5} (hypothèse majorante) ;
- pour les polluants cancérigènes, le risque est tiré par le benzène.

Le risque sanitaire par ingestion est négligeable pour les substances à seuil d'effet et n'égale la valeur repère que pour les HAP, en se basant sur les dépôts maximum modélisés, qui ne correspondent pas à des zones de culture ou d'élevage.

7.1.2.3 CONCLUSION DU PRESTATAIRE

Le risque sanitaire par inhalation n'est plus préoccupant pour les substances à seuil d'effet, si les poussières sont assimilées à des PM₁₀, hypothèse plus réaliste que de les assimiler à des PM_{2,5}. Pour les substances cancérigènes, Σ ERI dépasse la valeur repère, essentiellement à cause du benzène, mais uniquement sur 0,35 % du domaine d'étude, réduits à 0,2 % en ne considérant que les zones habitées.

Le risque sanitaire par ingestion n'est pas préoccupant, quelles que soient les polluants : métaux, HAP, dioxine.

Tableau 15 : risque sanitaire et conclusions du prestataire pour l'étude de zone de Carling.

Risque sanitaire	Expo.	Type de risque	Résultats (à la maille la plus exposée)	Substances « préoccupantes »	Commentaires	Conclusion du prestataire
Attribuable aux industriels	Inh.	A seuil	$\Sigma \text{QD} = 2,3$	PM_{2,5} : QD = 1	QD _{PM_{2,5}} = 1, mais l'ensemble des poussières a été assimilé à des PM _{2,5} (hypothèse majorante).	QD global pour l'appareil respiratoire est égal à 1,5 environ, dont 60 % attribuables aux poussières assimilées à des PM _{2,5} . Si poussières assimilées à des PM ₁₀ : QD appareil respiratoire < 1.
		Sans seuil	$\Sigma \text{ERI} = 3,3 \cdot 10^{-5}$	Benzène : ERI = 1,7 · 10⁻⁵	Dépassement valeur repère.	Calcul à partir de C _{max} modélisée. Ne concerne qu'une faible partie (0,2 %) de la zone d'étude habitée.
	Orale	A seuil	$\Sigma \text{QD}_{\text{max.}} = 0,13$	Risque non préoccupant		
		Sans seuil	$\Sigma \text{ERI} = 1,2 \cdot 10^{-5}$	HAP : ERI = 1,2 · 10⁻⁵	Faible dépassement de la valeur repère.	Calcul basé sur dépôts max. en HAP : hypothèse majorante et peu réaliste, car la zone la plus touchée par les retombées de HAP correspond à une ancienne zone d'activité industrielle, non habitée, non cultivée.

7.1.3 ETUDE DE ZONE DE DUNKERQUE

7.1.3.1 ETAT DES MILIEUX

Les seules mesures réalisées dans les milieux concernent le compartiment air et les 6 polluants suivants : SO₂, NO_x, poussières PM₁₀ et PM_{2,5}, benzène, toluène, xylènes. Des mesures très ponctuelles ont également été effectuées pour l'arsenic, le cadmium et le plomb ; considérées comme peu fiables, elles n'ont pas été retenues par le prestataire comme valeurs caractéristiques du bruit de fond local.

Les concentrations mesurées en PM₁₀ sont supérieures aux valeurs de référence, en 2004 comme en 2006. Les concentrations en NO_x dépassent la valeur de référence de qualité de l'air en certaines stations de mesures, en 2004 (résultats non confirmés en 2006).

Les concentrations mesurées en benzène sont inférieures à la valeur de référence. Il n'existe pas de valeur de référence pour le toluène et les xylènes.

Les concentrations maximales modélisées en benzène et en cadmium sont supérieures aux valeurs limites de qualité de l'air. Ces résultats sont infirmés par les mesures de benzène dans l'environnement (peut-être à cause du choix de l'emplacement des capteurs) et non confirmés pour le cadmium, faute de mesures fiables.

7.1.3.2 EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

Le risque sanitaire a porté sur l'impact :

- des émissions industrielles ;
- du cumul : émissions industrielles + bruit de fond (BF).

Les résultats sont récapitulés dans le tableau 16.

Risque sanitaire attribuable aux émissions industrielles :

Un risque sanitaire par inhalation est théoriquement possible, dans les mailles les plus exposées, pour les polluants suivants : manganèse et cadmium (effets à seuil), chrome (VI), cadmium et benzène (effets sans seuil). Mais, en réalité, les mailles dans lesquelles le risque sanitaire est supérieur aux valeurs repères ne sont pas habitées (quelques doutes pour le manganèse) si bien que le risque n'est pas préoccupant pour les populations de la zone d'étude, à part le manganèse pour lequel la situation reste à éclaircir.

Le risque sanitaire par ingestion dépasse la valeur repère uniquement pour les dioxines et pour le scénario « pire cas » (dépôts maximum et autoconsommations élevées, du type agriculteur). Mais les zones concernées sont situées dans une zone industrielle dépourvue d'activités agricoles et de populations résidentes.

Risque sanitaire global (émissions industrielles + bruit de fond) :

Inhalation :

7 substances « tirent » le risque :

- le manganèse, les NOx et les poussières PM_{2,5}, pour les effets à seuil ;
- le chrome (VI), le benzène et le butadiène pour les effets sans seuil ;
- le cadmium pour les effets à seuil et sans seuil.

Le butadiène est en quasi-totalité attribuable au bruit de fond, non connu au niveau local, mais estimé à partir de données nationales.

Les concentrations en NOx et PM_{2,5} sont attribuables pour moitié au bruit de fond et moitié aux industriels. Les valeurs repères du risque ne sont dépassées que dans des mailles non habitées.

Les autres substances (manganèse, cadmium, chrome (VI) et benzène) sont essentiellement attribuables aux industriels, mais les valeurs repères du risque sanitaire ne sont dépassées que dans des mailles non résidentielles (avec quelques doutes pour le manganèse).

Ingestion :

2 substances - l'arsenic et les dioxines - présentent des risques sanitaires supérieurs aux valeurs repères. Pour l'arsenic, le bruit de fond contribue à environ 95 % du risque sanitaire lié à ce polluant, en se basant sur les apports en arsenic provenant de l'alimentation nationale. Pour les dioxines, le bruit de fond considéré provient également de données sur l'alimentation nationale, mais, contrairement à l'arsenic, la contribution des industriels est majoritaire, si on se réfère aux mailles les plus exposées (ces mailles sont situées dans la zone industrielle et sont dépourvues d'activités agricoles et de populations résidentes).

7.1.3.3 CONCLUSION DU PRESTATAIRE

Le risque sanitaire attribuable aux industriels n'est pas préoccupant par inhalation comme par ingestion, car aucune population ne réside dans les mailles où les valeurs repères sont dépassées. Un doute subsiste cependant pour le manganèse, car la population « surexposée » n'a pas été précisément identifiée compte tenu du nombre de mailles concernées (144 mailles concernées, dont 34 en mer, soit 900 hectares, mais une population résidente non identifiée). Pour cette substance, le prestataire préconise des mesures dans l'environnement (air) pour valider les résultats obtenus par modélisation de la dispersion atmosphérique des polluants.

Le risque sanitaire global (impact des industriels et du bruit de fond) est plus difficile à évaluer faute de données sur le bruit de fond en métaux et en butadiène :

- par inhalation, le risque n'est pas préoccupant car aucune population ne réside dans les mailles où les valeurs repères sont dépassées. Un doute subsiste cependant pour le butadiène à cause de la méconnaissance du bruit de fond local (des valeurs nationales ont été retenues). Pour y remédier, le prestataire suggère la réalisation de campagnes de mesures de butadiène dans l'environnement ;
- par ingestion, un risque sanitaire est possible pour l'arsenic, à cause de l'impact du bruit de fond provenant de l'alimentation nationale (faute de disposer de valeurs de concentrations en arsenic dans la zone d'étude, dans les sols et les aliments). L'impact des industriels est négligeable.

Tableau 16 : risque sanitaire et conclusions du prestataire pour l'étude de zone de Dunkerque.

Risque sanitaire	Expo.	Type de risque	Résultats (à la maille la plus exposée)	Substances « préoccupantes »	Commentaires	Conclusion du prestataire
Attribuable aux industriels	Inh.	A seuil	$\Sigma QD = 12,2$	Mn : QD = 7,7 Cd : QD = 1,6	QD _{Mn} > 1 dans 107 mailles sur terre (populations concernées mal connues). QD _{Cd} > 1 dans 4 mailles non habitées.	Réaliser des mesures de Mn dans l'environnement (air). Risque non préoccupant pour Cd.
		Sans seuil	$\Sigma ERI = 7,3 \cdot 10^{-5}$	Cr (VI) : ERI = $3,1 \cdot 10^{-5}$ Benzène : ERI = $2,4 \cdot 10^{-5}$ Cd : ERI = $1,4 \cdot 10^{-5}$	ERI > 10^{-5} pour Cr, Cd et benzène, mais uniquement dans des mailles non habitées.	Risque sanitaire non préoccupant.
	Orale	A seuil	$\Sigma QD_{pop. \text{géné.}} = 0,8$ $\Sigma QD_{agriculteur} = 2,8$	PCDD : QD _{pop. gén.} = 0,7 QD _{agriculteur} = 1,9	QD _{PCDD} > 1 pour scénario « pire cas » (dépôt max. + conso. agri.). Pas de prod. alim. dans maille dépôt max.	Risque sanitaire non préoccupant.
		Sans seuil	$\Sigma ERI = 0,9 \cdot 10^{-5}$		Risque non préoccupant.	Risque sanitaire non préoccupant.
Environnemental [Industriels + bruit de fond]	Inh.	A seuil	$\Sigma QD = 14$	Mn : QD = 8 à 9 Cd : QD = 1,7 NOx : QD = 1,4 PM _{2,5} : QD = 1,1	NOx et PM _{2,5} : risque attribuable à 50 % aux industriels. Risque > 1 dans mailles non habitées. Mn et Cd : risque essentiellement attribuable aux industriels, mais dans des mailles non habitées.	Risque sanitaire non préoccupant.
		Sans seuil	$\Sigma ERI = 9,3 \cdot 10^{-5}$	Cr (VI) : ERI = $3,1 \cdot 10^{-5}$ Benzène : ERI = $2,5 \cdot 10^{-5}$ butadiène : ERI = $1,9 \cdot 10^{-5}$ Cd : ERI = $1,5 \cdot 10^{-5}$	ERI > 10^{-5} pour Cr, Cd et benzène, attribuable en quasi-tot. aux industriels, mais dans mailles non habitées. Butadiène : risque du au bruit de fond (non connu localement).	Risque sanitaire non préoccupant pour Cr (VI), Cd et benzène. Réaliser mesures de butadiène dans l'environnement (air).
	Orale	A seuil	$\Sigma QD_{pop. \text{géné.}} = 2,7$ $\Sigma QD_{agriculteur} = 3,9$	PCDD : QD _{pop. gén.} = 1,1 QD _{agriculteur} = 2,3	QD > 1	Risque possible mais du en partie au BF en PCDD dans alim. nationale.
		Sans seuil	$\Sigma ERI = 12 \cdot 10^{-5}$	As : ERI = $12 \cdot 10^{-5}$	ERI > 10^{-5} . Faible contribution des industriels (ERI _{As indust.} = $0,8 \cdot 10^{-5}$)	Risque sanitaire possible par ingestion, pour les effets cancérogènes à cause d'apports en arsenic provenant de l'alimentation non locale, indépendants des émissions de la ZI de Dunkerque.

7.1.4 ETUDE DE ZONE DE FOS-SUR-MER

7.1.4.1 ETAT DES MILIEUX

Des mesures ont été réalisées dans les milieux :

- air : mesures de SO₂, NO_x, poussières PM₁₀, benzène, arsenic, cadmium et plomb. Les valeurs de références, valeurs limites de qualité de l'air, sont dépassées uniquement pour les PM₁₀.

A Port Saint-Louis-du-Rhône, d'après les données des capteurs du réseau de surveillance de la qualité de l'air et de la modélisation de la dispersion atmosphériques des émissions des navires, la contribution de la navigation est de 50 % pour les NO_x, 39 % pour le SO₂, 12 % pour les PM_{2,5}.

- sols : mesures, en 6 points de prélèvements, de 13 substances (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, nickel, plomb, zinc, cobalt, manganèse, antimoine, mercure, HAP, dioxines). Les valeurs de référence (INRA) sont dépassées, en certains points de prélèvements, pour les substances suivantes : cadmium, cuivre, plomb, antimoine, zinc et, en un seul point de prélèvement pour l'arsenic ;
- végétaux (tomates, aubergines) : les substances retenues sont les mêmes que celles qui ont été analysées dans les sols. Les concentrations mesurées sont toutes très inférieures aux valeurs de références, réglementaires ou non, selon les polluants ;
- poissons (turbots, soles et raies) : mesures de chrome, nickel, arsenic, cadmium, plomb et mercure. Les concentrations trouvées sont inférieures aux valeurs réglementaires.

Les concentrations maximales modélisées dans l'air, pour l'ensemble des substances traceurs du risque sont, sans exception, inférieures aux valeurs de référence existantes, y compris pour les PM₁₀ dont les concentrations mesurées dépassent la valeur limite de qualité de l'air.

7.1.4.2 EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

Le risque sanitaire a porté sur l'impact :

- des émissions industrielles ;
- du cumul : émissions industrielles + bruit de fond (BF).

Les résultats sont récapitulés dans le tableau 17.

Risque sanitaire attribuable aux émissions industrielles :

Le risque sanitaire par inhalation est négligeable pour les populations générales, pour les effets à seuil comme pour les effets cancérigènes, en remarquant cependant que le prestataire n'a pas pris en compte le SO₂ et les NO_x, estimant que ces 2 substances à seuil d'effet ne possédaient pas de VTR, mais uniquement des valeurs guide de qualité de l'air (OMS). En intégrant ces 2 polluants, la somme des quotients de danger (QD) de l'ensemble des traceurs du risque à seuil d'effet est d'environ 1, valeur repère.

En revanche, le risque sanitaire dépasse les valeurs repères pour les travailleurs les plus exposés de la zone industrielle de Fos-sur-Mer, essentiellement à cause de l'exposition aux poussières PM_{2,5} (effets à seuil) et au dichloroéthane (effets sans seuil). Cependant, le risque sanitaire pour les travailleurs a été calculé à partir des VTR « population générale », même lorsque les polluants entraient dans le cadre d'une exposition professionnelle.

Le risque sanitaire par ingestion est négligeable.

Risque sanitaire global (émissions industrielles + bruit de fond) :

Le risque global a été calculé uniquement pour la voie d'exposition par ingestion. Il est négligeable pour les substances à seuil d'effet. Il dépasse la valeur repère (10⁻⁵) pour les effets cancérigènes liés à l'ingestion d'arsenic issu de la consommation de poissons et/ou de sols. Ces résultats s'appuient sur des mesures en arsenic dans ces milieux.

7.1.4.3 CONCLUSION DU PRESTATAIRE

Le risque sanitaire attribuable aux industriels n'est pas préoccupant par inhalation comme par ingestion, pour les populations générales. Il l'est en revanche pour les travailleurs les plus exposés de la zone industrielle, mais sur la base d'hypothèses majorantes quant au choix des données toxicologiques.

Le risque sanitaire global (impact des industriels et du bruit de fond) est préoccupant pour l'arsenic, ingéré par consommation de poisson et de sol. Cette situation est attribuable en quasi-totalité au bruit de fond mesuré en arsenic, bruit de fond qui ne dépasse pas les valeurs de référence (à l'exception d'un seul point de prélèvement sur les six, dans les sols).

Tableau 17 : risque sanitaire et conclusions du prestataire pour l'étude de zone de Fos-sur-Mer.

Risque sanitaire	Expo.	Type de risque	Résultats (à la maille la plus exposée)	Substances « préoccupantes »	Commentaires	Conclusion du prestataire
Attribuable aux industriels	Inh.	A seuil	$\Sigma QD_{pop. \text{ gén.}} = 0,46$ $\Sigma QD_{travailleurs} = 6,2$	Poussières PM_{2,5} : QD = 6,1 (pour les travailleurs).	Les travailleurs du port minéralier sont les plus exposés aux poussières.	Risque non préoccupant pour les populations générales.
		Sans seuil	$\Sigma ERI_{pop. \text{ gén.}} = 0,5.10^{-5}$ $\Sigma ERI_{travailleurs} = 6,2.10^{-5}$	Dichloroéthane : ERI = 5,8.10⁻⁵ (pour les travailleurs)	Les travailleurs d'Arkéma sont les plus exposés au dichloroéthane.	Risque sanitaire non préoccupant pour les populations générales.
	Orale	A seuil	$\Sigma QD_{agriculteur} = 0,25$	-		Risque sanitaire non préoccupant.
		Sans seuil	$\Sigma ERI = 0,9.10^{-5}$	-		Risque sanitaire non préoccupant.
Environnemental [Industriels + bruit de fond]	Inh.	A seuil	-	-		
		Sans seuil	-	-		
	Orale	A seuil	$\Sigma QD_{pop. \text{ gén.}} = 0,7$ $\Sigma QD_{agriculteur} = 0,8$			Risque sanitaire non préoccupant.
		Sans seuil	$\Sigma ERI = 7,6.10^{-5}$	Arsenic : ERI = 7,6.10⁻⁵	Résultat du pour 97 % à conso. poisson. Si intégration du bruit de fond mesuré dans les sols : $ERI_{As} = 19.10^{-5}$	L'arsenic est apporté par la consommation de poissons et coquillages et la conso. de sol.

7.1.5 ETUDE DE ZONE DE LACQ

7.1.5.1 ETAT DES MILIEUX

Les seules mesures réalisées dans les milieux se rapportent au compartiment air et au polluant SO₂.

Les concentrations mesurées en SO₂ sont inférieures aux valeurs limites de qualité de l'air.

Les concentrations maximales modélisées de l'ensemble des substances traceurs du risque sont inférieures aux valeurs de référence existantes, à l'exception du SO₂.

7.1.5.2 EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

Le risque sanitaire a porté exclusivement sur l'impact des émissions industrielles.

Les résultats sont récapitulés dans le tableau 18.

Risque sanitaire attribuable aux émissions industrielles :

Le risque sanitaire total (Σ QD et Σ ERI), par inhalation, calculé à partir des concentrations modélisées au récepteur le plus exposé, dépasse les valeurs repères pour les effets à seuil et les effets cancérigènes (Σ QD > 1 et Σ ERI > 10⁻⁵). Deux polluants dépassent individuellement les valeurs repères : le SO₂ (QD = 1,3) et l'oxyde d'éthylène (ERI = 4,0.10⁻⁵).

Le risque sanitaire par ingestion est négligeable.

7.1.5.3 CONCLUSION DU PRESTATAIRE

Un risque sanitaire, à seuil d'effet, par inhalation, est possible, pour le SO₂. Ce polluant a déjà fait l'objet de mesures de réduction à la source. L'impact de ces mesures sur les concentrations en SO₂ dans l'environnement va être réalisé.

Le risque cancérigène par inhalation pour l'oxyde d'éthylène dépasse la valeur repère (10⁻⁵), mais la quantification des émissions de ce polluant est médiocre et doit être améliorée en vue de réduire les incertitudes, puis de réactualiser l'étude.

3 autres substances présentent un risque cancérigène compris entre 10⁻⁵ et 10⁻⁶ : benzène, acétaldéhyde et dichlorométhane. Les incertitudes sur la quantification des flux à l'émission de ces polluants est importante ; elle résulte de calculs théoriques. Les résultats doivent être affinés en vue de réactualiser l'étude. Par ailleurs, pour le benzène, un plan de réduction des émissions à la source est en cours.

Le risque sanitaire par ingestion est négligeable.

Tableau 18 : risque sanitaire et conclusions du prestataire pour l'étude de zone de Lacq.

