

JUIN 2014



Doniambo Energie

Future centrale thermique au charbon de Doniambo (Nouméa, Nouvelle-Calédonie)

Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires

Références : Rapport ARIA/2014.041

Documents associés : Rapport ARIA/2014.040

Type de document : Rapport d'études

Avancement du document : Version 3

Accessibilité : Restreint

"Un seul métier,
L'environnement Atmosphérique"

ARIA Technologies

8-10 rue de la Ferme – 92100 Boulogne Billancourt

Tél. : +33 (0)1 46 08 68 60 – Fax : +33 (0)1 41 41 93 17 – E-mail : info@aria.fr - <http://www.aria.fr>

S.A. au capital de 779 947 € - SIRET 379 180 474 00049 – Code APE 6201Z – RCS Nanterre B 379 180 474

ARIA Technologies		Titre : Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires						
N° Action ARIA		14.041						
N° rapport ARIA		14.047						
Nombre de pages		136	Nombre de figures	11	Nombre de tableaux	65	Nombre d'annexes	5
Auteur(s)		Anne-Sophie SAFFRE ARIA Technologies						
Sous-traitants		-						
Intérêt documentaire		Accessibilité		Confidentielle		Libre		
Oui		Non		ARIA Technologies		Restreinte		
Etat du document		Rédacteur Nom/Date			Relecteur Nom/Date			
Version V1		Anne-Sophie SAFFRE le 23/04/2014			Lydia RICOLLEAU le 24/04/2014			
Version V2		Anne-Sophie SAFFRE le 30/04/2014						
Version V3		Anne-Sophie SAFFRE le 16/06/2014						
DIFFUSION		Date	16/06/2014	Nombre total d'exemplaires édités			3	
DESTINATAIRES		Nombre	DESTINATAIRES					Nombre
ARIA Technologies Archives		1	Doniambo Energie					2

SOMMAIRE

1. CADRE DE L'ETUDE.....	9
2. INVENTAIRE QUALITATIF ET QUANTITATIF DES EMISSIONS.....	10
2.1 Rejets dans l'eau.....	10
2.1.1 Sources d'émissions.....	10
2.1.2 Points de rejets.....	10
2.1.3 Réglementation sur les rejets.....	11
2.1.4 Conclusion.....	11
2.2 Rejets dans l'air.....	12
2.2.1 Composés inventoriés.....	12
2.2.2 Concentrations et flux à l'émission.....	13
3. EVALUATION DES ENJEUX ET DES VOIES D'EXPOSITION.....	14
3.1 Domaine d'étude.....	14
3.2 Population du domaine d'étude.....	14
3.2.1 Population générale.....	15
3.2.2 Populations sensibles.....	17
3.3 Usages autour du site.....	24
3.3.1 Occupation du sol.....	24
3.3.2 Recensement des exploitations agricoles.....	25
3.3.3 Recensement des captages d'eau potable.....	25
3.3.4 Autres activités.....	25
4. CHOIX DES TRACEURS DE RISQUE.....	26
4.1 COVs.....	26
4.2 Somme des métaux « arsenic + sélénium + tellure » et « antimoine + chrome + cobalt + cuivre + étain + manganèse + nickel + vanadium + zinc ».....	27
4.3 HAPS.....	27
4.4 Conclusion.....	28
5. SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION.....	29
6. EVALUATION DE L'ETAT DES MILIEUX.....	32
6.1 Mesures dans l'environnement.....	32
6.1.1 Concentrations dans l'air.....	32
6.1.2 Concentration dans l'eau.....	39
6.1.3 Concentrations dans les sols.....	41
6.1.4 Concentrations dans les végétaux.....	41
6.2 Evaluation de l'état des milieux.....	41
6.2.1 Milieu Air.....	42
6.2.2 Milieu Eaux de mer.....	42
6.2.3 Milieu Sols.....	43
6.2.4 Milieu Végétaux.....	43
6.2.5 Conclusion.....	43
7. EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES.....	44
7.1 Identification des dangers et sélection des composés néfastes pour la santé humaine....	44
7.1.1 Identification des dangers.....	44
7.1.2 Etude des relations dose-réponse.....	46
7.1.3 Synthèse final des traceurs de risques.....	51