Risque sanitaire	Expo.	Type de risque	Résultats (au récepteur le plus exposée)	Substances « préoccupantes »	Commentaires	Conclusion du prestataire
Attribuable aux industriels	Inh.	A seuil	$\Sigma QD = 2,8$	SO₂ : QD = 1,3	Possibilité de risque sanitaire lié à l'exposition au SO ₂	Des mesures de réduction à la source ont déjà été mises en œuvre (réduc. de 50 % des émissions de SO ₂ depuis 2003). Certaines sont à l'étude. L'impact de ce plan de réduction à la source sur les concentrations en SO ₂ dans l'environnement va être étudié.
		Sans seuil	$\Sigma ERI = 5,2.10^{-5}$	Oxyde d'éthylène : ERI = $4,0.10^{-5}$ Acétaldéhyde ERI = $0,7.10^{-5}$ Benzène : ERI = $0,35.10^{-5}$ Dichlorométhane : ERI = $0,1.10^{-5}$	Dépassement valeur repère (10^{-5}) pour l'oxyde d'éthylène, mais qualité médiocre du paramètre source (fortes incertitudes sur les émissions). ERI > 10^{-6} pour acétaldéhyde, benzène et dichlorométhane, mais qualité médiocre du paramètre source.	<u>Oxyde d'éthylène :</u> Une nouvelle quantification du terme source et en cours pour caractériser les rejets effectifs. Puis l'étude de zone sera réactualisée. <u>Benzène :</u> Suite à une modification de process, une nouvelle source est apparue en 2005. Un plan de réduction à la source est en cours. A l'issue, les termes source seront quantifiés et l'étude de zone sera réactualisée. <u>Acétaldéhyde et dichlorométhane :</u> Pour ces 2 substances, le terme source est évalué par un calcul théorique. Les émissions de dichlorométhane sont probablement sur-estimées. Les émissions d'acétaldéhyde sont incertaines. Préconisation de mesures complémentaires à l'émission puis réactualisation de l'étude.
	Orale	A seuil	$\Sigma QD_{max.} = 0,3$		Risque non préoccupant.	Risque non préoccupant.
		Sans seuil	$\Sigma ERI = 5,8.10^{-9}$		Risque non préoccupant.	Risque non préoccupant.

7.1.6 ETUDE DE ZONE DE LAVERA

7.1.6.1 ETAT DES MILIEUX

Des mesures ont été réalisées dans les milieux :

- air : mesures de SO₂, NO_x, poussières PM₁₀, benzène, HAP. Les valeurs de références (valeurs limites de qualité de l'air) sont dépassées pour les PM₁₀ et le benzène ;
- sols : mesures de 13 substances (arsenic, cadmium, cobalt, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, manganèse, sélénium, vanadium, zinc, dioxines). Les concentrations mesurées dans des zones sous influence des installations industrielles (13 points de prélèvements) sont du même ordre que les concentrations mesurées dans des zones hors de l'influence des installations industrielles (4 points de prélèvements), assimilées au « bruit de fond » ;
- végétaux (thym et romarin) : les substances retenues sont les mêmes que celles qui ont été analysées dans les sols. Les concentrations mesurées sont supérieures à la valeur de référence pour le plomb (valeurs réglementaires de l'Union Européenne) et les dioxines (valeurs indicatives du CSHPF).

Les concentrations moyennes annuelles modélisées dans l'air, au niveau des capteurs de mesure, ont porté sur le SO₂, NO_x, PM₁₀ et benzène. Elles sont inférieures aux valeurs de référence.

7.1.6.2 EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

Le risque sanitaire a porté exclusivement sur l'impact des émissions industrielles.

Les résultats sont récapitulés dans le tableau 19.

Risque sanitaire attribuable aux émissions industrielles :

Le risque sanitaire par inhalation, calculé à partir des concentrations modélisées, **moyennées sur l'ensemble de la grille de calcul**, égale la valeur repère pour les effets à seuil et dépasse la valeur repère pour les effets cancérigènes. Le butadiène représente le polluant qui a l'impact sanitaire le plus élevé, tant pour les effets à seuil que sans seuil.

Le risque sanitaire par ingestion n'a pas été évalué, car considéré comme négligeable, d'après les mesures réalisées dans les sols.

7.1.6.3 CONCLUSION DU PRESTATAIRE

Un risque à seuil d'effet, par inhalation, est possible, pour le butadiène, mais la VTR utilisée dans les calculs n'est pas justifiée d'un point de vue toxicologique. Le dépassement de la valeur repère n'est observée que dans une aire très limitée de la zone d'étude.

Le risque cancérigène par inhalation pour le butadiène dépasse la valeur repère (10^{-5}), mais dans une aire très limitée de la zone d'étude.

3 autres substances induisent un risque cancérigène compris entre 10^{-5} et 10^{-6} : benzène, oxyde d'éthylène et dichloroéthane. Ces polluants, plus le butadiène, sont à surveiller au moyen de campagnes de mesures dans l'air.

Le risque sanitaire par ingestion est négligeable. Il n'a pas été évalué compte tenu des résultats des mesures dans les sols qui ont révélé une absence d'impact passé ou présent des émissions industrielles.

Tableau 19 : risque sanitaire et conclusions du prestataire pour l'étude de zone de Lavéra.

Risque sanitaire	Expo.	Type de risque	Résultats (moyennés sur toute la zone de calcul)	Substances « préoccupantes »	Commentaires	Conclusion du prestataire
Attribuable aux industriels	Inh.	A seuil	$\Sigma \text{ QD} = 1,0$	Butadiène : QD = 0,97	Possibilité de risque sanitaire lié à l'exposition au butadiène.	Les industriels contestent le résultat, car ils considèrent que la VTR proposée par l'US-EPA n'est pas justifiée sur le plan scientifique. Substance à surveiller, par des campagnes de mesures dans l'air.
		Sans seuil	$\Sigma \text{ ERI} = 2,3.10^{-5}$	Butadiène : ERI = $1,2.10^{-5}$ Benzène : ERI = $0,4.10^{-5}$ Oxyde d'éthylène : ERI = $0,4.10^{-5}$ Dichloroéthane : ERI = $0,2.10^{-5}$	Dépassement valeur repère (10^{-5}) pour le butadiène. ERI > 10^{-6} pour benzène, oxyde d'éthylène et dichloroéthane.	$\Sigma \text{ ERI}$ ne dépasse 10^{-5} que sur une aire limitée de la zone d'étude. Substances à surveiller par des campagnes de mesures dans l'air.
	Orale	A seuil	-	-	-	-
		Sans seuil	-	-	-	-

7.2 CONCLUSIONS SUR LE RETOUR D'EXPERIENCE DES 6 ETUDES DE ZONE

Le principal objectif des 6 études de zones consistait en une évaluation des risques sanitaires des émissions provenant de zones industrielles. En complément, dans les études de Calais, Dunkerque et Fos-sur-Mer, une évaluation du risque global a été réalisée, portant sur l'impact cumulé des émissions industrielles et du bruit de fond. Parallèlement à l'évaluation du risque sanitaire, il apparaît dans la plupart des études une ébauche d'interprétation de l'état des milieux, souvent très limitée par le manque de données sur l'état de l'environnement. L'étude de zone de Fos-sur-Mer a été le plus loin dans ce domaine.

7.2.1 EVALUATION DU RISQUE SANITAIRE ATTRIBUABLE AUX EXPLOITANTS :

D'une façon générale, le travail des prestataires, qui s'appuie sur le guide méthodologique de l'INERIS, est de qualité satisfaisante. Il correspond à une ERS de premier niveau d'approche, basée sur des hypothèses (raisonnablement) majorantes, avec comme objectif d'évaluer le risque des populations les plus exposées. L'étude de zone de Lavéra est l'exception : les industriels ont imposé leurs exigences au prestataire, dont un calcul du risque sanitaire moyenné sur toute la zone d'étude.

- Le bilan des émissions : issu des données communiquées par les industriels, il a été souvent difficile à établir avec précision, essentiellement pour deux raisons :
 - l'existence d'émissions diffuses importantes, par nature généralement difficiles à quantifier, liées au type d'activités implantées dans les zones industrielles concernées : sidérurgie / métallurgie d'une part et (pétro)chimie / pharmacie d'autre part. En conséquence, dans quelques études (Lacq, par exemple), les prestataires soulignent les incertitudes sur les bilans, établis pour certains polluants, à partir d'hypothèses et de calculs ;
 - l'évolution permanente des procédés de fabrication ainsi que des installations de dépollution à la source, en particulier dans la branche (pétro)chimie / pharmacie, entraînent une évolution qualitative et quantitative des émissions tout aussi permanente. Dans ces conditions, tout bilan établi à un instant donné est éphémère – il évolue même au cours de l'étude - alors qu'il sert de base à une ERS qui est, par essence même, une projection dans le futur (30 ans, pour les 6 études) d'une situation présente au démarrage de l'étude.
- Le choix des VTR : il s'appuie soit sur la circulaire DGS du 30 mai 2006 pour les études les plus récentes, soit sur les recommandations du guide de l'InVS (2002) pour les études les plus anciennes. L'exception est l'étude zone de Lavéra, pour laquelle les industriels ont imposé leur propre choix de VTR, quelque fois établies par leurs propres équipes de toxicologues. A signaler également une particularité dans l'étude de Fos-sur-Mer : le prestataire a considéré que les valeurs guide de l'OMS, pour le SO₂ et les NO_x ne pouvaient pas être assimilées à des VTR, au sens de la circulaire de la DGS de mai 2006. En conséquence, ces deux polluants ont été exclus des calculs du risque sanitaire.

- La procédure pour la sélection des substances traceurs du risque est généralement bien décrite par les prestataires (à l'exception de l'étude de Lacq, pour laquelle aucune précision n'est fournie). Elle s'appuie sur les relations entre flux à l'émission et toxicité des polluants, plus la prise en compte du comportement des substances dans l'environnement (accumulation, transfert).
- L'évaluation de l'exposition des populations :
 - l'exposition par inhalation a été retenue dans les 6 études, avec les hypothèses suivantes :
 - ◊ populations générales dans tous les cas, avec en plus, pour Fos-sur-Mer, une population « écolier » et une population « travailleur de la zone industrielle » ;
 - ◊ exposition 100 % du temps pendant 30 ans, pour les populations générales, ceci pour les 6 études ;
 - ◊ concentrations d'exposition modélisées, soit :
 - concentrations moyennes annuelles maximales modélisées (Calais, Dunkerque et, en première hypothèse, Carling). Ce scénario est majorant (« pire-cas »), mais en cas de dépassement des valeurs repères du risque sanitaire, les prestataires ont systématiquement identifié le nombre de mailles de la grille de calcul concernées par le dépassement et recherché la présence ou non de populations résidentes dans ces mailles. En cas d'absence de populations, ils ont conclu à un risque sanitaire non préoccupant pour la substance correspondante. Cette démarche est pertinente, car, dans de nombreux cas, les concentrations maximales sont situées dans des zones non habitées : zone industrielle, domaine maritime (Calais, Dunkerque) ;
 - concentrations moyennes annuelles au récepteur le plus « impacté » (Fos-sur-Mer et Lacq). Ce scénario est le plus proche de la réalité, car il considère les populations les plus exposées ;
 - concentrations moyennes sur toute la zone d'étude (Lavéra et, en deuxième hypothèse Carling) : ce scénario n'est pas acceptable, car il ne met en évidence ni les populations les plus exposées, ni leur niveau d'exposition.
 - l'exposition par ingestion a été examinée également dans les 6 études, avec les hypothèses suivantes :
 - ◊ dépôts maximum modélisés (sauf à Lavéra, où le dépôt est moyenné sur toute la zone de calcul). Ce scénario est majorant, mais en cas de dépassement des valeurs repères du risque sanitaire, les exploitants ont identifié le nombre de mailles concernées et recherché la présence ou non de populations et d'activités agricoles. A noter qu'à Fos-sur-Mer, le risque sanitaire par ingestion a été calculé à la fois à partir de la modélisation des dépôts et à partir de mesures dans les poissons et coquillages ;

- ◇ milieux plus ou moins diversifiés selon les modèles utilisés : au moins les sols et les végétaux, les productions animales (sauf à Lavéra, mais justifié par l'absence d'élevage). Dans les études de Calais, Carling, Dunkerque et Fos-sur-Mer, s'ajoutent l'eau potable, le poisson pêché localement et le lait maternel ;
 - ◇ consommations alimentaires correspondant aux :
 - populations « moyennes », pour l'ensemble des 6 études. Les consommations alimentaires sont issues des bases de données CIBLEX-ZEAT, à l'exception de Lacq, où une enquête de terrain a été réalisée auprès de 150 foyers ;
 - population « agriculteur », plus exposée, car consommant plus de denrées autoproduites : études de Calais, Carling, Dunkerque et Fos-sur-Mer ;
 - scénario « autarcie », en 3^{ème} scénario à Carling.
 - ◇ tranches d'âge : enfant, adulte et vie entière (limitée à 30 ans, durée de résidence), pour l'ensemble des 6 études.
- Le risque sanitaire attribuable aux industriels est le suivant :
- Risque sanitaire par inhalation :
 - ◇ Il n'est pas préoccupant dans les zones de Calais et de Fos-sur-Mer, tant pour les substances à seuil d'effet que sans seuil d'effet, soit parce que le risque est inférieur aux valeurs repères, soit parce qu'aucune population ne réside dans les mailles où le risque dépasse les valeurs repères. Rappelons cependant qu'à Fos-sur-Mer, les polluants SO₂ et NO_x n'ont pas été pris en compte, faute de VTR pertinente, estime le prestataire. Si on intègre ces 2 polluants, le risque sanitaire, pour les effets respiratoires atteint 1, valeur repère ;
 - ◇ Il dépasse les valeurs repères à :
 - Carling, principalement à cause des poussières, assimilées en totalité à des PM_{2,5} (hypothèse majorante – effet à seuil) et du benzène (effet sans seuil) ;
 - Dunkerque, à cause du manganèse (effet à seuil), avec quelques interrogations sur le nombre d'habitants concernés ;
 - Lacq, principalement à cause du SO₂ (effet à seuil) et de l'oxyde d'éthylène et secondairement de l'acétaldéhyde (effet sans seuil),
 - Lavéra, principalement à cause du butadiène (effet à seuil et sans seuil) et secondairement d'autres polluants sans seuil d'effet (benzène, oxyde d'éthylène et dichloroéthane), en rappelant que le risque sanitaire calculé à Lavéra est moyenné sur toute la zone d'étude et ne se rapporte donc pas aux populations les plus exposées.
 - ◇ les travailleurs de la zone industrielle de Fos-sur-Mer sont sur-exposés aux poussières (travailleurs du port minéralier) et aux COV cancérigènes tels que le dichlorométhane, benzène et MTBE (travailleurs d'Arkema et Lyondell). Mais le risque sanitaire a été calculé à partir des VTR pour les populations générales et non des VLEP.

- Risque sanitaire par ingestion :

Il n'est pas préoccupant dans l'ensemble des 6 zones d'étude. Les quelques dépassements des valeurs repères, portant sur les dioxines, l'arsenic et les HAP) sont à relativiser : scénarios de consommations alimentaires majorants (scénario « agriculteur »), dépôts maximum correspondant à des lieux exempts d'activités agricoles.

7.2.2 EVALUATION DU RISQUE SANITAIRE GLOBAL (CONTRIBUTION DES EMISSIONS INDUSTRIELLES ET DU BRUIT DE FOND) :

La méconnaissance du bruit de fond local rend souvent délicate l'interprétation des résultats, tant pour l'exposition par inhalation que par ingestion (voir paragraphe suivant 7.2.3).

- Risque sanitaire par inhalation :

Il n'a été évalué qu'à Calais et Dunkerque, mais le bruit de fond provient de la littérature internationale, à l'exception du SO₂, des NO_x et des poussières PM₁₀. A Calais, il est constaté un dépassement de la valeur repère pour le risque lié au SO₂, l'impact des industriels étant largement dominant.

- Risque sanitaire par ingestion :

Pour les 3 études concernées (Calais, Dunkerque et Fos-sur-Mer), il apparaît que le bruit de fond est la cause du dépassement des valeurs repères du risque et que l'impact des industriels est négligeable. Deux polluants tirent le risque : l'arsenic, provenant des sols et des aliments (poissons et coquillages en particulier) et les dioxines, provenant des aliments, en remarquant que :

- le bruit de fond est issu de mesures pour l'arsenic (Fos-sur-Mer - sols et poisson) ou de données régionales (Calais et Dunkerque - sols). Pour les dioxines, le bruit de fond, exprimé sous la forme d'une DJE, se rapporte à l'alimentation française (AFSSA) ;
- le bruit de fond n'est pas caractéristique de milieux dégradés : pour l'arsenic, les concentrations mesurées dans les sols ou provenant de la littérature correspondent au fond naturel géochimique local et les concentrations mesurées dans le poisson sont inférieures aux valeurs limites fixées par la réglementation européenne. Pour les dioxines, la DJE publiée par l'AFSSA est représentative de l'exposition moyenne de la population française ;
- les résultats obtenus confirment ce qui est connu par ailleurs : d'une part, le fond géochimique naturel moyen français en arsenic induit un risque sanitaire préoccupant pour la voie d'exposition par ingestion et, d'autre part, comme le signale l'AFSSA, la population française est sur-exposée aux dioxines via la consommation de denrées alimentaires d'origine animale.

7.2.3 CARACTERISATION ET INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX :

Les prestataires ont esquissé une interprétation de l'état des milieux, limitée par le manque d'informations sur de l'état de l'environnement, tant dans les zones sous influence des installations industrielles que hors de leur influence (bruit de fond).

- Air :

Les données proviennent des réseaux de surveillance de la qualité de l'air. Elles ont pour avantage d'être disponibles, de provenir de campagnes de mesures sur des périodes longues et sur plusieurs stations. Elles ont pour inconvénient d'être limitées à quelques polluants : SO₂, NO_x et poussières PM₁₀. Parfois, des campagnes de mesures plus exceptionnelles portent sur les BTX et plus exceptionnelles encore sur les métaux.

Il est regrettable que des campagnes de mesures complémentaires n'aient pas été réalisées dans le cadre des études de zone, pour deux raisons principales :

- conforter les résultats de la modélisation, en particulier aux emplacements où l'impact des installations industrielles est élevé, comparativement au bruit de fond. En effet, les incertitudes sur les émissions industrielles induisent des incertitudes, dans les mêmes proportions, sur les concentrations modélisées. Il aurait été sans doute instructif de comparer, en quelques points de la zone, les concentrations mesurées avec les concentrations modélisées ;
- connaître le bruit de fond, hors de la zone d'influence des industriels. Faut de données locales, certains prestataires ont assimilé au bruit de fond local, des données nationales ou internationales, pour les COV, les métaux ou les HAP, en vue de calculer le risque sanitaire environnemental : cas des zones de Calais et Dunkerque.

Conscients de cette situation, quelques prestataires ont préconisé, dans leurs conclusions, des mesures dans l'environnement : études de Dunkerque (manganèse et butadiène), de Lacq (SO₂) et de Lavéra (butadiène, benzène, oxyde d'éthylène, dichloroéthane).

Les études de Calais et Fos-sur-Mer mettent en évidence, et de façon inattendue, l'importance de l'impact du trafic maritime sur la contamination de l'air en SO₂ et NO_x, dans les villes de Calais et Port-Saint-Louis-du-Rhône.

- Sols :

La situation est moins critique car, d'une part des mesures d'éléments traces ont été réalisées (Fos-sur-Mer et Lavéra) et d'autre part des données locales ont été répertoriées (Calais et Dunkerque : utilisation des valeurs du fond pédogéochimique du Nord-Pas-de-Calais)

- denrées alimentaires :

Peu de mesures ont été réalisées : dans des poissons et des légumes à Fos-sur-Mer et dans des plantes aromatiques à Lavéra. Par ailleurs, les données locales disponibles sont insuffisantes. Pour l'évaluation du bruit de fond, les prestataires ont dû se rabattre sur des données nationales relatives à l'alimentation française (Calais et Dunkerque).

Conclusion

Le retour d'expérience des 6 études de zone met en évidence :

- **un risque sanitaire attribuable aux industriels supérieur aux valeurs repères, par inhalation, pour quelques polluants bien ciblés. En revanche, par ingestion, le risque sanitaire se situe en dessous des valeurs repères ;**
- **un manque de connaissances sur le bruit de fond local, en particulier pour le milieu air, faute de campagnes de mesures dans l'environnement ciblées sur les polluants à fort impact, avec pour conséquence :**
 - **des difficultés à évaluer le risque sanitaire global (impact des émissions industrielles cumulé avec celui du bruit de fond) ;**
 - **des difficultés à réaliser une interprétation de l'état des milieux (IEM) ;**
- **l'importance de l'impact du trafic maritime, sur la contamination atmosphérique en SO₂ et NO_x ;**
- **la question de la prise en compte des travailleurs des zones industrielles.**

Pour les études de zone à venir, il est préconisé :

- **de mettre en œuvre des mesures dans l'environnement, prioritairement dans l'air, pour les substances préoccupantes ;**
- **de réaliser une interprétation de l'état des milieux (IEM) ;**
- **de compléter l'étude, si nécessaire, par une évaluation des risques sanitaires (ERS) portant sur les substances et les milieux sur lesquels l'IEM ne permet pas de conclure.**

8. LISTE DES ANNEXES

Repère	Désignation	Pages
Annexe I	Etude de zone de Calais	81-92
Annexe II	Etude de zone de Carling	93-103
Annexe III	Etude de zone de Dunkerque	105-116
Annexe IV	Etude de zone de Fos-sur-Mer	117-129
Annexe V	Etude de zone de Lacq	131-142
Annexe VI	Etude de zone de Lavéra	143-153

ANNEXE I

ETUDE DE ZONE DE

CALAIS

Tableau 20 : présentation générale de l'étude de zone de Calais.

Prestataires	ARIA TECHNOLOGIES (coordinateur du projet et modélisation atmosphérique) LITWIN (collecte des données sur les émissions). CAREPS (réalisation de l'étude sanitaire).
Durée de l'étude	Etude conduite parallèlement à celle de Dunkerque (mêmes donneurs d'ordre et prestataires), avec un décalage d'un an. Cahier des charges : adaptation du cahier des charges de l'étude Dunkerque Début de l'étude : 2004 (étude basée sur les émissions de 2003). Rapport de synthèse : mars 2006. Complément à l'étude (rapport de février 2006) : impact du trafic maritime.
Maître d'ouvrage	S3PI
Pilotage	COPIL
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> - Considérer l'ensemble des expositions aux rejets chroniques des industriels du bassin de Calais auxquelles sont soumises les populations environnantes et évaluer les risques sanitaires qui en résultent ; - Disposer d'une étude cohérente avec celle réalisées sur le bassin dunkerquois. <p><i>NB : étude conduite parallèlement à celle de Dunkerque (mêmes objectifs, donneurs d'ordre et prestataires), avec un décalage d'un an.</i></p>
Zone d'étude	Dimensions : 20 × 18 km, centrée sur Calais.
Cahier des charges	Cahier des charges : adaptation du cahier des charges établi par l'INERIS pour l'étude de zone de Dunkerque (2003).

Tableau 21 : liste des entreprises retenues dans l'étude de zone de Calais.

Entreprise	Activité
BELLIER	Teinturerie
BRAMPTON RENOLD	Mécanique
CALAIRE	Chimie
CHAUFFERIE CALAIS ENERGIE - DALKIA	Chaufferie
ENERSOL	Chaufferie
INTERSOL	Chimie fine
MERCK	Pharmacie
SYNTHEXIM	Colorants
TEINTURERIE DE COQUELLES	Teinturerie
TEINTURERIE DE LA COTE D'OPALE	Teinturerie
TIOXIDE	Métallurgie
UCAR	Carbochimie
UMICORE	Fonderie

Tableau 22 : émissions industrielles dans l'atmosphère retenues dans l'étude de zone de Calais.

Polluant	Emissions annuelles (année 2003) (à partir des données des exploitants)
	(kg/an)
SO ₂	1 213 000
NOx	401 000
HF	32
Arsenic	23
Cadmium	7,5
Chrome	13
Chrome (VI)	0,3
Manganèse	29
Mercure	3
Nickel	8
Plomb	16
COV totaux	264 000
Benzène	0
Toluène	20 000
Xylènes	82 000
1,3-butadiène	0
HAP totaux	4,9
BaP	0,00003
PCDD/PCDF	0,0213

Tableau 23 : émissions navales dans l'atmosphère retenues dans l'étude de zone de Calais.

Polluants	Flux moyen (kg/j)	Flux moyen annuel (kg/an)
SO ₂	1 157 ± 20 %	422 305
NOx	2 005 ± 30 %	731 825
HC (hydrocarb.)	74,4 ± 40 %	27 156

Calcul des flux à l'émissions des ferries : flux à l'émission :

- ◇ document European Commission « Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community », Final Report, July 2002, Entec UK limited ;
- ◇ plan d'occupation des postes pour 3 journées type de l'année 2005 et caractéristiques des ferries (puissance des moteurs, type de combustible....) : données communiquées par la capitainerie du port de Calais.

Emissions moyennes journalières retenues pour l'ensemble des postes lors des opérations d'escale.

Emissions 100 % du temps (365 jours/an).

Tableau 24 : substances traceurs du risque retenues pour l'étude de zone de Calais.

Polluant	Inhalation		Ingestion	
	Effet à seuil	Effet sans seuil	Effet à seuil	Effet sans seuil
SO ₂	X			
NOx	X			
HF	X			
Arsenic	X	X	X	X
Cadmium	X	X	X	
Chrome (VI)	X	X		
Manganèse	X			
Mercuré	X		X	
Nickel	X	X	X	
Plomb	X		X	
Toluène	X			
Xylènes	X			
HAP (BaP)		X		X
PCDD/PCDF			X	X

Remarques :

14 substances traceurs du risque retenues.

Choix des traceurs du risque à partir :

- des relations flux/VTR pour les substances à seuil d'effet et flux × ERU pour les substances sans seuil d'effet ;
- du comportement des substances dans l'environnement ;
- de l'existence d'une VTR pour la voie d'exposition concernée.

Tableau 25 : estimation des concentrations en polluants dans les milieux pour l'étude de zone de Calais.

	Concentrations dans l'air	Dépôts sur le sol	Remarques	Comparaison avec valeurs de référence
Air	Modélisation (ARIA Impact)	Modélisation	<u>Météo locale</u> : <u>Flux</u> (voir tableau 22) Données tri-horaires sur 5 ans	< VG (OMS) pour : NOx, Hg, Cd, Pb, Mn > VG (OMS) pour SO ₂ < Val. cible (UE) pour : Cd, As, Ni, BaP
	Mesures disponibles (année 2004) (capteurs OPAL'AIR)	-	Polluants mesurés (OPAL'AIR) : SO ₂ , NOx, toluène, xylènes	< VG pour : NOx, et SO ₂ Pas de val. de réf. pour les autres substances
	Littérature pour les autres polluants	-	Littérature pour autres traceurs : Cd, Ni, Pb, Mn, Hg, BaP	
	Concentrations dans les milieux		Remarques	Comparaison avec valeurs de référence
Sols	Modèle CALTOX (HAP et PCDD). Modèle HHRAP (métaux).		<u>Polluants concernés</u> : traceurs du risque	Non
	Pas de mesures, mais données biblio. servant de valeurs de référence : Métaux : données de ISA sur fond géochim. : Cd, Hg, Ni, Pb PCDD : étude INSERM - BaP : litt. internat.		<u>Polluants</u> (données biblio.) : Cd, Hg, Ni, Pb, PCDD, BaP	Non
Végétaux	Modèle CALTOX (HAP et PCDD). Modèle HHRAP (métaux).		<u>Polluants concernés</u> : traceurs du risque ingestion	Non
	Pas de mesures. Uniquement données biblio. : - INRA (teneurs en élément traces) - AFSSA (dioxines)		<u>Polluants concernés</u> : traceurs du risque ingestion	Non
Chaîne alim. animale :	Modèle CALTOX (HAP et PCDD) Modèle HHRAP (métaux)		<u>Polluants concernés</u> : traceurs du risque ingestion	Non
	Pas de mesures. Uniquement données biblio. : - INRA (teneurs en élément traces) - AFSSA (dioxines)		<u>Polluants concernés</u> : traceurs du risque ingestion	Non

Tableau 26 : concentrations atmosphériques modélisées retenues pour le calcul des risques sanitaires de la zone de Calais.

Polluants [polluants traceurs du risque]	Conc. maximales moyennes annuelles ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Mesures bruit de fond dans zone d'étude (OPAL'AIR / ATMO) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	Attribuable exploitants	Attribuable ferries	
SO ₂	62,4	16,8	5,2 (moyenne 2000-2003 / 1 station)
NOx	9,6	29,4	24,2 (moyenne 2001-2004 / 2 stations)
HC (hydrocarb.)		1,1	
HF	0,002		
Arsenic	0,0007		
Cadmium	0,0002		
Chrome	0,01		
Chrome VI	0,00002		
Manganèse	0,0009		
Mercuré	0,0001		
Nickel	0,0002		
Plomb	0,0004		
Toluène	17,8		4,3 (campagne été/hiver 2003 / 35 stations)
Xylènes	42,9		2,1 (campagne été/hiver 2003 / 35 stations)
HAP (BaP)	7.10^{-9}		
PCDD	28.10^{-12}		

Les mailles correspondant aux concentrations maximales sont situées dans des zones non habitées : bassin portuaire de Ravisse, zone littorale (mer et bordure de mer), zone industrielle, terminal transmanche.

Tableau 27 : comparaison entre concentrations modélisées, attribuables aux ferries, et concentrations mesurées aux stations ATMO, pour le SO₂ et les NOx (étude de zone de Calais).

Station de mesure	Concentration en SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			Concentration en NOx ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	Calculée (attribuable ferries)	Mesurée	Ratio calculé/mesuré	Calculée (attribuable ferries)	Mesurée	Ratio calculé/mesuré
Chateaubriand	1,23	8	0,15	2,17	-	-
IUT	0,55	8	0,07	0,99	-	-
Place d'Armes	4,10	14	0,29	7,14	65	0,11
La Fayette	0,87	-	-	1,55	70	0,02
Sangatte	0,19	6	0,03	0,35	39	0,01

Pour le SO₂, la contribution maximale des ferries est observée au niveau du capteur « Place d'Armes » (« proximité trafic »), ce qui est cohérent avec la localisation de ce capteur par rapport à l'emplacement du port. Elle s'élève à 29 % de la concentration en SO₂ mesurée en ce point.
Pour les NOx, la contribution maximale des ferries est observée au niveau du capteur « Place d'Armes » (« proximité trafic »), ce qui est cohérent avec la localisation de ce capteur par rapport à l'emplacement du port. Elle s'élève à 11 % de la concentration en NOx mesurée en ce point.

Tableau 28 : concentrations dans les milieux et IEM, pour l'étude de zone de Calais.

AIR					
Substance	Référence <small>(Objectif qualité = décret du 22/03/07)</small> (µg/m³)	Concentrations mesurées (µg/m³)		Concentrations tirées de la littérature <small>(hors contexte local)</small> (µg/m³)	Commentaires
SO ₂	50 (VG-OMS)	5,2	(moyenne 2000-2003 / 1 station)		Pas de dépassement des valeurs de référence pour l'ensemble des polluants mesurés.
NOx	40 (VG-OMS)	24,2	(moyenne 2001-2004 / 2 station)		
Toluène		4,3	(été/hiver 2003 / 35 stations)		
Xylènes		2,1	(été/hiver 2003 / 35 stations)		
Cd	0,005 (VG-OMS)			0,00068	
Hg				0,010	
Mn				0,01 – 0,07	
Ni	0,02 (objectif qual. air)			0,006	
Pb	0,25 (objectif qual. air)			0,019	
B(a)P	0,001 (objectif qual. air)			0,039	
SOLS					
Substance	Référence (mg/kg MS)	Valeurs mesurées (mg/kg MS)	Nombre points mesure	Concentrations <small>(données Nord pas de Calais pour les métaux – ISA)</small> <small>(Pour les PCDD, données INSERM)</small> (µg/m³)	Commentaires
Cd				0,4	
Ni				21	
Pb				26	
Hg				0,05	
B(a)P				0,002	
PCDD				0,2-17.10 ⁻⁶	
VEGETAUX					
<p>Les concentrations dans les denrées alimentaires proviennent de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'INRA (étude de l'alimentation française : mycotoxines, minéraux et éléments traces, 2004) ; Les données recueillies sont trop nombreuses pour être reprises dans ce tableau. Elles se rapportent aux substances suivantes : arsenic inorganique, cadmium, nickel et plomb ; Elles concernent les denrées suivantes : produits céréaliers, laitiers, légumes/fruits, viande et poisson, boissons chaudes et froides... - l'AFSSA (dioxines) : dose journalière d'exposition aux dioxines à travers de l'alimentation générale. 					

Tableau 29 : scénarios d'exposition retenus pour l'étude de zone de Calais

<p style="text-align: center;">Inhalation</p>	<p>Pour le risque attribuable aux émissions industrielles :</p> <ul style="list-style-type: none"> - exposition aux concentrations moyennes annuelles maximales modélisées ; - taux de pénétration des polluants dans l'air intérieur des bâtiments : 100 % ; - exposition 100 % du temps ; - durée d'exposition : 30 ans. <p>Pour le risque global (émissions industrielles + bruit de fond) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les données sur le bruit de fond proviennent soit de mesures dans l'environnement local, réalisées par OPAL'AIR soit de données bibliographiques générales (sans rapport avec la situation locale). Les concentrations liées au bruit de fond sont ajoutées aux concentrations maximales modélisées attribuables aux émissions industrielles ; - exposition 100 % du temps pendant 30 ans.
<p style="text-align: center;">Ingestion</p>	<p>Pour le risque attribuable aux émissions industrielles :</p> <ul style="list-style-type: none"> - milieux retenus : <ul style="list-style-type: none"> • sols ; • eau potable ; • produits végétaux ; • produits d'origine animale : produits laitiers, viande, œufs ; • poisson pêché dans les eaux sous influence des installations ; • lait maternel. - concentrations dans les milieux : modélisées à partir des dépôts max. sur sol ; - 2 scénarios de consommation alimentaire : <ul style="list-style-type: none"> • scénario « majorant » intégrant les taux d'autoconsommation des familles d'agriculteurs ; • scénario « moyen » intégrant les taux d'autoconsommation de la population générale (conso. ZEAT Nord, base CIBLEX pour la région Nord). - tranches d'âge pour le calcul des expositions : <ul style="list-style-type: none"> • 0 – 0,5 an ; • 0,5 – 1 an ; • 1 – 1,5 an ; • 1,5 – 2 ans ; • 3 – 5 ans ; • 6 – 8 ans ; • 9 – 11 ans ; • 12 – 14 ans ; • sup. 15 ans ; • exposition sur vie entière, limitée à 30 ans. <p>Pour le risque global (émissions industrielles + bruit de fond) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - pour le bruit de fond, seuls les sols ont été pris en compte. Les concentrations retenues dans les sols proviennent de données bibliographiques (chambre d'agriculture du nord pour les métaux) et de l'INSERM pour les dioxines ; - les autres paramètres pour le calcul de l'exposition sont inchangés par rapport à ceux retenus ci-dessus pour le risque par ingestion attribuable aux industriels.

Tableau 30 : risque sanitaire par inhalation, dans la zone d'étude de Calais.

Type d'effet	Cible	Scénario	Risque sanitaire	Remarques	Conclusion
Substances à seuil d'effet	Population générale	<p><u>Concentrations</u> dans l'air modélisées à partir des émissions industrielles.</p> <p>Scénario « pire cas » :</p> <ul style="list-style-type: none"> • concentrations max. • expo. 100 % du temps 	<p>Risque attribuable aux industriels ;</p> <p>$\Sigma \text{QD} = 1,7$</p> <p>Risque global (indust. + fond) :</p> <p>$3,6 < \Sigma \text{QD} < 4,6$</p>	<p>Polluants qui « tirent » le risque :</p> <p>SO₂ : QD = 1,2 (71 % de ΣQD) NOx : QD = 0,1 (6 % de ΣQD) Xylène : QD = 0,1 (6 % de ΣQD) Cd : QD = 0,045 (3 % de ΣQD) As : QD = 0,024 (1,4 % de ΣQD) (ΣQD autres traceurs = 0,23)</p>	<p>$\Sigma \text{QD}_{\text{exploitants}} > 1$</p> <p>Seul QD_{SO2 exploitants} > 1 (sur 2 mailles zone d'étude - pas de population résidente dans ces 2 mailles)</p> <p><u>Si on ajoute le bruit de fond local mesuré (tableau 28), alors :</u> QD_{SO2} = 1,3 - QD_{NOx} = 0,8 QD_{xylène} = 0,2 - QD_{toluène} = 0,02 (Pas de mesures de bruit de fond local pour les autres polluants) [0,3 < QD_{Mn} < 1,8, mais basé sur val. bruit de fond Mn internationales]</p>
Substances sans seuil d'effet	Population générale	<p><u>Concentrations</u> dans l'air modélisées à partir des émissions industrielles.</p> <p>Scénario « pire cas » :</p> <ul style="list-style-type: none"> • concentrations max. • expo. 100 % du temps • durée d'expo. : 30 ans 	<p>Risque attribuable aux industriels :</p> <p>$\Sigma \text{ERI} = 0,18.10^{-5}$</p> <p>Risque global (indust. + fond)</p> <p>$\Sigma \text{ERI} = 0,28.10^{-5}$</p>	<p>Polluants qui « tirent » le risque :</p> <p>As : ERI = $0,1.10^{-5}$ (56 % de ΣERI) Cd: ERI = $0,04.10^{-5}$ (22 % de ΣERI) Cr(VI): ERI = $0,03.10^{-5}$ (17 % de ΣERI) (ΣERI autres traceurs = $0,01.10^{-5}$)</p>	<p>$\Sigma \text{ERI}_{\text{exploitants}} < 10^{-5}$</p> <p><i>Pas de mesures du bruit de fond local pour les traceurs du risque sans seuil d'effet</i></p> <p><i>En prenant val. bruit de fond international :</i></p> <p>$\Sigma \text{ERI}_{\text{environnemental}} = 0,3.10^{-5}$</p>

Tableau 31 : risque sanitaire par ingestion, dans la zone d'étude de Calais.

Type d'effet	Cible	Scénario	Risque sanitaire	Remarques	Conclusion																														
Substances à seuil d'effet	Enfant + adulte	Modélisation dépôts max. Conso. par tranche d'âge : sol/végétaux/prod. animale. ZEAT : conso alim. ZEAT (Ciblex) Agri. : conso. alim. majorantes	Risque attribuable aux industriels : $\Sigma QD_{ZEAT} = 0,002$ $\Sigma QD_{agri.} = 0,002$ Risque global (indust. + bruit fond) $\Sigma QD_{ZEAT} = 3,4$ $\Sigma QD_{agri.} = 3,5$	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">QD</th> </tr> <tr> <th>Substance</th> <th>Attribuable industries</th> <th>Total (indust. + BF)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>As</td> <td>0,0009</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>Cd</td> <td>0,00076</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>Hg</td> <td>0,000005</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>Ni</td> <td>0,0000032</td> <td>0,066</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>0,0001</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td>PCDD ZEAT</td> <td>0,0002</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>PCDD agri.</td> <td>0,0004</td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <td>ΣQD</td> <td>0,002 (ZEAT et agri.)</td> <td>3,4 (ZEAT) 3,5 (agri.)</td> </tr> </tbody> </table>		QD		Substance	Attribuable industries	Total (indust. + BF)	As	0,0009	0,6	Cd	0,00076	0,5	Hg	0,000005	1,2	Ni	0,0000032	0,066	Pb	0,0001	0,2	PCDD ZEAT	0,0002	0,8	PCDD agri.	0,0004	0,9	ΣQD	0,002 (ZEAT et agri.)	3,4 (ZEAT) 3,5 (agri.)	<p>QD moyenné sur 30 ans. La tranche d'âge 3-5 ans est la plus exposée</p> <p>QD exploitants < 1 QD environnemental > 1</p> <p>La quasi-totalité du risque environnemental provient du bruit de fond</p> <p>Le risque est « tiré » par Hg, PCDD, As, Cd,</p> <p>(Pas de mesures locales : données biblio. régionales pour métaux données et nationales pour PCDD)</p>
					QD																														
Substance	Attribuable industries	Total (indust. + BF)																																	
As	0,0009	0,6																																	
Cd	0,00076	0,5																																	
Hg	0,000005	1,2																																	
Ni	0,0000032	0,066																																	
Pb	0,0001	0,2																																	
PCDD ZEAT	0,0002	0,8																																	
PCDD agri.	0,0004	0,9																																	
ΣQD	0,002 (ZEAT et agri.)	3,4 (ZEAT) 3,5 (agri.)																																	
Substances sans seuil d'effet	Enfant + adulte	Modélisation dépôts max. Conso. par tranche d'âge : sol/végétaux/prod. animale. ZEAT : conso alim. ZEAT (Ciblex) Agri. : conso. alim. majorantes	<p>Risque attribuable aux industriels : $\Sigma ERI = 0,017.10^{-5}$</p> <p>Risque global (indust. + bruit fond) $\Sigma ERI = 11.10^{-5}$</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">ERI</th> </tr> <tr> <th>Substance</th> <th>Attribuable industries</th> <th>Total (indust. + BF)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>As</td> <td>$0,017.10^{-5}$</td> <td>11.10^{-5}</td> </tr> <tr> <td>BaP ZEAT</td> <td>$3,8.10^{-11}$</td> <td>$1,7.10^{-7}$</td> </tr> <tr> <td>BaP agri.</td> <td>$3,9.10^{-10}$</td> <td>$1,9.10^{-7}$</td> </tr> <tr> <td>ΣERI</td> <td>$0,017.10^{-5}$ (ZEAT et agri.)</td> <td>11.10^{-5} (ZEAT et agri.)</td> </tr> </tbody> </table>		ERI		Substance	Attribuable industries	Total (indust. + BF)	As	$0,017.10^{-5}$	11.10^{-5}	BaP ZEAT	$3,8.10^{-11}$	$1,7.10^{-7}$	BaP agri.	$3,9.10^{-10}$	$1,9.10^{-7}$	ΣERI	$0,017.10^{-5}$ (ZEAT et agri.)	11.10^{-5} (ZEAT et agri.)	<p>ERI exploitants < 10^{-5}</p> <p>As « tire le risque »</p> <p>ERI environnemental > 10^{-5}</p> <p>Le risque provient en totalité de l'As lié au bruit de fond</p> <p>(Pas de mesures locales en As, mais des données biblio. régionales)</p>												
	ERI																																		
Substance	Attribuable industries	Total (indust. + BF)																																	
As	$0,017.10^{-5}$	11.10^{-5}																																	
BaP ZEAT	$3,8.10^{-11}$	$1,7.10^{-7}$																																	
BaP agri.	$3,9.10^{-10}$	$1,9.10^{-7}$																																	
ΣERI	$0,017.10^{-5}$ (ZEAT et agri.)	11.10^{-5} (ZEAT et agri.)																																	

ANNEXE II

ETUDE DE ZONE DE

CARLING

Tableau 32 : présentation générale de l'étude de zone de Carling.

Prestataires	ARIA TECHNOLOGIES
Durée de l'étude	Cahier des charges : ? Début de l'étude : fin 2004 ? Rapport de synthèse : avril 2005
Maître d'ouvrage	Les 4 exploitants concernés.
Pilotage	?
Objectifs	Evaluer, en fonction des données locales (caractéristiques des émissions atmosphériques, conditions climatiques locales, topographie, habitudes alimentaires...) les risques pour la santé humaine associés aux émissions industrielles de 4 exploitants de la zone de Carling.
Zone d'étude	Dimensions : 20 × 20 km, centré sur les 4 industriels et incluant notamment les communes de Carling, Saint-Avoid, L'Hôpital, Porcelette, Freyming-Merlebach.
Cahier des charges	?

Tableau 33 : liste des entreprises retenues dans l'étude de zone de Carling.

Entreprise	Activité
TOTAL PETROCHEMICALS / ARKEMA (ex ATOFINA)	Chimie/pétrochimie : craquage produits pétroliers, produits chimiques, intermédiaires de synthèse
Cokes de Carling	Cokerie
SNET (Centrale Emile Huchet)	Centrale thermique (production d'électricité)

Tableau 34 : émissions industrielles dans l'atmosphère retenues dans l'étude de zone de Carling.

Substances (traceurs du risque)	Emissions : flux moyens horaires (kg/h)				TOTAL (kg/an)
	PETROCHEMICALS + ARKEMA	Cokes de Carling	SNET	Total	
SO ₂	229	212	5 969	6 410	56 151 600
NOx	241	193	2 496	2 930	25 666 800
PM totales	20	61	237	318	2 785 680
Acide cyanhydrique	-	0,0018	-	0,0018	15,8
Ammoniac	-	0,00074	-	0,00074	6,5
Benzène	11,6	0,81	-	12,4	108 624
Toluène	1,9	0,17	-	2,1	18 396
Xylènes	0,32	0,13	-	0,45	3 942
Styrène	4,2	-	-	4,2	36 792
Butadiène	6,8	-	-	6,8	59 568
HAP (équiv. B(a)P)	0,000022	0,0011	0,01	0,01	87,6
PCDD	2,2.10 ⁻⁹	1,4.10 ⁻⁹	100.10 ⁻⁹	100.10 ⁻⁹	0,00088

- TOTAL PETROCHEMICALS / ARKEMA : bilan représentatif du fonctionnement des installations à la fin 2004. Un projet de réduction des émissions de benzène et de butadiène, programmé en 2005, n'a pas été pris en compte (diminutions respectives des flux de 30 et 20 tonnes/an) ;
- COKES DE CARLING : bilan représentatif du fonctionnement des installations à la fin 2004 ;
- SNET : reprise de la simulation effectuée en 2003, portant sur les émissions prévisionnelles 2004. Valeur estimative pour le flux de dioxines de la SNET. Ultérieurement des mesures ont conduit à des valeurs de 5 µg/h. Tous les flux horaires de la SNET sont calculés sur la base d'un fonctionnement 100 % du temps des installations (8760 h/an), ce qui est majorant, car les installations ne fonctionnent que 60 % du temps environ.

Tableau 35 : substances traceurs du risque retenues pour l'étude de zone de Carling.

	Polluant	Inhalation		Ingestion	
		Effet à seuil	Effet sans seuil	Effet à seuil	Effet sans seuil
Traceurs spécifiques de l'étude de zone	SO ₂	X			
	NOx	X			
	Poussières (PM)	X			
	Acide cyanhydrique	X			
	Ammoniac	X			
	Benzène	X	X		
	Toluène	X			
	Xylènes	X			
	Styrène	X			
	1,3-butadiène		X		
HAP (BaP)		X		X	
Traceurs issus d'ERS réalisées antérieurement par les industriels	<i>PCDD/PCDF</i>			X	
	<i>Cadmium</i>	X	X	X	
	<i>Plomb</i>	X		X	
	<i>Nickel</i>	X	X		

- Pas d'explications sur la façon dont ont été sélectionnées les substances traceurs du risque.
- Traceurs spécifiques : polluants sur lesquels ARIA a réalisé la modalisation de la dispersion atmosphérique et réalisé les calculs du risque sanitaire.
- Traceurs issus d'ERS antérieures : concentrations dans l'air reprises des rapports d'ERS et calcul du risque « réadapté » s'il y a lieu par ARIA.

Tableau 36 : estimation des concentrations en polluants dans les milieux pour l'étude de zone de Carling.

	Concentrations dans l'air	Dépôts sur le sol	Remarques	Comparaison avec valeurs de référence
Air	Modélisation (ARIA Impact)	Modélisation	<u>Météo locale</u> : Metz/Nancy Données tri-horaires sur 5 ans <u>Flux</u> (voir tableau 34)	Valeurs de référence : décret 98-360 modifié.
	Mesures disponibles (année 2003) (capteurs ESPOL)	-	Polluants mesurés : SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , benzène, toluène, ammoniac	Seul le benzène dépasse les objectifs de qualité de l'air, tant par modélisation que par mesures dans l'environnement
	Concentrations dans les milieux		Remarques	Comparaison avec valeurs de référence
Sols	Modèle CALTOX (HAP et PCDD) Modèle HHRAP (métaux)		<u>Polluants concernés</u> : HAP, PCDD, Cd, Ni, Pb	Non
	Ni mesures, ni données biblio.		-	Non
Végétaux	Modèle CALTOX (HAP et PCDD) Modèle HHRAP (métaux)		<u>Polluants concernés</u> : HAP, PCDD, Cd, Ni, Pb	Non
	Ni mesures, ni données biblio.		-	Non
Chaîne alim. animale :	Modèle CALTOX (HAP et PCDD) Modèle HHRAP (métaux)		<u>Polluants concernés</u> : HAP, PCDD, Cd, Ni, Pb	Non
	Ni mesures, ni données biblio.		-	Non

Tableau 37 : concentrations atmosphériques modélisées retenues pour l'étude de zone de Carling.

Substances	Concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	Modélisées (C_{max} · moyenne annuelle)		Mesurées dans l'environnement (conc. moyennes annuelles 2003)
	Par ARIA, dans le cadre de l'étude de zone	Antérieurement dans les ERS des industriels	
SO ₂	13,1		6-23 (7stations)
NOx	12,2		22-36 (4 stations)
PM ₁₀	12,0		20-30 (5 stations)
PM _{2,5}	11,0		
Acide cyanhydrique	4,2		
Ammoniac	0,00069		0-6 (2 stations)
Benzène	6,6		2-7 (2 stations)
Toluène	1,5		3-4 (2 stations)
Xylènes	0,9		
Styrène	5,4		
1,3-butadiène	1,7		
HAP (BaP)	0,0039		
<i>PCDD/PCDF *</i>			
<i>Cadmium *</i>		0,0016	
<i>Plomb *</i>		0,0056	
<i>Nickel *</i>		0,0073	

* En italiques : concentrations reprises de modélisations réalisées antérieurement par les exploitants, dans le cadre de l'ERS de leur site.

Tableau 38 : concentrations dans les milieux et IEM, pour l'étude de zone de Carling.

AIR				
Substance	Référence (Objectif qualité = décret n° 98-260 du 06/05/98) (µg/m³)	Concentrations mesurées Concentrations moyennes annuelles 2003 (µg/m³)	Concentrations tirées de la littérature (hors contexte local) (µg/m³)	Commentaires
SO ₂	50	6 - 23 (7 stations)		Seul le benzène dépasse la valeur repère de qualité de l'air. Certaines stations sont « limites » pour les PM ₁₀ .
NO _x	40	22 - 36 (4 stations)		
PM ₁₀	30	20 - 30 (5 stations)		
Benzène	2	2 - 7 (2 stations)		
Toluène		3 - 4 (2 stations)		
Ammoniac		0 - 6 (2 stations)		
SOLS				
Aucune concentration mesurée ni tirée de la littérature pour les sols.				
DENREES ALIMENTAIRES				
Aucune concentration mesurée ni tirée de la littérature pour les denrées alimentaires.				

Tableau 39 : scénarios d'exposition retenus pour l'étude de zone de Carling.

<p style="text-align: center;">Inhalation</p>	<p>Pour le risque attribuable aux émissions industrielles :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 Scénarios d'exposition : <ul style="list-style-type: none"> • exposition aux concentrations moyennes annuelles maximales modélisées ; • expositions aux concentrations moyennes moyennées sur l'ensemble des mailles de la zone d'étude ; - taux de pénétration des polluants dans l'air intérieur des bâtiments : 100 % ; - exposition 100 % du temps ; - durée d'exposition : 30 ans. <p>Pour le risque global (émissions industrielles + bruit de fond) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - pas de scénario.
<p style="text-align: center;">Ingestion</p>	<p>Pour le risque attribuable aux émissions industrielles :</p> <ul style="list-style-type: none"> - milieux retenus : <ul style="list-style-type: none"> • sols ; • eau potable ; • produits végétaux ; • produits d'origine animale : produits laitiers, viande, œufs ; • poisson pêché dans les eaux sous influence des installations ; • lait maternel ; - 2 scénarios pour les concentrations dans les milieux : <ul style="list-style-type: none"> • modélisation à partir des dépôts max. sur sol ; • modélisation à partir des dépôts moyennés sur l'ensemble des mailles de la zone d'étude ; - 3 scénarios de consommation alimentaire : <ul style="list-style-type: none"> • scénario « hyper majorant » considérant que 100 % des aliments sont produits localement ; • scénario « majorant » intégrant les taux d'autoconsommation des familles d'agriculteurs ; • scénario « moyen » intégrant les taux d'autoconsommation de la population générale (conso. ZEAT Est, base CIBLEX pour la région Est) ; - tranches d'âge pour le calcul des expositions : <ul style="list-style-type: none"> • 0 – 0,5 an ; • 0,5 – 1 an ; • 1 – 1,5 an ; • 1,5 – 2 ans ; • 3 – 5 ans ; • 6 – 8 ans ; • 9 – 11 ans ; • 12 – 14 ans ; • sup. 15 ans ; • exposition sur durée de résidence, limitée à 30 ans. <p>Pour le risque global (émissions industrielles + bruit de fond) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - pas de scénario.

Tableau 40 : risque sanitaire par inhalation, dans la zone d'étude de zone de Carling.

Type d'effet	Cible	Scénario	Risque sanitaire	Remarques	Conclusion
Substances à seuil d'effet	Population générale	<p><u>Concentrations</u> dans l'air modélisées à partir des émissions industrielles.</p> <p><u>Scénario « pire cas » :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> récepteur le plus impacté expo. 100 % du temps. 	<p>$\Sigma QD_{tot.} = 2,3$</p> <p>Dont :</p> <ul style="list-style-type: none"> Traceurs spécifiques étude de zone : $\Sigma QD = 1,8$ Traceurs ajoutés, issus ERS réalisées antérieurement par les exploitants : $\Sigma QD = 0,5$ 	<p>Polluants qui « tirent » le risque :</p> <p><u>Traceurs spécifiques étude de zone :</u></p> <p>PM_{2,5} : QD = 1 (43 % de ΣQD) NOx : QD = 0,31 (13 % de ΣQD) SO₂ : QD = 0,26 (11 % de ΣQD) Benzène : QD = 0,2 (9 % de ΣQD)</p> <p><u>Traceurs ajoutés, issus ERS réalisées antérieurement par les exploitants :</u></p> <p>Cd : QD = 0,33 (14 % de ΣQD) Ni : QD = 0,15 (6,5 % de ΣQD) (ΣQD autres traceurs = 3,5 % de $\Sigma QD_{tot.}$)</p>	<p>$\Sigma QD > 1$</p> <p>QD PM_{2,5} : = 1</p> <p>Mais l'ensemble des poussières a été assimilé à des PM_{2,5}, hypothèse très majorante.</p>
Substances sans seuil d'effet	Population générale	<p><u>Concentrations</u> dans l'air modélisées à partir des émissions industrielles.</p> <p><u>Scénario « pire cas » :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> récepteur le plus impacté expo. 100 % du temps durée d'expo. : 30 ans vie entière (enfant/adulte sur 30 ans au total) 	<p>$\Sigma ERI_{tot.} = 3,3.10^{-5}$</p> <p>Dont :</p> <ul style="list-style-type: none"> Traceurs spécifiques étude de zone : $\Sigma ERI = 2,3.10^{-5}$ Traceurs ajoutés, issus ERS réalisées antérieurement par les exploitants : $\Sigma ERI = 1,0.10^{-5}$ 	<p>Polluants qui « tirent » le risque :</p> <p><u>Traceurs spécifiques étude de zone :</u></p> <p>Benzène: ERI = 1,7.10⁻⁵ (52 % de ΣERI) Butadiène : ERI = 0,4.10⁻⁵ (12 % de ΣERI) HAP : ERI = 0,2.10⁻⁵ (6 % de ΣERI)</p> <p><u>Traceurs ajoutés, issus ERS réalisées antérieurement par les exploitants :</u></p> <p>Cd : ERI = 0,7.10⁻⁵ (21 % de ΣERI) Ni : ERI = 0,3.10⁻⁵ (9 % de ΣERI) (ΣERI autres traceurs = 0 % de $\Sigma ERI_{tot.}$)</p>	<p>$\Sigma ERI > 10^{-5}$</p> <p>ERI benzène = 1,7.10⁻⁵</p> <p>Le benzène est le seul polluant dont l'ERI dépasse la valeur repère.</p>

Tableau 41 : risque sanitaire par ingestion, dans la zone d'étude de Carling.

Type d'effet	Scénario		Cible	Risque sanitaire	Remarques	Conclusion
Substances à seuil d'effet	Conc. modélisées dans les aliments à partir dépôts max.	pop. gén. (ZEAT)	Enfant 2-6 ans	Σ QD = 0,061	Les valeurs des QD et ERI correspondent aux dépôts max. Risque faible pour les 4 polluants concernés (PCDD, Cd, Ni, Pb) Aucun QD, par substance, ne dépasse 0,04	Σ QD < 1
		majorant (agriculteur)	Enfant 2-6 ans	Σ QD = 0,13		
	<u>Ingestion</u> : sol, végétaux, productions animales.	pop. gén. (ZEAT)	Adulte	Σ QD = 0,016		
		majorant (agriculteur)	Adulte	Σ QD = 0,043		
Substances sans seuil d'effet	Conc. modélisées dans les aliments à partir dépôts max.	pop. gén. (ZEAT)	Enfant + adulte sur 30 ans de durée résidence	Σ ERI _{gén.} = $0,26 \cdot 10^{-5}$	Les valeurs des QD et ERI correspondent aux dépôts max. ERI attribuable aux HAP, seuls polluants traceurs du risque sans seuil d'effet. Pas de cultures ni élevages au point de dépôt max.	Σ ERI voisin de 10^{-5} pour le scénario majorant (agriculteur)
		majorant (agriculteur)	Enfant + adulte sur 30 ans de durée résidence	Σ ERI _{agri.} = $1,2 \cdot 10^{-5}$		

ANNEXE III

ETUDE DE ZONE DE

DUNKERQUE

Tableau 42 : présentation générale de l'étude de zone de Dunkerque.

Prestataires	ARIA TECHNOLOGIES (coordinateur du projet et modélisation atmosphérique). LITWIN (collecte des données sur les émissions). CAREPS (réalisation de l'étude sanitaire).
Durée de l'étude	Cahier des charges : octobre 2003. Début de l'étude : 2004 (étude basée sur les émissions de 2002). Rapport de synthèse : avril 2005. Remise à jour de l'étude de 2004 : rapport de synthèse de février 2008. (étude basée sur les émissions industrielles de 2006).
Maître d'ouvrage	S3PI
Pilotage	COPIL
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> - quantifier les impacts sanitaires des ICPE considérées dans leur ensemble et non plus individuellement ; - évaluer les impacts sanitaires strictement attribuables aux activités industrielles de la zone et mettre en perspective la pollution industrielle avec les autres types de pollutions présentes (circulation automobile, circulation maritime, pollution urbaine en général) ; - tester une méthodologie applicable à d'autres régions ; - mettre en évidence les limites de la démarche. <p><i>(NB : Dunkerque était la 1^{ère} étude de zone expérimentée à cette époque)</i></p>
Zone d'étude	<p>Dimensions : 20 × 35 km, centrée sur Dunkerque.</p> <p><i>Le domaine a été choisi de façon à respecter les critères suivants :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>quelles que soient les conditions de dispersion, tous les panaches sont compris dans le domaine ;</i> • <i>les principales communes sont considérées dans leur intégralité.</i>
Cahier des charges (contenu)	<p>Cahier des charges établi par l'INERS (octobre 2003). Contient :</p> <ul style="list-style-type: none"> - liste des exploitants ; - bilan des émissions industrielles atmosphériques (flux) ; - bilan des émissions liées aux trafics automobile, maritime et ferroviaire ; (conclusion : ne pas prendre en compte les émissions liées aux transports) - choix des VTR ; - choix des traceurs du risque : <ul style="list-style-type: none"> • <u>Inhalation</u> (air) : SO₂, NO_x, HF, Benzène, 1,3-butadiène, Cd, Cr, Mn, Ni, Pb ; • <u>Ingestion</u> : <ul style="list-style-type: none"> ◇ Dépôts : As, Cd, Cr, Hg, Pb, Ni, PCDD/PCDF ; - voies d'exposition : inhalation et ingestion ; - recensement des populations ; - choix des voies et vecteurs d'exposition : <ul style="list-style-type: none"> • Inhalation ; • Ingestion liée à la consommation de : <ul style="list-style-type: none"> ◇ poussières de sol ; ◇ consommations de fruits et légumes (présence de potagers) ; ◇ consommation de denrées d'origine animale (éventuellement) ; - scénarios de consommation alimentaire ; - recensement des résultats des mesures dans l'environnement existantes (liste des études).

Tableau 43 : liste des entreprises retenues dans l'étude de zone de Dunkerque.

Entreprise	Activité
Air Liquide	Production de gaz pour l'industrie
Ajinomoto	Production d'aspartame
Aluminium Dunkerque	Production d'aluminium
Arcelor Mittal	Sidérurgie – laminage à froid
Ascométal	Production de barres d'acier par coulée
Astra Zeneca	Fabrication de médicaments et principes actifs
BASF	Fabrication de produits agro-pharmaceutiques
Borax	Traitement des minerais de bore
Bus Valera	Récupération de métaux
COMILOG	Fabrication de silicomanganèse
Dalkia	Chaudière
Daudry	Huilerie alimentaire
DK6 (ex EDF)	Centrale thermique
DPC	Dépôt d'hydrocarbures
GTS industrie	Laminage de tôles
Lafarge Aluminates	Production de ciments alumineux
Lesieur	Huilerie
Polimeri Europa France	Craquage et dépôt d'hydrocarbures
RDME	Production de ferromanganèse
Rexam	Cannettes pour boissons
Ringo (Ets Gaston Ringo)	Déshydratation de chicorée
Rubis	Dépôt d'hydrocarbures
SRD	Raffinerie de lubrifiants
Total	Raffinerie de pétrole

- un site supplémentaire pris en compte pour les émissions 2006 : DK6 ;
- les industries disparues entre 2004 et 2006 sont conservées pour l'étude 2006, en conservant les émissions 2004, pour une meilleure comparaison des résultats.

Tableau 44 : émissions industrielles dans l'atmosphère retenues dans l'étude de zone de Dunkerque.

Polluant	Emissions annuelles (kg/an) (année 2002)
NO _x	12 500 000
SO ₂	23 75 000
HF	133 000
Poussières totales	4 497 000
PM ₁₀	2 511 000
PM _{2,5}	1 768 000
Métaux lourds totaux	83 000
Arsenic	1 300
Cadmium	1 200
Chrome	1 400
Chrome (VI)	150
Manganèse	27 000
Mercuré	500
Nickel	4 000
Plomb	19 800
COV totaux	3 860 000
Benzène	188 000
Toluène	2 500
Xylènes	10 600
1,3-butadiène	6 200
HAP	470
BaP	80
PCDD/PCDF	0,0213

- Emissions 2004 : bilans communiqués par les exploitants, source par source ;
- Emissions 2006 : bilans globaux par entreprise, édités dans l'IRE 2007 (Industrie au Regard de l'Environnement) :
 - les bilans globaux 2006, par entreprise, ont été « retravaillés » par le prestataire (LITWIN) pour évaluer les flux par source ;
 - pour les polluants qui ne figurent pas dans le document IRE 2007, les valeurs des émissions 2002 ont été conservées (c'est le cas des polluants suivants : As, Cr, Mn, Ni, benzène, toluène, xylènes, butadiène, HAP).
- **les flux 2006 ne figurent pas dans le rapport de synthèse de février 2008.**

Tableau 45 : substances traceurs du risque retenues pour l'étude de zone de Dunkerque.

Polluant	Inhalation		Ingestion	
	Effet à seuil	Effet sans seuil	Effet à seuil	Effet sans seuil
SO ₂	X			
NOx	X			
PM _{2,5}	X			
PM ₁₀	X			
Arsenic	X	X	X	X
Cadmium	X	X	X	
Chrome (III)			X	
Chrome (VI)	X	X		
Manganèse	X			
Mercure	X		X	
Méthylmercure			X	
Nickel	X	X	X	
Plomb	X		X	
Benzène	X	X		
Toluène	X			
Xylènes	X			
1,3-butadiène	X	X		
HAP (BaP)		X		X
PCDD/PCDF			X	

- Reprise du choix des traceurs du risque fixé dans le cahier des charges rédigé par l'INERIS (2003) ;
- Pas de modification, par rapport aux émissions 2002, de la liste des traceurs du risque découlant des émissions 2006.

*Tableau 46 : estimation des concentrations en polluants dans les milieux
pour l'étude de zone de Dunkerque.*

	Concentrations dans l'air	Dépôts sur le sol	Remarques	Comparaison avec valeurs de référence
Air	Modélisation (ARIA Impact)	Modélisation	<u>Météo locale</u> : Dunkerque et Lille <u>Flux</u> (voir tableau 44)	Pas de dépassement des valeurs de réf. existantes : • VG-OMS (SO ₂ , NO _x , PM) ; • val. qualité de l'air (benzène)
	Mesures disponibles (années 2004 et 2006) (capteurs OPAL'AIR)	-	Polluants mesurés (OPAL'AIR) : SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , PM _{2,5} , benzène, toluène, xylènes	Pas de dépassement des valeurs de réf. existantes : • VG-OMS (SO ₂ , NO _x , PM) ; • val. qualité de l'air (benzène)
	Littérature pour les autres polluants		Pour les autres traceurs : littérature	
	Concentrations dans les milieux		Remarques	Comparaison avec valeurs de référence
Sols	Modèle CALTOX (HAP et PCDD) Modèle HHRAP (métaux)		<u>Polluants concernés</u> : traceurs du risque	
	Pas de mesures, mais données biblio. servant de valeurs de référence : • métaux : données de la chambre d'agriculture du Nord (2002) portant sur le fond géochimique régional ; • PCDD : étude INSERM.		<u>Polluants</u> (données biblio.) : Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, PCDD	
Végétaux	Modèle CALTOX (HAP et PCDD) Modèle HHRAP (métaux)		<u>Polluants concernés</u> : traceurs du risque	
	Ni mesures, ni données biblio.			
Chaîne alim. animale :	Modèle CALTOX (HAP et PCDD) Modèle HHRAP (métaux)		<u>Polluants concernés</u> : traceurs du risque	
	Ni mesures, ni données biblio.			

Tableau 47 : concentrations atmosphériques modélisées retenues pour l'étude de zone de Dunkerque.

Polluants [polluants traceurs du risque par inhalation]	Conc. moyennes annuelles modélisées, sur la maille la plus exposée (à partir émissions 2002) (Valeurs retenues pour ERS) (µg/m ³)	C max modélisée (µm ³)		Mesures du bruit de fond dans la zone d'étude (OPAL'AIR) (µg/m ³)		
		Météo 1997-2002 Emissions 2002	Météo 2002-2006 Emissions 2006	2002-2004 (Val. retenues pour ERS)	2002	2006
SO ₂	31,0	34,5	29,5	6	6,5-15	6-14
NOx	30,7	40,6	37,8	25	33-50	20-33
HF	1,9	1,9	1,8	24,5		
PM _{2,5}	6,6	8,3	7,5	12		
PM ₁₀	9,6	19,8	19,9			24-26
Cadmium	0,0079	0,008	0,0014			
Chrome VI	0,0017	0,002	0,0014			
Manganèse	0,3	0,5	0,5			
Nickel	0,008	0,017	0,016			
Plomb	0,037	0,06	0,028			
Benzène	11,2	51	6,0	0,9		
Toluène	0,028	0,08	0,05	2,7		
Xylènes	0,5	0,8	0,4	2,4		
1,3-butadiène	0,084	0,33	0,17			
HAP (BaP)	0,000089	0,0001	0,000085			

- Pour l'ERS basée sur la modélisation des émissions 2002, les concentrations moyennes annuelles sur la maille la plus exposée ont été retenues. Il n'est pas expliqué ce que représentent ces concentrations et pourquoi elles sont différentes des concentrations maximales modélisées (C_{max}) : comparer les 2^{ème} et 3èmes colonnes du tableau, en partant de la gauche).
- D'une façon générale, les concentrations maximales modélisées à partir des émissions 2006 sont plus faibles que les concentrations basées sur les émissions 2002 : cette tendance est particulièrement marquée pour le benzène et les HAP.
- Les mailles correspondant aux concentrations maximales sont situées dans des zones non habitées : bassin portuaire de Mardyck, zone littorale (mer et bordure de mer), zone industrielle, terminal transmanche.

Tableau 48 : concentrations dans les milieux et IEM, pour l'étude de zone de Dunkerque.

AIR						
Substance	Référence (Objectif qualité = décret du 22/03/07) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentrations mesurées (entre parenthèses : nombre de stations) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Concentrations tirées de la littérature (hors contexte local) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Commentaires	
		2004	2006			
		SO ₂	50 (VG-OMS)			6,5 – 15 (9)
NOx	40 (VG-OMS)	33 – 50 (4)	20 – 33 (4)			
PM ₁₀	20 (VG-OMS)	22 – 27 (7)	24 – 26 (7)			
PM _{2,5}		12				
HF						
Benzène	2 (objectif qual. air)	0,9 (19)	0,9			
Toluène		2,7 (19)	2,7			
Xylènes		2,4 (19)	2,4			
Butadiène						
As	0,006 (objectif qual. air)	0,001 (1)		0,00068		
Cd	0,005 (objectif qual. air)	0,00037 (1)				
Cr (VI)				0,01-0,07		
Mn				0,006		
Ni	0,02 (objectif qual. air)			0,035		
Pb	0,25 (objectif qual. air)	0,029 (1)		0,00056		
B(a)P	0,1 (objectif qual. air)					
SOLS						
Substance	Référence (mg/kg MS)	Valeurs mesurées (mg/kg MS)	Nombre points mesure	Concentrations (données chambre d'agriculture Nord, pour les métaux – INSERM pour PCDD) (mg/kg)	Commentaires	
As				0,48		
Cd				42		
Cr				19		
Ni				36		
Pb				0,07		
Hg				-		
B(a)P				1–200.10 ⁻⁶		
PCDD						
VEGETAUX						
Pas de mesures ni de données de la littérature pour les végétaux. Pour les dioxines (PCDD), le bruit de fond lié à l'alimentation est évalué à 1,1 pg/kg.j pour le scénario population générale (conso. égale à valeurs ZEAT Nord) et à 2,3 pg/kg.j pour le scénario « majorant » à fortes habitudes d'autoconsommation (agriculteur).						

Tableau 49 : scénarios d'exposition retenus pour l'étude de zone de Dunkerque.

<p>Inhalation</p>	<p>Pour le risque attribuable aux émissions industrielles :</p> <ul style="list-style-type: none"> - exposition aux concentrations moyennes annuelles maximales modélisées ; - taux de pénétration des polluants dans l'air intérieur des bâtiments : 100 % ; - exposition 100 % du temps ; - durée d'exposition : 30 ans. <p>Pour le risque global (émissions industrielles + bruit de fond) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les données sur le bruit de fond proviennent soit de mesures dans l'environnement local, réalisées par OPAL'AIR, soit de données bibliographiques générales (sans rapport avec la situation locale). Les concentrations liées au bruit de fond sont ajoutées aux concentrations maximales modélisées attribuables aux émissions industrielles ; - exposition 100 % du temps pendant 30 ans.
<p>Ingestion</p>	<p>Pour le risque attribuable aux émissions industrielles :</p> <ul style="list-style-type: none"> - milieux retenus : <ul style="list-style-type: none"> • sols ; • eau potable ; • produits végétaux ; • produits d'origine animale : produits laitiers, viande, œufs ; • poisson pêché dans les eaux sous influence des installations ; • lait maternel ; - concentrations dans les milieux : modélisées à partir des dépôts max. sur sol ; - 2 scénarios de consommation alimentaire : <ul style="list-style-type: none"> • scénario « majorant » intégrant les taux d'autoconsommation des familles d'agriculteurs ; • scénario « moyen » intégrant les taux d'autoconsommation de la population générale (conso. ZEAT Nord, base CIBLEX pour la région Nord) ; - tranches d'âge pour le calcul des expositions : <ul style="list-style-type: none"> • 0 – 0,5 an ; • 0,5 – 1 an ; • 1 – 1,5 an ; • 1,5 – 2 ans ; • 3 – 5 ans ; • 6 – 8 ans ; • 9 – 11 ans ; • 12 – 14 ans ; • sup. 15 ans ; • exposition sur vie entière, limitée à 30 ans. <p>Pour le risque global (émissions industrielles + bruit de fond) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - pour le bruit de fond, seuls les sols ont été pris en compte. Les concentrations retenues dans les sols proviennent de données bibliographiques (chambre d'agriculture du nord pour les métaux) et de l'INSERM pour les dioxines ; - les autres paramètres pour le calcul de l'exposition sont inchangés par rapport à ceux retenus ci-dessus pour le risque par ingestion attribuable aux industriels.

Tableau 50 : risque sanitaire par inhalation, dans la zone d'étude de zone de Dunkerque.

Type d'effet	Cible	Scénario	Risque sanitaire	Remarques	Conclusion
Substances à seuil d'effet	Population générale	<p><u>Concentrations</u> dans l'air modélisées à partir des émissions industrielles.</p> <p><u>Scénario « pire cas » :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> concentrations max. expo. 100 % du temps 	<p>Risque attribuable aux industriels :</p> <p>$\Sigma \text{ QD} = 12,2$</p> <p>Risque global (indust. + fond) :</p> <p>$\Sigma \text{ QD} = 14$</p>	<p>Polluants qui « tirent » le risque :</p> <p>Mn : QD = 7,7 (63 % de $\Sigma \text{ QD}$) Cd : QD = 1,6 (13 % de $\Sigma \text{ QD}$) NOx : QD = 0,8 (6,5 % de $\Sigma \text{ QD}$) SO₂ : QD = 0,6 (5 % de $\Sigma \text{ QD}$) PM_{2,5} : QD = 0,44 (3,5 % de $\Sigma \text{ QD}$) Benzène : QD = 0,4 PM₁₀ : QD = 0,32 HF : QD = 0,1 ($\Sigma \text{ QD}$ autres traceurs = 0,24) (Pas de mesures de Mn et Cd dans l'air)</p>	<p>$\Sigma \text{ QD} > 1$</p> <p>Pour Cd, aucune population ne réside dans l'ensemble des mailles où QD > 1, Pour Mn, QD > 1 dans 141 mailles recensant 264 personnes en tout.</p> <p>Si on ajoute le bruit de fond (tableau 48), alors :</p> <p>QD_{NOx} = 1,4 - QD_{Cd} = 1,7 - QD_{PM2,5} = 1,1 - QD_{Mn} = 8 à 9 QD_{PM10} = 0,65 - QD_{SO2} = 0,7 (QD autres polluants < 1)</p>
Substances sans seuil d'effet	Population générale	<p><u>Concentrations</u> dans l'air modélisées à partir des émissions industrielles.</p> <p><u>Scénario « pire cas » :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> concentrations max. expo. 100 % du temps vie entière (enfant/adulte sur 30 ans au total) 	<p>Risque attribuable aux industriels :</p> <p>$\Sigma \text{ ERI} = 7,3 \cdot 10^{-5}$</p> <p>Risque global (indust. + fond) :</p> <p>$\Sigma \text{ ERI} = 9,3 \cdot 10^{-5}$</p>	<p>Polluants qui « tirent » le risque :</p> <p>Cr (VI) : ERI = 3,1.10⁻⁵ (42 % de $\Sigma \text{ ERI}$) Benzène: ERI = 2,4.10⁻⁵ (33 % de $\Sigma \text{ ERI}$) Cd : ERI = 1,4.10⁻⁵ (19 % de $\Sigma \text{ ERI}$) Ni : ERI = 0,13.10⁻⁵ (1,8 % de $\Sigma \text{ ERI}$) Butadiène : ERI = 0,11.10⁻⁵ (1,5 % de $\Sigma \text{ ERI}$) ($\Sigma \text{ ERI}$ autres traceurs = 0,04.10⁻⁵) (Pas de mesures de Cr (VI) et Cd dans l'air)</p>	<p>$\Sigma \text{ ERI} > 10^{-5}$</p> <p>Aucune population ne réside dans l'ensemble des mailles dans lesquelles ERI > 10⁻⁵ [pour les 3 polluants concernés : Cd, Cr(VI), benzène]</p> <p><i>Si on ajoute le bruit de fond</i> (tableau 48), <i>ERI_{benzène} n'est pas notablement modifié</i> (pas de données de bruit de fond pour Cr et Cd)</p>

Tableau 51 : risque sanitaire par ingestion, dans la zone d'étude de Dunkerque.

Type d'effet	Cible	Scénario	Risque sanitaire (à partir données 2004)	Remarques	Conclusion																													
Substances à seuil d'effet	Enfant + adulte	Modélisation dépôts max. Conso. par tranche d'âge : sol/végétaux/prod. animale.	Risque attribuable aux industriels : $\Sigma QD_{ZEAT} = 0,8$ $\Sigma QD_{agri.} = 2,0$ Risque global (indust. + bruit fond) $\Sigma QD_{ZEAT} = 2,7$ $\Sigma QD_{agri.} = 3,9$	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Substance</th> <th colspan="2">QD</th> </tr> <tr> <th>Attribuable industries</th> <th>Total (indust. + BF)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>As</td> <td>0,043</td> <td>0,64</td> </tr> <tr> <td>Cd</td> <td>0,06</td> <td>0,51</td> </tr> <tr> <td>Cr</td> <td>0,000006</td> <td>0,0017</td> </tr> <tr> <td>Hg</td> <td>0,003</td> <td>0,14</td> </tr> <tr> <td>Ni</td> <td>0,00042</td> <td>0,067</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>0,02</td> <td>0,24</td> </tr> <tr> <td>PCDD ZEAT</td> <td>0,67</td> <td>1,14</td> </tr> <tr> <td>PCDD agri.</td> <td>1,90</td> <td>2,26</td> </tr> </tbody> </table>	Substance	QD		Attribuable industries	Total (indust. + BF)	As	0,043	0,64	Cd	0,06	0,51	Cr	0,000006	0,0017	Hg	0,003	0,14	Ni	0,00042	0,067	Pb	0,02	0,24	PCDD ZEAT	0,67	1,14	PCDD agri.	1,90	2,26	QD moyenné sur 30 ans. La tranche d'âge 3-5 ans est la plus exposée. Scénario basé sur dépôts max. Les PCDD « tirent » le risque, mais apport important des sols + alim. nationale et absence de productions alim. dans maille dépôts max. ZEAT : conso alim. ZEAT (Ciblex) Agri. : conso. alim. majorantes
				Substance		QD																												
Attribuable industries	Total (indust. + BF)																																	
As	0,043	0,64																																
Cd	0,06	0,51																																
Cr	0,000006	0,0017																																
Hg	0,003	0,14																																
Ni	0,00042	0,067																																
Pb	0,02	0,24																																
PCDD ZEAT	0,67	1,14																																
PCDD agri.	1,90	2,26																																
Substances sans seuil d'effet	Enfant + adulte	Modélisation dépôts max. Conso. par tranche d'âge : sol/végétaux/prod. animale.	Risque attribuable aux industriels : $\Sigma ERI = 0,8 \cdot 10^{-5}$ Risque global (indust. + bruit fond) $\Sigma ERI = 12 \cdot 10^{-5}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Substance</th> <th colspan="2">ERI</th> </tr> <tr> <th>Attribuable industries</th> <th>Total (indust. + BF)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>As</td> <td>$0,83 \cdot 10^{-5}$</td> <td>$12 \cdot 10^{-5}$</td> </tr> <tr> <td>BaP ZEAT</td> <td>$0,0062 \cdot 10^{-5}$</td> <td>$0,022 \cdot 10^{-5}$</td> </tr> <tr> <td>BaP agri.</td> <td>$0,051 \cdot 10^{-5}$</td> <td>$0,065 \cdot 10^{-5}$</td> </tr> <tr> <td>ΣERI</td> <td> $0,8 \cdot 10^{-5}$ (ZEAT) $0,9 \cdot 10^{-5}$ (agri.) </td> <td> $12 \cdot 10^{-5}$ (ZEAT) $12 \cdot 10^{-5}$ (agri.) </td> </tr> </tbody> </table>	Substance	ERI		Attribuable industries	Total (indust. + BF)	As	$0,83 \cdot 10^{-5}$	$12 \cdot 10^{-5}$	BaP ZEAT	$0,0062 \cdot 10^{-5}$	$0,022 \cdot 10^{-5}$	BaP agri.	$0,051 \cdot 10^{-5}$	$0,065 \cdot 10^{-5}$	ΣERI	$0,8 \cdot 10^{-5}$ (ZEAT) $0,9 \cdot 10^{-5}$ (agri.)	$12 \cdot 10^{-5}$ (ZEAT) $12 \cdot 10^{-5}$ (agri.)	L'arsenic provenant du bruit de fond sol induit un ERI $> 10^{-5}$ qui représente la totalité du risque par ingestion et qui découle de l'ingestion de sol. (pas de mesures de bruit de fond en As dans les sols) Le risque sanitaire attribuable aux exploitants est négligeable. ZEAT : conso alim. ZEAT (Ciblex) Agri. : conso. alim. majorantes												
Substance	ERI																																	
	Attribuable industries	Total (indust. + BF)																																
As	$0,83 \cdot 10^{-5}$	$12 \cdot 10^{-5}$																																
BaP ZEAT	$0,0062 \cdot 10^{-5}$	$0,022 \cdot 10^{-5}$																																
BaP agri.	$0,051 \cdot 10^{-5}$	$0,065 \cdot 10^{-5}$																																
ΣERI	$0,8 \cdot 10^{-5}$ (ZEAT) $0,9 \cdot 10^{-5}$ (agri.)	$12 \cdot 10^{-5}$ (ZEAT) $12 \cdot 10^{-5}$ (agri.)																																

ANNEXE IV

ETUDE DE ZONE DE

FOS - SUR - MER

Tableau 52 : présentation générale de l'étude de zone de Fos-sur-Mer.

Prestataire	BURGEAP
Durée de l'étude	Cahier des charges : juillet 2006. Début de l'étude : automne 2006. Rapport de synthèse : 5 mai 2008.
Maître d'ouvrage	S3PI
Pilotage	COPIL composé d'exploitants, du port autonome, de l'administration (DRIRE, DDASS, CIRE), des représentants des communes concernées par l'ERS, de l'association agréée pour la surveillance de la qualité de l'air (AASQA).
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> - déterminer la zone d'influence des rejets de la zone industrialo-portuaire (ZIP) de Fos-sur-Mer ; - évaluer le risque sanitaire chronique et aiguë (ERS basée sur guide méthodologique INERIS) actuel (base émissions de 2005) et futur (projection sur 2011) : <ul style="list-style-type: none"> • attribuable aux émissions industrielles ; • attribuable aux expositions globales (émissions industrielles + bruit de fond lié au trafic routier, maritime et ferroviaire + fond géochimique) ; - identifier les groupes de populations les plus exposés ; - dégager les priorités de gestion des risques si nécessaire sur cette zone et identifier les polluants nécessitant une action de réduction des émissions et une action de surveillance dans l'environnement.
Zone d'étude	Dimensions : 22 × 22 km, centrée sur Fos-sur-Mer. <i>(Le choix de l'aire de la zone d'étude provient des résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions industrielles de SO₂ de la ZIP).</i>
Cahier des charges (contenu)	<p>Cahier des charges établi par l'INERIS (juillet 2006). Contient :</p> <ul style="list-style-type: none"> - liste des exploitants ; - bilan des émissions industrielles (flux) ; - bilan des émissions liées aux trafics automobile, maritime et ferroviaire ; - choix des VTR ; - choix des traceurs du risque : <ul style="list-style-type: none"> • <u>Inhalation</u> (air) : SO₂, NO_x, PM₁₀, HCl, HF, Benzène, CVM, 1,2-dichloroéthane, Cd, Cr, Mn, Ni, Pb, As, Co, Sb, Hg, HAP ; • <u>Ingestion</u> : <ul style="list-style-type: none"> ◇ Dépôts : Sb, As, Cd, Cr, Co, Hg, Pb, Ni, Mn, HAP, PCDD ; ◇ Aqueux : Cr, Cd, As, Mn, Hg, Ni, Pb, 1,2-dichloroéthane, HAP ; - voies d'exposition : inhalation et ingestion ; - recensement des populations ; - choix des voies et vecteurs d'exposition : <ul style="list-style-type: none"> • Inhalation ; • Ingestion directe de poussières de sol ; • Ingestion liée à la consommation de : <ul style="list-style-type: none"> ◇ pêche et ramassage des coquillages ; ◇ consommations de fruits et légumes (présence de potagers) ; ◇ consommation de viande de mouton et d'œufs ; ◇ lait maternel ; - scénarios de consommation alimentaire.

Tableau 53 : liste des entreprises retenues dans l'étude de zone de Fos-sur-Mer.

Entreprise	Activité
Arcelor Mittal	Sidérurgie
Arkema/Vinylfos/Thermphos	Chimie : production chlore-soude ; matières plastiques
Ascometal	Sidérurgie (fil et barres d'acier)
Basell	Production de polyéthylène
Cap Vrac (projet)	Stockage de matières minérales
CICF	Production de chaux
Ciments Lafarge	Broyage, concassage de matières minérales (clinker)
Dépôt pétrolier de la Crau	Stockage de produits pétroliers
Dépôt pétrolier de Fos	Stockage de produits pétroliers
ESSO	Raffinerie de pétrole
EVERE (projet)	Traitement de déchets ménagers (valorisation thermique)
Ferifos	Maintenance de matériels ferroviaires et de conteneurs
Gagneraud	Traitement de minerai (bouletage de déchets)
GDF Cycofos (projet)	Chaudière à gaz
KERNEOS	Cimenterie
Lyondell	Chimie : production oxyde de titane, MTBE...
Port autonome de Marseille (PAM)	Déchargement de pétrole
RTDH	Traitement partie orga. eaux de déballastage des navires
Solamat – Merex	Traitement de déchets industriels
SPSE	Stockage de produits pétroliers
Terminal minéralier – Carfos	Déchargement de minerais
Total additif carburant	Déchargement et stockage de produits pétroliers

Tableau 54 : émissions industrielles dans l'atmosphère retenues dans l'étude de zone de Fos.

Polluant	Emissions annuelles (kg/an)	
	2005	2011
NOx	10 166 463	10 688 312
SO ₂	15 644 187	12 288 072
HCl	29 228	54 296
HF	11 807	14 360
Cl ₂	2 320	2 320
PM ₁₀	27 421 597	26 849 395
PM _{2,5}	9 255 306	8 977 867
Antimoine	763	847
Arsenic	310	328
Cadmium	647	753
Chrome	1 566	1 586
Cobalt	170	269
Manganèse	3 915	3 898
Mercure	135	247
Nickel	3 106	3 191
Plomb	9 596	10 452
PCDD/PCDF	0,00997	0,00625
HAP (eq BaP)	347	347
COV totaux	3 118 154	3 047 066
Acétaldéhyde	286 183	286 183
Acrylonitrile	193	193
Aldéhydes/cétones (assimilées formol)	-	212
Benzène	41 443	38 766
1,3-butadiène	159	150
Chlorure de vinyle	-	9 444
1,2-dichloroéthane	132 328	132 403
Hexane	1 102 863	1 134 262
MTBE	425 234	420 834
Naphtalène	74 033	75 002
Oxyde d'éthylène	167	167
Oxyde de propylène	9 818	9 818

Bilans des émissions communiqués par les 22 exploitants retenus pour :

- l'année 2005 (mesures à l'émission) ;
- l'année 2011 (données prévisionnelles).

Tableau 55 : émissions maritimes atmosphériques retenues dans l'étude de zone de Fos-sur-Mer.

Polluant	Emissions annuelles (kg/an)			
	Année 2005		Année 2010	
	Trafic routier	Trafic maritime	Trafic routier	Trafic maritime
SO ₂		1 742		1 874
NOx	317 045	1 836	267 244	1 966
Particules	19 980	209	14 791	230

Bilan des émissions provenant de la circulation routière, établi à partir :

- de l'état du trafic routier (données de la DDE) ;
- de la répartition du parc automobile (informations ADEME – INRETS) ;
- des facteurs d'émissions (programme COPERT III, de l'Union Européenne).

Bilan des émissions provenant du trafic maritime, établi à partir :

- de l'état du trafic portuaire (données du PAM) ;
- des facteurs d'émission (étude ENTEC).

Tableau 56 : substances traceurs du risque retenues dans l'étude de Fos-sur-Mer.

Polluant	Inhalation		Ingestion	
	Effet à seuil	Effet sans seuil	Effet à seuil	Effet sans seuil
SO ₂	X			
NOx	X			
HF	X			
Cl ₂	X			
PM _{2,5}	X			
PM ₁₀	X			
Antimoine			X	
Arsenic		X	X	X
Cadmium	X	X	X	
Chrome VI		X	X	
Cobalt				
Manganèse	X		X	
Mercure			X	
Nickel	X	X	X	
Plomb	X	X	X	X
Acétaldéhyde	X	X		
Acrylonitrile		X		
Aldéhydes/cétones (assimilées formol)		X		
Benzène		X		
1,3-butadiène		X		
Chlorure de vinyle		X		
1,2-dichloroéthane		X		
Hexane	X			
MTBE		X		
Naphtalène	X	X	X	X
Oxyde d'éthylène		X		
Oxyde de propylène		X		
HAP		X		X
PCDD/PCDF			X	

Remarques :

- choix des traceurs du risque à partir :
 - des relations flux/VTR pour les substances à seuil d'effet et flux x ERU pour les substances sans seuil d'effet ;
 - du comportement des substances dans l'environnement ;
 - de l'existence d'une VTR pour la voie d'exposition concernée ;
- 28 traceurs du risque retenus pour 2005. Une substance supplémentaire ajoutée pour 2011 : le formaldéhyde ;
- l'hexane a été retenu comme traceur du risque car la majeure partie des activités de la ZIP rejettent des hydrocarbures, dont de l'hexane.

Tableau 57 : estimation des concentrations en polluants dans les milieux pour l'étude de zone de Fos-sur-Mer.

	Concentrations dans l'air	Dépôts sur le sol	Remarques	Comparaison avec valeurs de référence
Air	Modélisation (ADMS)	Modélisation (ADMS)	<u>Météo locale</u> : données horaires sur 5 ans <u>Flux</u> (voir tableau 54)	Pas de dépassement des valeurs de référence existantes
	Reprise des mesures existantes (année 2005) (capteurs AIRFOBEP)	-	Polluants mesurés : SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , As, Ni, Cd, Pb, Cr _{total} , benzène	Pas de dépassement des valeurs guide (VG) de l'OMS pour les polluants concernés : SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , Pb
	Concentrations dans les milieux		Remarques	Comparaison avec valeurs de référence
Sols	Modélisation (modèle « BURGEAP »)		<u>Polluants modélisés</u> : traceurs du risque	
	Mesures spécifiques réalisées pour l'étude, par BURGEAP : Couches 0-2 cm et 0-30 cm		<u>Polluants mesurés</u> : • Indice hydrocarbure ; • Métaux : As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Co, Mn, Sb, Hg ; • HAP ; • PCDD0	<u>Métaux</u> : dépassement valeurs de référence* pour : Cd, Cu, Pb, Zn, Sb, As.
Végétaux	Modélisation (modèle « BURGEAP »)		<u>Polluants modélisés</u> : traceurs du risque	
	Mesures spécifiques réalisées pour l'étude, par BURGEAP, dans potager : (tomate, aubergine)		<u>Polluants mesurés</u> : • Hydrocarbures totaux; • Métaux : As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Co, Mn, Sb, Hg • HAP • PCDD	<u>Métaux</u> : pas de dépassement des valeurs de référence** <u>HAP/PCDD</u> : pas de référence
Chaîne alim. animale :	Modélisation (modèle « BURGEAP ») : mouton, œufs		<u>Polluants modélisés</u> : traceurs du risque	
	Reprise des mesures de suivi effectuées par les Cabinets RAMADE et CREOCLEAN, pour les industriels de la ZIP : poissons et coquillages.		<u>Polluants mesurés</u> : • Métaux : As, Cd, Pb, Hg, Ni, Cr(VI)	
	Mesures réalisées sur des poissons et des coquillages.		<u>Polluants mesurés</u> : • Métaux : As, Cd, Pb, Hg, Ni, Cr	
Lait maternel	Modélisation (modèle « BURGEAP »)		<u>Polluants modélisés</u> : traceurs du risque	

Modèle « BURGEAP » : il est basé sur les équations des modèles MPE et HHRAP.

* Valeurs de référence pour les sols : concentrations dans les sols ordinaires (INRA, 1997).

** Valeurs de référence pour les végétaux, selon les polluants :

- contamination des sols vers les plantes ADEME, 2005, EDP Sciences ;
- règlement CE/466/201 ;
- CSHPF, 1996.

Tableau 58 : concentrations atmosphériques modélisées retenues dans l'étude de zone de Fos-sur-Mer.

Polluant	Concentrations moyennes annuelles modélisées au récepteur le plus impacté ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Concentrations mesurées dans l'environnement hors du PAM (Val. moy. AIRFOBEP – 2005) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	2005	2011	
SO ₂	13,9	13,1	6 – 17 (6 stations)
NOx	16,4	13,9	15 – 36 (2 stations)
HF	0,0012	0,0047	
Cl ₂	0,0029	0,0029	
PM _{2,5}	4,96	5,3	
PM ₁₀	0,35	0,31	26 – 27 (2 stations)
Antimoine	0,0003	0,0004	
Arsenic	0,00017	0,00017	0,0013 (1 station)
Cadmium	0,00015	0,00025	0,0004 (1 station)
Chrome VI	0,000086	0,000092	
Cobalt	0,000046	0,00016	
Manganèse	0,0021	0,0021	
Mercure	0,000068	0,00018	
Nickel	0,0016	0,0016	0,0098 (1 station)
Plomb	0,0009	0,0015	0,0018 (1 station)
Acétaldéhyde	0,027	0,026	
Acrylonitrile	0,00061	0,00060	
Aldéhydes/cétones (assimilées formol)		0,00094	
Benzène	0,13	0,12	1,3 (1 station)
1,3-butadiène	0,00036	0,00034	
Chlorure de vinyle	0,018	0,0019	
1,2-dichloroéthane	0,27	0,27	
Hexane	4,46	4,41	
MTBE	1,17	1,10	
Naphtalène	0,0364	0,0368	
Oxyde d'éthylène	0,00053	0,00053	
Oxyde de propylène	0,026	0,026	
HAP	0,0000275	0,0000275	
PCDD/PCDF	$7,8 \cdot 10^{-10}$	$8,1 \cdot 10^{-10}$	

Impact du trafic maritime sur les concentrations en polluants dans l'environnement : 50 % pour les NOx, 39 % pour le SO₂, 12 % pour les PM_{2,5} pour les habitants de Port-Saint-Louis-du-Rhône

Tableau 59 : concentrations dans les milieux et IEM, pour l'étude de zone de Fos-sur-Mer.

AIR					
Substance mesurée	Référence (µg/m ³)	Valeurs mesurées (µg/m ³)	Nombre stations mesure	Commentaires	
SO ₂	50 (VG-OMS)	6-17	6	Dépassement valeur de référence pour les PM ₁₀ , mais l'impact essentiel provient du bruit de fond [concentrations en poussières (PM ₁₀ + PM _{2,5}) dues aux exploitants, de l'ordre de 5 µg/m ³ – voir tableau précédent].	
NOx	40 (VG-OMS)	15-36	2		
PM ₁₀	20 (VG-OMS)	26-27	2		
Benzène	2 (objectif qual. air)	1,3	1		
As		0,0013	1		
Ni		0,0098	1		
Cd		0,0004	1		
Pb		0,0177	1		
SOLS					
Substance mesurée	Référence (mg/kg MS) (Valeurs INRA pour les métaux)	Valeurs mesurées (mg/kg MS)	Nombre points mesure	Commentaires	
				Nbre de pts où dépassement val. référence	
As	1-25	6,1-48	6	1 sur 6	Nombreux dépassement des valeurs de référence pour Cd, Cu, Pb, Zn, Sb. Un seul point de mesure en dépassement pour l'arsenic.
Cd	0,05-0,45	<1-3,2	6	4 sur 6	
Cr	10-90	14-36	6	0 sur 6	
Cu	2-20	10-54	6	5 sur 6	
Ni	2-60	13-23	6	0 sur 6	
Pb	9-50	38-190	6	4 sur 6	
Zn	10-100	93-723	6	5 sur 6	
Co	2-23	<1-9	6	0 sur 6	
Mn	110-4 600	277-666	6	0 sur 6	
Sb	0,05-1,5	1,7-9,2	6	6 sur 6	
Hg	0,02-0,2	<0,1-0,1	6	0 sur 6	
HAP	25	0,62-17	6	0 sur 6	
PCDD	0,2-17.10 ⁻⁶	1,9-5,1.10 ⁻⁶	6	0 sur 6	
VEGETAUX					
Les substances mesurées dans les végétaux sont identiques aux substances mesurées dans les sols. Les concentrations mesurées sont très inférieures aux valeurs de référence (valeurs réglementaires ou non).					
POISSONS					
Substance mesurée	Référence (mg/kg MF)	Valeurs mesurées (mg/kg MF)	Commentaires		
Cr		0,038	Mesures réalisées sur 1 turbot, 40 soles et 17 raies pêchés dans les darses 1 et 2. Concentrations mesurées < valeurs réglementaires. Les concentrations en polluants dans les coquillages n'ont pas été trouvées dans le rapport de BURGEAP, mais utilisées pour l'ERS ingestion (citation de mesures de suivi par les Cabinets RAMADE et CREOCLEAN)		
Ni		0,044			
As		19,1			
Cd	0,05	0,005			
Pb	0,2	0,021			
Hg	0,5	0,092			

Tableau 60 : scénarios d'exposition retenus pour l'étude de Fos-sur-Mer.

Voie d'expo.	Milieu	Exposition chronique		
		Scénario * « riverains »	Scénario ** « école »	Scénario *** « travailleurs »
Inhalation	Air contaminé par les émissions de polluants atmosphériques.	X (adulte / enfant)	X (enfant)	X (adulte)
Ingestion	Sol superficiel contaminé par les dépôts issus des émissions atmosphériques.	X (adulte / enfant)	X (enfant)	
	Végétaux contaminés par transfert de la pollution du sol.	X (adulte / enfant)		
	Produits issus d'animaux élevés localement et contaminés par leur chaîne alimentaire : viande de mouton ; œufs ; poissons et coquillage.	X (adulte / enfant)		
	Lait maternel.	X (nourrisson)		

* Scénario « riverains » :

- nourrissons entre 0 et 6 mois ;
- enfants et adultes résidant dans les logements, exposés 100 % du temps.

** Scénario « école » :

Enfants allant à l'école, 4,5 jours/semaine, 8 heures/jour :

- inhalant polluants gazeux ;
- ingérant du sol superficiel (couche de 1 cm).

*** Scénario « travailleurs » :

Travailleurs dans la ZIP exposés sur leur lieu de travail 8 heures/jour, 236 jours/an, soit pour le calcul de la concentration moyenne inhalée (CI) :

$$CI_{\text{travailleurs}} = 22 \% \text{ de } CI_{\text{modélisée lieu de travail}} + 78 \% \text{ } CI_{\text{lieu de résidence le plus exposé}}$$

Tableau 61 : scénarios d'exposition retenus pour l'étude de Fos-sur-Mer (suite et fin).

	Scénario d'exposition par ingestion
<ul style="list-style-type: none"> - Concentration au récepteur le plus exposé. - Durée d'exposition vie entière : 30 ans. - Expo population générale et expo « travailleurs » de la ZIP. 	<ul style="list-style-type: none"> - milieux retenus : sols ; eau potable ; produits végétaux ; produits d'origine animale : œufs, mouton, poisson (les concentrations dans les poissons et coquillages n'ont pas été modélisées, mais mesurées) ; - 4 classes d'âge : <ul style="list-style-type: none"> • 0-6 mois ; 2-7 ans ; 7-12 ans ; adulte ; - durée d'exposition égale à : <ul style="list-style-type: none"> • 6 mois pour le nourrisson ; • 7 ans pour le petit enfant ; • 11 ans pour l'enfant ; • 30 ans pour une vie adulte ; • 30 ans pour une vie entière, dont 7 ans d'exposition vie « petit enfant », 11 ans d'exposition vie « enfant » et 12 ans d'exposition vie « adulte ». - 2 scénarios d'autoconsommation ; <ul style="list-style-type: none"> • scénario « majorant » intégrant taux d'autoconsommation de familles d'agriculteurs ; • scénario « moyen » intégrant taux d'autoconsommation de la population française générale (conso. ZEAT). <p>Données de consommation adaptées au contexte local : utilisation des données de la base CIBLEX pour la ZEAT Méditerranée.</p>

Tableau 62 : risque sanitaire par inhalation, dans la zone d'étude de Fos-sur-Mer.

Type d'effet	Cible	Scénario	Risque sanitaire	Remarques	Conclusion
Substances à seuil d'effet	Population générale	<p><u>Concentrations</u> dans l'air modélisées.</p> <p>Scénario « pire cas » :</p> <ul style="list-style-type: none"> récepteur le plus impacté expo 100 % du temps 	<p>$\Sigma QD_{(2005)} = 0,45$</p> <p>$\Sigma QD_{(2011)} = 0,46$</p>	<p>$\Sigma QD_{(2005)} = \Sigma QD_{(2011)}$</p> <p>Polluants qui « tirent » le risque :</p> <p>PM_{2,5} : 74 % de ΣQD</p> <p>Mn : 12 % de ΣQD</p> <p>Ni : 4 % de ΣQD</p> <p>Cl₂ : et naphtalène : 3 % de ΣQD chacun</p> <p>Σ autres traceurs : 3 % de ΣQD</p>	<p>$\Sigma QD < 1$</p> <p><u>Mais SO₂ et NO_x non pris en compte par le prestataire.</u></p> <p>Si pris en compte :</p> <p>$\Sigma QD_{(2005)} = 1,13$</p> <p>$\Sigma QD_{(2011)} = 1,11$</p>
	Travailleurs ZIP	<p><u>Concentrations</u> dans l'air modélisées.</p> <p><u>Entreprise la plus exposée</u> (Terminal minéralier)</p>	<p>$\Sigma QD_{(2005)} = 6,2$</p> <p>(pour entreprise la plus exposée)</p>	<p>Polluants qui « tirent » le risque :</p> <p>PM_{2,5} : 50 à 98 % de ΣQD, (selon entreprises)</p> <p>Terminal minéralier : $\Sigma QD = 6,2$</p> <p>Autres entreprises (par : $\Sigma QD \downarrow$) :</p> <p>Solamat Merex : $\Sigma QD = 0,61$</p> <p>Arcelor : $\Sigma QD = 0,28$</p>	<p>$\Sigma QD > 1$ pour une seule entreprise (terminal minéralier) mais calcul à partir de VTR et non de VME.</p> <p>⇒ majoration du risque.</p>
Substances sans seuil d'effet	Population générale	<p><u>Concentrations</u> dans l'air modélisées.</p> <p>Scénario « pire cas » :</p> <ul style="list-style-type: none"> récepteur le plus impacté expo 100 % du temps durée d'expo. : 30 ans adulte / vie entière 	<p>$\Sigma ERI_{(2005)} = 0,5 \cdot 10^{-5}$</p> <p>$\Sigma ERI_{(2011)} = 0,5 \cdot 10^{-5}$</p>	<p>$\Sigma ERI_{(2005)} = \Sigma ERI_{(2011)}$</p> <p>Polluants qui « tirent » le risque :</p> <p>Dichloroéthane : 49 % de ΣERI</p> <p>Chrome (VI) : 28 % de ΣERI</p> <p>Benzène : 6 % de ΣERI</p> <p>Nickel : 5 % de ΣERI</p> <p>Σ autres traceurs : 12 % de ΣERI</p>	<p>$\Sigma ERI < 10^{-5}$</p> <p>Scénario enfant :</p> <p>$\Sigma ERI_{(2005)} = 1,3 \cdot 10^{-6}$</p> <p>$\Sigma ERI_{(2011)} = 1,2 \cdot 10^{-6}$</p>
	Travailleurs ZIP	<p><u>Concentrations</u> dans l'air modélisées</p> <p><u>Entreprise la plus exposée</u> (Arkema)</p>	<p>$\Sigma ERI_{(2005)} = 6,2 \cdot 10^{-5}$</p> <p>(pour entreprise la plus exposée)</p>	<p>Polluants qui « tirent » le risque ZIP : surtout le dichloroéthane, puis Cr(VI), benzène et MTBE</p> <p>3 entreprises présentent $\Sigma ERI > 10^{-5}$:</p> <p>Arkema : $ERI = 6,2 \cdot 10^{-5}$</p> <p>Ascométal : $ERI = 1,1 \cdot 10^{-5}$</p> <p>Lyondell : $ERI = 1,0 \cdot 10^{-5}$</p>	<p>$\Sigma ERI > 10^{-5}$ pour 3 entreprises, mais calcul à partir de ERU et non VME</p> <p>⇒ majoration du risque.</p>

Tableau 63 : risque sanitaire par ingestion, dans la zone d'étude de Fos-sur-Mer.

Type d'effet	Cible	Scénario	Risque sanitaire	Remarques	Conclusion
Substances à seuil d'effet	Enfant 2-7 ans	Concentrations : modélisées <u>Ingestion</u> : sol, œufs, végétaux, mouton	moyen (ZEAT) Σ QD = 0,028	A partir DJE modélisation (sols + œufs + végétaux + mouton) + DJE mesures environnement (poisson et coquillages) : Σ QD ingestion enfant, moyen = 0,72 Σ QD ingestion enfant, majorant = 0,81 Σ QD ingestion adulte, moyen = 0,26 Σ QD ingestion adulte, majorant = 0,30 Poisson et coquillages représentent : • 96 % du risque total ingestion (pour le scénario moyen) • 85 % du risque total ingestion (pour le scénario maj.) L'arsenic représente : • 95 % du risque ingestion poisson • 68 % du risque ingestion coquillages • 88 % du Σ QD ingestion adulte/enfant	Σ QD < 1
			majorant (agriculteur) Σ QD = 0,119		
		Concentrations : mesurées <u>Ingestion</u> : poissons et coquillages	Σ QD = 0,69		
	Adulte	Concentrations : modélisées <u>Ingestion</u> : sol, œufs, végétaux, mouton	moyen (ZEAT) Σ QD = 0,008		
			majorant (agriculteur) Σ QD = 0,047		
		Concentrations : mesurées <u>Ingestion</u> : poissons et coquillages	Σ QD = 0,25		
Substances sans seuil d'effet	Enfant 2-7 ans	Concentrations : modélisées <u>Ingestion</u> : sol, œufs, végétaux, mouton	moyen (ZEAT) Σ ERI ₍₂₀₀₅₎ = 7,3.10 ⁻⁸	Scénario moyen = scénario majorant : A partir DJE modélisation (sols + œufs + végétaux + mouton) + DJE mesures environnement (poisson et coquillages) : Σ ERI ingestion enfant(2005) = 2,5.10 ⁻⁵ Σ ERI ingestion adulte(2005) = 4,5.10 ⁻⁵ Σ ERI ingestion vie entière(2005) = 7,6.10 ⁻⁵ Poisson et coquillages représentent 97 % du risque total ingestion L'arsenic représente environ 99 % du Σ ERI ingestion, enfant / adulte / vie entière. Σ ERI ingestion (2011) = Σ ERI ingestion (2005) A partir mesures métaux dans sols (couche 0-2 cm), au point conc. max. : • ERI arsenic, sol, vie entière = 1,9.10 ⁻⁴ • QD arsenic, sol, enfant = 1,6	Σ ERI > 10 ⁻⁵ (à cause des teneurs en arsenic mesurées dans poissons et coquillages) Fond géochimique en As induit QD > 1 et ERI > 10 ⁻⁵ pour ingestion sol
			majorant (agriculteur) Σ ERI ₍₂₀₀₅₎ = 7,7.10 ⁻⁸		
		Concentrations : mesurées <u>Ingestion</u> : poissons et coquillages	Σ ERI ₍₂₀₀₅₎ = 2,9.10 ⁻⁵		
	Adulte	Concentrations : modélisées <u>Ingestion</u> : sol, œufs, végétaux, mouton	moyen (ZEAT) Σ ERI ₍₂₀₀₅₎ = 2,8.10 ⁻⁸		
			majorant (agriculteur) Σ ERI ₍₂₀₀₅₎ = 3,4.10 ⁻⁸		
		Concentrations : mesurées <u>Ingestion</u> : poissons et coquillages	Σ ERI ₍₂₀₀₅₎ = 4,5.10 ⁻⁵		
	Vie entière	Concentrations : modélisées <u>Ingestion</u> : sol, œufs, végétaux, mouton	moyen (ZEAT) Σ ERI ₍₂₀₀₅₎ = 1,4.10 ⁻⁷		
			majorant (agriculteur) Σ ERI ₍₂₀₀₅₎ = 1,5.10 ⁻⁷		
		Concentrations : mesurées <u>Ingestion</u> : poissons et coquillages	Σ ERI ₍₂₀₀₅₎ = 7,6.10 ⁻⁵		

ANNEXE V

ETUDE DE ZONE DE

LACQ

Tableau 64 : présentation générale de l'étude de zone de Lacq.

Prestataire	BURGEAP
Durée de l'étude	Cahier des charges : ? Début de l'étude : 2005. Rapport de synthèse : mai 2007.
Maître d'ouvrage	S3PI
Pilotage	COPIL
Objectifs	Evaluer le risque sanitaire chronique lié aux rejets atmosphériques de la zone industrielle de Lacq au moment de l'étude, dans le but de constituer un état de référence dans l'optique de l'impact des futurs rejets de la zone de Lacq.
Zone d'étude	Dimensions : 26 × 22,7 km, centrée sur la zone industrielle de Lavéra. <i>(Le choix de l'aire de la zone d'étude provient des résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions industrielles de SO₂ (polluant le plus « contraignant » de la ZI de Lacq).</i>
Cahier des charges	Cahier des charges : ? <i>(Voir la rubrique « objectifs » ci-dessus)</i>

Tableau 65 : liste des entreprises retenues dans l'étude de zone de Lacq.

Entreprise	Activité
UIOM	Incinération de déchets ménagers
TEPF	Production de gaz, d'huile et de soufre
YARA	Fabrication d'engrais
ARKEMA Mont	Fabrication du Lactame 12 (matière première pour polyamide)
ARKEMA Lacq/Mourenx	Chimie du soufre – produits intermédiaires de la chimie orga.
SOBEGI	Traitement et stockage de déchets liquides et solides
CELANESE	Chimie de base (acétylène)
SMURFIT ROL PIN	Fabrication de résines phénoliques et imprégnation de papier
ARISTA	Fabrication d'insecticides et d'herbicides
CEREXAGRI	Fabrication de produits phytosanitaires
SOFICAR	Fabrication de fibres de carbone
SOGIF	Production de fluides (oxygène, hydrogène)
SBS	Synthèse pharmaceutique
KNAUF	Fabrication de polystyrène expansé
FINORGA	Fabrication de principes actifs pharmaceutiques
LUBRIZOL	Fabrication d'additifs
SPEICHIM	Recyclage de solvants
SANOFI	Fabrication de principes actifs pharmaceutiques
CHIMEX	Chimie pour la cosmétique

Les entreprises sont réparties sur 4 sites industriels.

Tableau 66 : émissions industrielles atmosphériques retenues dans l'étude de zone de Lacq.

Polluant	Emissions annuelles 2003 (avec révision en 2005) (val. retenues pour la modélisation) (kg/an)	Polluant	Emissions annuelles 2003 (avec révision en 2005) (val. retenues pour la modélisation) (kg/an)
NOx	1 299 386	PCDD/PCDF	14,1
SO ₂	12 927 234	HAP (eq. BaP)	4,1
HCl	6 749	Acétaldéhyde	178 608
HCN	2 233	Formaldéhyde	350
NH ₃	20 589	Acroléine	21
H ₂ S	4 096	Acétate de vinyle monomère (AVM)	510 048
PM ₁₀	34 725	Benzène	13 785
Antimoine	0,9	Toluène	815 000
Arsenic	1,5	Hexane	702 867
Cadmium	1,06	Tétrachloroéthylène	4,1
Cobalt	6,8	Chlorure de vinyle	4,1
Chrome III	30,4	Dichlorométhane	6 476
Chrome VI		Hexachlorobenzène	4,1
Cobalt	6,8	Pentachlorophénol	4,1
Cuivre	148	Oxyde d'éthylène	10 949
Manganèse	4,6	Dioxane	916
Mercure	1,8	Diméthylformamide (DMF)	5 164
Nickel	57,5	2-ethoxyéthanol	9,1
Plomb	4,3	Tétrahydrofurane	8 061
Zinc	146	Tétrachlorométhane	4,1
Silice (SiO ₂)	265		

Tableau 67 : substances traceurs du risque retenues pour l'étude de zone de Lacq.

Polluant	Inhalation		Ingestion	
	Effet à seuil	Effet sans seuil	Effet à seuil	Effet sans seuil
NOx	X			
SO ₂	X			
HCl	X			
HCN	X			
NH ₃	X			
H ₂ S	X			
PM ₁₀	X			
Antimoine	X		X	
Arsenic	X	X	X	X
Cadmium	X	X	X	
Chrome III	X		X	
Chrome VI	X	X	X	
Cobalt	X		X	
Cuivre	X		X	
Manganèse	X		X	
Mercuré	X		X	
Nickel	X	X	X	
Plomb		X	X	X
Zinc			X	
Silice (SiO ₂)	X			
PCDD/PCDF				
HAP (eq BaP)		X	X	X
Acétaldéhyde	X	X		
Formaldéhyde	X	X		
Acroléine	X			
Acétate de vinyle monomère (AVM)	X			
Benzène	X	X		
Toluène	X			
Hexane	X			
Tétrachloroéthylène		X		
Chlorure de vinyle	X	X		
Dichlorométhane	X	X		
Hexachlorobenzène		X		
Pentachlorophénol		X		
Oxyde d'éthylène	X	X		
Dioxane	X	X		
Diméthylformamide (DMF)	X			
2-éthoxyéthanol	X			
Tétrahydrofurane	X			
Tétrachlorométhane	X	X		

Tableau 68 : estimation des concentrations en polluants dans les milieux pour l'étude de zone de Lacq.

	Concentrations dans l'air	Dépôts sur le sol	Remarques	Comparaison avec valeurs de référence
Air	Modélisation (ADMS3)	Modélisation (ADMS3)	<u>Météo locale</u> : données horaires sur 5 ans <u>Flux</u> (voir tableau 66)	Dépassement de la VG de l'OMS pour le SO ₂ .
	Mesures disponibles (années 2000 à 2004) (capteurs AIRAQ)	-	Polluant mesuré : SO ₂ (autres substances : non précisé)	Conc. SO ₂ < VG de l'OMS.
	Concentrations dans les milieux		Remarques	Comparaison avec valeurs de référence
Sols	Modèle « BURGEAP ».		<u>Polluants concernés</u> : traceurs risque ingestion	-
	Pas de mesures. Pas de données bibliographiques sur le « bruit de fond ».			-
Végétaux	Modèle « BURGEAP ».		<u>Polluants concernés</u> : traceurs risque ingestion	-
	Pas de mesures. Pas de données bibliographiques.			
Chaîne alim. animale :	Modèle « BURGEAP »		<u>Polluants concernés</u> : traceurs risque ingestion	-
	Pas de mesures. Pas de données bibliographiques.		-	-

Tableau 69 : concentrations atmosphériques modélisées retenues pour l'étude de zone de Lacq.

Polluant	Conc. moy. annuelle modélisée au récepteur le plus exposé ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentrations mesurées dans le domaine d'étude (2000-2004) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NOx	2,4	
SO ₂	66	4,5 - 25,5 (moyenne sur 6 stations)
HCl	0,09	
HCN	0,02	
NH ₃	1,2	
H ₂ S	0,025	
PM ₁₀	0,5	
Antimoine	7.10^{-6}	
Arsenic	10.10^{-6}	
Cadmium	7.10^{-6}	
Chrome III	230.10^{-6}	
Chrome VI	25.10^{-6}	
Cobalt	67.10^{-6}	
Cuivre	0,0017	
Manganèse	32.10^{-6}	
Mercure	11.10^{-6}	
Nickel	450.10^{-6}	
Plomb	28.10^{-6}	
Zinc	$1\ 200.10^{-6}$	
Silice (SiO ₂)	$1\ 300.10^{-6}$	
PCDD/PCDF	$0,8.10^{-6}$	
HAP (eq BaP)	30.10^{-6}	
Acétaldéhyde	5,7	
Formaldéhyde	0,05	
Acroléine	0,0010	
Acétate de vinyle monomère (AVM)	32	
Benzène	1,4	
Toluène	62	
Hexane	62	
Tétrachloroéthylène	0,000055	
Chlorure de vinyle	0,00005	
Dichlorométhane	2,5	
Hexachlorobenzène	0,00005	
Pentachlorophénol	0,00005	
Oxyde d'éthylène	1,1	
Dioxane	0,1	
Diméthylformamide (DMF)	2,7	
2-éthoxyéthanol	0,001	
Tétrahydrofurane	0,56	
Tétrachlorométhane	0,00005	

Tableau 70 : concentrations dans les milieux et IEM, pour l'étude de zone de Lacq.

AIR				
Substance	Référence (Objectif qualité = décret n° 98-260 du 06/05/98) (µg/m³)	Concentrations mesurées Concentrations moyennes annuelles 2000-2004 sur 6 stations de mesures (µg/m³)	Concentrations tirées de la littérature (hors contexte local) (µg/m³)	Commentaires
SO ₂	50	4,5 – 25,5 (6 stations)		Pas de dépassement de la valeur de référence. Concentration moyenne annuelle en SO ₂ à la station la plus exposée : 36 µg/m ³ , en 2003.
SOLS				
Aucune concentration mesurée ni tirée de la littérature pour les sols.				
DENREES ALIMENTAIRES				
Aucune concentration mesurée ni tirée de la littérature pour les denrées alimentaires.				

Tableau 71 : scénarios d'exposition retenus pour l'étude de zone de Lacq.

<p>Inhalation</p>	<p>Pour le risque attribuable aux émissions industrielles :</p> <ul style="list-style-type: none"> - exposition aux concentrations moyennes annuelles au récepteur le plus impacté ; - taux de pénétration des polluants dans l'air intérieur des bâtiments : 100 % ; - exposition 100 % du temps ; - durée d'exposition = durée de résidence = 30 ans (suite à une enquête de terrain). <p>Pour le risque global (émissions industrielles + bruit de fond) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - pas de scénario.
<p>Ingestion</p>	<p>Pour le risque attribuable aux émissions industrielles :</p> <ul style="list-style-type: none"> - milieux retenus : <ul style="list-style-type: none"> • sols ; • produits végétaux (légumes) ; • produits d'origine animale : viande (volaille, bœuf), œufs, lait ; - concentrations dans les milieux : modélisées à partir des dépôts max. sur sol ; - 2 scénarios de consommation alimentaire, basés sur une enquête de terrain : <ul style="list-style-type: none"> • scénario « moyen » : les consommations alimentaires de denrées autoproduites correspondent à la valeur médiane des données recueillies au cours de l'enquête de terrain ; • scénario « max. » : les consommations alimentaires de denrées autoproduites correspondent au 90^{ème} percentile des données recueillies au cours de l'enquête de terrain ; - tranches d'âge pour le calcul des expositions : <ul style="list-style-type: none"> • enfant (6 ans) ; • adulte ; • exposition sur vie entière, limitée à la durée de résidence de 30 ans (6 ans « enfant » + 24 ans « adulte »). <p>Pour le risque global (émissions industrielles + bruit de fond) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - pas de scénario.

Une enquête de terrain portant sur 150 foyers (soit environ 375 personnes) résidant dans la zone d'étude a été réalisée en vue de bâtir des scénarios d'exposition par inhalation (budget espace –temps) et ingestion (consommation des denrées alimentaires autoproduites).

Tableau 72 : risque sanitaire par inhalation, dans la zone d'étude de Lacq.

Type d'effet	Cible	Scénario	Risque sanitaire	Remarques	Conclusion
Substances à seuil d'effet	Population générale	Concentrations dans l'air modélisées à partir des émissions industrielles.	$\Sigma QD_{tot.} = 2,8$	Polluants qui « tirent » le risque : SO₂ : QD = 1,3 (46 % de Σ QD) Acétaldéhyde : QD = 0,6 (21 % de Σ QD) Acétate vinyle : QD = 0,2 (7 % de Σ QD) Toluène : QD = 0,2 (7 % de Σ QD) Hexane : QD = 0,1 (3,5 % de Σ QD) Hexane : QD = 0,1 (3,5 % de Σ QD) DMF : QD = 0,1 (3,5 % de Σ QD) Acroléine : QD = 0,05 (1,8 % de Σ QD) Benzène : QD = 0,05 (1,8 % de Σ QD) (Σ QD autres traceurs = 4 % de Σ QD _{tot.})	$\Sigma QD > 1$ Seul SO ₂ a un QD > 1 (QD = 1,3)
	Adulte et enfant	Scénario : • récepteur <u>le plus impacté</u> • expo. 100 % du temps			
Substances sans seuil d'effet	Population générale	Concentrations dans l'air modélisées à partir des émissions industrielles.	$\Sigma ERI_{tot.} = 5,2 \cdot 10^{-5}$	Polluants qui « tirent » le risque : Oxyde d'éthylène: ERI = $4,0 \cdot 10^{-5}$ (77 % de Σ ERI) Acétaldéhyde : ERI = $0,7 \cdot 10^{-5}$ (13 % de Σ ERI) Benzène : ERI = $0,35 \cdot 10^{-5}$ (7 % de Σ ERI) Dichlorométhane : ERI = $0,1 \cdot 10^{-5}$ (2 % de Σ ERI) (Σ ERI autres traceurs = 1 % de Σ ERI _{tot.})	$\Sigma ERI > 10^{-5}$ ERI oxyde d'éthylène = $4 \cdot 10^{-5}$ L'oxyde d'éthylène est le seul polluant dont l'ERI dépasse la valeur repère.
	Vie entière sur 30 ans	Scénario : • récepteur <u>le plus impacté</u> • expo. 100 % du temps • durée d'expo. : 30 ans • vie entière (enfant/adulte sur 30 ans au total)			

Tableau 73 : risque sanitaire par ingestion, dans la zone d'étude de Lacq.

Type d'effet	Scénario	Cible	Risque sanitaire	Remarques	Conclusion
Substances à seuil d'effet	Conc. modélisées dans les aliments (à partir dépôts max.). <u>Ingestion</u> : sol, végétaux, productions animales. <u>Scénario max</u> : 90 ^{ème} percentile conso. alim. enquête terrain.	Enfant	$\Sigma \text{ QD} = 0,3$	Polluants qui « tirent » le risque : Dioxines (PCDD)° QD _{PCDD enfant} = 0,3 (100 % de $\Sigma \text{ QD}_{\text{enfant}}$) QD _{PCDD adulte} = 0,08 (100 % de $\Sigma \text{ QD}_{\text{adulte}}$)	$\Sigma \text{ QD} < 1$
		Adulte	$\Sigma \text{ QD} = 0,08$		
Substances sans seuil d'effet	Conc. modélisées dans les aliments (à partir dépôts max.). <u>Ingestion</u> : sol, végétaux, productions animales. <u>Scénario max</u> : 90 ^{ème} percentile conso. alim. enquête terrain.	Vie entière sur 30 ans	$\Sigma \text{ ERI} = 5,8 \cdot 10^{-9}$	Polluants qui « tirent » le risque : Arsenic : ERI = $4 \cdot 10^{-9}$ (69 % de $\Sigma \text{ ERI}$) BaP : : ERI = $1,7 \cdot 10^{-9}$ (29 % de $\Sigma \text{ ERI}$) ($\Sigma \text{ ERI}$ autres traceurs = 2 % de $\Sigma \text{ ERI}$)	$\Sigma \text{ ERI} < 10^{-5}$

ANNEXE VI

ETUDE DE ZONE DE

LAVERA

Tableau 74 : présentation générale de l'étude de zone de Lavéra.

Prestataire	ANTEA
Durée de l'étude	Cahier des charges : 2004. Début de l'étude : 2004. Rapport de synthèse : novembre 2007.
Maître d'ouvrage	Les 7 exploitants du complexe pétrochimique de Lavéra.
Pilotage	COFIL composé d'exploitants du complexe pétrochimique de Lavéra, de l'administration (DRIRE, DDASS, CIRE), de l'ADEME et de l'INERIS.
Objectifs	Objectifs, fixés par la DRIRE : «Evaluer l'impact sanitaire des installations existantes. Cette démarche pourra ensuite être étendue à d'autres sites implantés autour de l'étang de Berre. Les résultats de l'étude pourront ensuite être utilisés comme référence pour apprécier l'impact réel sur l'aspect sanitaire de toute nouvelle installation ou d'extension d'une installation existante ».
Zone d'étude	Dimensions : 10 x 10 km, centrée sur le complexe pétrochimique de Lavéra.
Cahier des charges	Cahier des charges , établi par les exploitants : « Il s'agit d'évaluer quantitativement, en fonction des données du site de Lavéra (caractéristiques des émissions atmosphériques, conditions atmosphériques locales, répartition de la population autour du site), les risques sanitaires induits par les rejets atmosphériques du complexe de Lavéra ». <i>[Il s'agit par conséquent d'une évaluation des risques sanitaires attribuables aux émissions atmosphériques des industriels du complexe de Lavéra].</i>

Tableau 75 : liste des entreprises retenues dans l'étude de zone de Lavéra.

Entreprise	Activité
ARKEMA	Fabrication de chlore (par électrolyse) et de dérivés chlorés : chlorure de vinyle monomère (CVM), chlorométhane, chlorure ferrique.
INEOS	Raffinage de pétrole / Fabrication de substances chimiques : <ul style="list-style-type: none"> • oxyde d'éthylène, éthers de glycol, amines... ; • polymères : polyisobutène (PIB), polyéthylène.
APPRYL	Fabrication de polypropylène.
LAVERA ENERGIE	Production d'électricité par cogénération. Production d'eau traitée.
NAPHTACHIMIE	Production d'oléfines et d'utilités, au moyen de 2 unités de production : vapocraqueur et unité de butadiène.
OXOCHIMIE	Production d'alcools « oxo ».
GEXARO	Production de benzène.

Tableau 76 : émissions industrielles atmosphériques retenues dans l'étude de zone de Lavéra.

Polluants (traceurs du risque)	Emissions annuelles (année 2005)
	(kg/an)
SO ₂	14 644 000
NO _x	4 054 000
Poussières	138 000
Acétaldéhyde	2 660
Formaldéhyde	14 500
Acroléine	62
Benzène	42 500
Butadiène	38 000
Dichlorobenzène	24
1-2-dichloroéthane	202 000
Dichlorométhane	34 000
Chloroforme	43 000
Chlorure de vinyle	95 000
Tétrachloroéthylène	121
Tetrachlorure de carbone	5 760
Oxyde d'éthylène	11 500
MTBE	12 600
Antimoine	290
Arsenic	160
Cadmium	70
Cobalt	430
Manganèse	280
Mercuré	210
Nickel	4 730
Plomb	170
Sélénium	80
Vanadium	6 200
Zinc	2 690
HAP (BaP)	6,7
PCDD/PCDF	1,0.10 ⁻⁵

Tableau 77 : substances traceurs du risque retenues pour l'étude de zone de Lavéra.

Polluant	Inhalation		Ingestion	
	Effet à seuil	Effet sans seuil	Effet à seuil	Effet sans seuil
SO ₂	X			
NOx	X			
Poussières	X			
Acétaldéhyde		X		
Formaldéhyde		X		
Acroléine	X			
Benzène		X		
Butadiène	X	X		
Dichlorobenzène		X		
1-2-dichloroéthane		X		
Dichlorométhane	X	X		
<i>Chloroforme</i>	X	X		
Chlorure de vinyle		X		
Tétrachloroéthylène		X		
Oxyde d'éthylène		X		
MTBE		X		
Antimoine			X	
Arsenic		X	X	X
Cadmium	X	X	X	
Cobalt	X		X	
Manganèse	X		X	
Mercure			X	
Nickel	X	X	X	
Plomb	X		X	
Sélénium			X	
Vanadium	X		X	
Zinc			X	
HAP (BaP)		X		X
PCDD/PCDF			X	

- Le chloroforme : ce polluant aurait du être retenu comme traceur sur la base des VTR des principales bases de données. Il a été écarté par les exploitants, imposant des VTR établies par eux-mêmes.
- Choix des traceurs du risque à partir :
 - des relations flux/VTR pour les substances à seuil d'effet et flux × ERU pour les substances sans seuil d'effet ;
 - du comportement des substances dans l'environnement ;
 - de l'existence d'une VTR pour la voie d'exposition concernée.

Tableau 78 : estimation des concentrations en polluants dans les milieux pour l'étude de zone de Lavéra.

	Concentrations dans l'air	Dépôts sur le sol	Remarques	Comparaison avec valeurs de référence
Air	Modélisation (ISCST3)	Modélisation (ISCST3)	<u>Météo locale</u> : données horaires sur 3 ans. <u>Flux</u> (voir tableau 76)	Impossible, car valeurs des conc. max . modélisées non communiquées
	Mesures disponibles (années 2001 à 2004) (capteurs AIRFOBEP)	-	Polluants mesurés : SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , HAP, benzène, hydrocarbures totaux	Conc. < VG (OMS) pour polluants concernés : SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ Conc. benzène > val. qualité air
	Concentrations dans les milieux		Remarques	Comparaison avec valeurs de référence
Sols	Modèle HHRAP		<u>Polluants concernés</u> : traceurs risque ingestion	Non
	Mesures		<u>Polluants mesurés</u> : • Métaux : As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Co, Mn, Se, Hg, V • HAP • PCDD	<u>Métaux</u> , HAP et PCDD : conc. mesurées du même ordre de grandeur que le bruit de fond. Conc. plus élevées au sud de la ZI
Végétaux	Modèle HHRAP		<u>Polluants concernés</u> : traceurs risque ingestion	Non
	Mesures dans le thym et le romarin.		<u>Polluants mesurés</u> • Métaux : As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Co, Mn, Sb, Hg • PCDD	<u>Métaux</u> : dépassement val. réglementaire pour le plomb. PCDD : dépassement val. indicative AFSSA.
Chaîne alim. animale :	Pas de modélisation. Pas de mesures. Pas de données bibliographiques.		-	Non prise en compte des aliments d'origine animale (pas d'élevages dans la zone d'impact de la ZI)
Lait maternel	Pas de modélisation Pas de mesures. Pas de données bibliographiques.		-	-

Tableau 79 : comparaison entre concentrations modélisées et mesurées au niveau des stations de mesures (étude de zone de Lavéra).

Substances	Concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	Modélisées Conc. moyenne annuelle au niveau des capteurs de mesures	Mesurées dans l'environnement (conc. moyennes annuelles 2002 -2006)
SO ₂	3-10	5-32 (7stations)
NO _x	1-2	15-36 (3 stations)
PM ₁₀	0,03	13-29 (5 stations)
Benzène	0,05-10	2-8 (4 stations)

Remarques :

- les concentrations moyennes annuelles maximales modélisées n'ont pas été indiquées (il faut se reporter à des courbes d'iso-risque peu lisibles) ;
- les calculs du risque sanitaire ont été effectués à partir des **concentrations modélisées moyennées dans l'ensemble des mailles du domaine de calcul** (ces concentrations ne sont pas répertoriées dans un tableau, dans le rapport du prestataire).

Tableau 80 : concentration dans les milieux et IEM, pour l'étude de zone de Lavéra.

AIR				
Substance mesurée	Référence ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeurs mesurées ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nombre stations mesure	Commentaires
SO ₂	50 (VG-OMS)	8-32	8	Mesures : valeurs moyennes annuelles par station Dépassement ou égalité, selon les stations, avec valeurs de référence pour le benzène et les PM ₁₀ .
NOx	40 (VG-OMS)	18-36	3	
PM ₁₀	20 (VG-OMS)	13-29	2	
Benzène	2 (objectif qual. air)	2-8	4	
B(a)P	0,7 (lim. Expo.) CHSPF	0,32	1	
SOLS				
Substance mesurée	Référence (mg/kg MS)	Valeurs mesurées (mg/kg MS)	Commentaires	
	Moyennes mesures bruit de fond nord (N) et sud (S) de Lavéra (4 pts de mesures)	(Valeurs extrêmes sur les 13 points de mesure, sous influence des installations indust.)		
As	<10 (N) – 13 (S)	< 10 – 26	Le prestataire conclut que les concentrations mesurées dans la zone d'influence des installations industrielles sont du même ordre de grandeur que le bruit de fond mesuré hors de la zone d'influence de ces mêmes installations.	
Cd	0,4 (N) – 0,9 (S)	< 0,40 – 0,81		
Co	5,0 (N) – 9,6 (S)	< 5 – 9,3		
Cr	30,5 (N) – 66,5 (S)	23 – 300		
Cu	6,2 (N) – 18,5 (S)	10 – 56		
Hg	<0,1 (N) - < 0,1 (S)	< 0,1 – 0,24		
Mn	230 (N) – 620 (S)	240 – 780		
Ni	14 (N) – 35 (S)	12 – 71		
Pb	17 (N) – 37,5 (S)	16 – 70		
Se	2,8 (N) – 2,3 (S)	< 2,0 – 3,9		
V	36 (N) – 75 (S)	24 – 140		
Zn	30 (N) – 109,5 (S)	30 – 220		
PCDD	0,55 (N) – 0,80.10 ⁻⁶ (S)	0,35 – 1,3.10 ⁻⁶		
VEGETAUX				
Substance mesurée	Référence (mg/kg MF)	Valeurs mesurées (mg/kg MF)		Commentaires
		Thym	Romarin	
As	0,27 (UE)	0,68	0,88	On relève un dépassement des valeurs de référence pour le plomb et les dioxines.
Cd		0,05	0,04	
Co		< 0,3	0,27	
Cr	0,08 (UE)	2,3	3,6	
Cu		9,6	7,5	
Hg		0,04	< 0,04	
Mn	0,54 (UE)	34	26	
Ni		1,7	1,4	
Pb		1,7	1,6	
Se	< 0,2	< 0,2		
V	1,08.10 ⁻⁶ (CHSPF)	2,7	2,8	
Zn		430	23	
PCDD		0,68.10 ⁻⁶	1,54.10 ⁻⁶	
	0,15.10 ⁻⁶ (INERIS)			

Tableau 81 : scénarios d'exposition retenus pour l'étude de zone de Lavéra.

<p>Inhalation</p>	<p>Pour le risque attribuable aux émissions industrielles :</p> <p>Expositions aux concentrations moyennes moyennées sur l'ensemble des mailles de la zone d'étude ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - taux de pénétration des polluants dans l'air intérieur des bâtiments : 100 % ; - exposition 100 % du temps ; - durée d'exposition : 30 ans. <p>Pour le risque global (émissions industrielles + bruit de fond) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - pas de scénario.
<p>Ingestion</p>	<p>Pour le risque attribuable aux émissions industrielles :</p> <ul style="list-style-type: none"> - milieux retenus : <ul style="list-style-type: none"> • sols ; • produits végétaux ; <p>(pas de produits d'origine animale car pas d'élevages dans la zone) ;</p> - scénario de consommation alimentaire : <ul style="list-style-type: none"> • scénario « moyen » intégrant les taux d'autoconsommation de la population générale (conso. ZEAT Sud, base CIBLEX pour la région Sud) ; - tranches d'âge pour le calcul des expositions : <ul style="list-style-type: none"> • enfant de 2 à 7 ans ; • enfant de 7 à 12 ans ; • adulte ; - durée d'exposition : exposition sur durée de résidence, limitée à 30 ans. <p>Pour le risque global (émissions industrielles + bruit de fond) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - pas de scénario.

Tableau 82 : risque sanitaire par inhalation, dans la zone d'étude de Lavéra.

Type d'effet	Cible	Scénario	Risque sanitaire	Remarques	Conclusion
Substances à seuil d'effet	Population générale	<p>Concentrations dans l'air modélisées à partir des émissions industrielles.</p> <p>Scénario « moyenné » :</p> <ul style="list-style-type: none"> • conc. moyennées sur l'ensemble des mailles de la grille de calcul • expo. 100 % du temps 	<p>Risque sanitaire attribuable aux industriels :</p> <p>$\Sigma QD_{tot.} = 1,0$</p>	<p>Polluants qui « tirent » le risque :</p> <p>Butadiène : QD = 0,97 (97 % de Σ QD) Mn : QD = 0,02 (2 % de Σ QD)</p>	<p>$\Sigma QD = 1$</p> <p>Le butadiène représente à lui seul la quasi totalité du risque sanitaire, pour des effets sur les ovaires (VTR contestée par les industriels).</p> <p>Risque moyenné sur l'ensemble des 900 mailles de la grille de calcul de la dispersion atmosphérique.</p>
Substances sans seuil d'effet	Population générale	<p>Concentrations dans l'air modélisées à partir des émissions industrielles.</p> <p>Scénario « moyenné » :</p> <ul style="list-style-type: none"> • conc. moyennées sur l'ensemble des mailles de la grille de calcul • expo. 100 % du temps • durée d'expo. : 30 ans • scénario « enfant » et scénario « adulte » 	<p>Risque sanitaire attribuable aux industriels :</p> <p>$\Sigma ERI_{adulte} = 2,3.10^{-5}$ $\Sigma ERI_{enfant} = 0,5.10^{-5}$</p>	<p>Polluants qui « tirent » le risque :</p> <p>Butadiène : $ERI_{adulte} = 1,2.10^{-5}$ - $ERI_{enfant} = 0,25.10^{-5}$</p> <p>Benzène : $ERI_{adulte} = 0,4.10^{-5}$ - $ERI_{enfant} = 0,08.10^{-5}$</p> <p>Oxyde d'éthylène : $ERI_{adulte} = 0,4.10^{-5}$ - $ERI_{enfant} = 0,07.10^{-5}$</p> <p>1,2-dichloroéthane : $ERI_{adulte} = 0,2.10^{-5}$ - $ERI_{enfant} = 0,04.10^{-5}$</p>	<p>$\Sigma ERI > 10^{-5}$</p> <p>$ERI_{butadiène} = 1,2.10^{-5}$</p> <p>Le butadiène est le seul polluant dont l'ERI dépasse la valeur repère.</p> <p>Risque moyenné sur l'ensemble des 900 mailles de la grille de calcul de la dispersion atmosphérique.</p>

Risque sanitaire par ingestion : pas de tableau de résultats (se reporter à des courbes d'iso risque peu lisibles).
 $\Sigma QD_{ingestion} < 1$ et $\Sigma ERI_{ingestion, adulte\ ou\ enfant} < 10^{-5}$.