7.2	Evaluation de l'exposition humaine	52
7.2.1	Voies d'exposition et sources de contamination	52
7.2.2	Rappel des résultats de l'étude de dispersion.....	52
7.2.3	Comparaison des concentrations aux valeurs guides OMS.....	53
7.2.4	Exposition par inhalation.....	55
7.2.5	Exposition par ingestion	57
7.2.6	Calcul des doses d'exposition par voie digestive.....	70
7.3	Caractérisation des risques.....	74
7.3.1	Méthodologie	74
7.3.2	Evaluation des risques sanitaires pour les substances à seuil.....	76
7.3.3	Evaluation des risques sanitaires pour les substances sans seuil.....	79
7.4	Analyse des incertitudes	80
7.4.1	Facteurs de sous-estimation des risques.....	80
7.4.2	Facteurs de surestimation des risques	80
7.4.3	Facteurs dont le sens d'influence sur les résultats n'est pas connu ou est variable.....	82
7.5	Conclusions.....	82
8.	CONCLUSION.....	84
ANNEXE 1 :	FICHES TOXICOLOGIQUES	86
	Acéaldéhyde (N°CAS : 75-07-0).....	87
	Ammoniac (N° CAS : 7664-41-7)	89
	Benzo(a)pyrène (N° CAS : 50-32-8)	91
	Benzène (N° CAS : 71-43-2).....	93
	Cadmium (N° CAS 7440-43-8)	95
	Dioxines et furanes	97
	Dioxyde d'azote (N° CAS 10102-44-0).....	100
	Dioxyde de soufre (N° CAS : 7446-09-05)	102
	Formaldéhyde (N° CAS : 50-00-0)	104
	Acide chlorhydrique (N° CAS 7647-01-0)	107
	Acide fluorhydrique (N° CAS 7664-39-3).....	109
	Mercure (N° CAS 7439-97-6).....	111
	Nickel (N° CAS : 7440-02-0).....	115
	Plomb (N° CAS 7439-92-1)	117
	Poussières (PM10 et PM2,5).....	119
	Styrène (N° CAS : 100-42-5)	122
	Toluène (N° CAS : 108-88-3).....	124
	Xylènes (N° CAS : 1330-20-7)	126
ANNEXE 2 :	CARACTERISTIQUES D'EMISSION UTILISEES POUR LA MODELISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE	128
ANNEXE 3 :	ESTIMATION DE LA CONTRIBUTION DE LA CENTRALE ACTUELLE AUX CONCENTRATIONS EN DIOXYDE DE SOUFRE	130
ANNEXE 4 :	PARAMETRES DE CONSOMMATION	132
ANNEXE 5 :	RESULTATS PAR TRANCHE D'AGE DE LA CARACTERISATION DES RISQUES SANITAIRES POUR L'EXPOSITION PAR VOIE DIGESTIVE	135

TABLE DES ILLUSTRATIONS

TABLEAUX

Tableau 1 : valeurs limites de concentration en polluants dans les effluents liquides des eaux industrielles en moyenne journalière	11
Tableau 2 : composés inventoriés	12
Tableau 3 : concentrations à l'émission	13
Tableau 4 : recensement de la population totale du domaine d'étude (INSEE-ISEE, 2009)	15
Tableau 5 : effectifs en garderies agréées à Nouméa (Province-sud Nouvelle-Calédonie, 2014)	17
Tableau 6 : nombre d'établissements et effectifs des écoles maternelles et élémentaires de Nouméa	18
Tableau 7 : nombre d'établissements et effectifs des établissements d'enseignement secondaire de Nouméa	20
Tableau 8 : établissements sanitaires de Nouméa, 2012	21
Tableau 9 : maisons de retraite de Nouméa	21
Tableau 10 : recensement agricole de Nouméa en 2002 (recensement le plus récent disponible)	25
Tableau 11 : hypothèses de répartition des COVs	27
Tableau 12 : potentiel de bio-accumulation des traceurs du risque	29
Tableau 13 : caractéristiques du réseau de surveillance de la qualité de l'air à Nouméa, Scal-Air	33
Tableau 14 : résultats des mesures dans l'air Scal-Air 2013 - SO ₂	34
Tableau 15 : résultats des mesures Scal-Air 2013 - NO ₂	35
Tableau 16 : résultats des mesures Scal-Air 2013 – PM ₁₀	36
Tableau 17 : résultats de la campagne de Nouville / Mai 2010 – aout 2010	37
Tableau 18 : résultats de la campagne de Nouville / Septembre 2012 – Avril 2013	37
Tableau 19 : résultats des campagnes Nouville- Métaux (ng/m ³)	38
Tableau 20 : résultats de la campagne Vallée des Colons	38
Tableau 21 : résultats de la campagne Vallée des Colons - Métaux	38
Tableau 22 : concentrations en métaux dans les eaux de la Grande Rade de Nouméa	40
Tableau 23 : Interprétation de l'état du milieu « Air »	42
Tableau 24 : Interprétation de l'état du milieu « Eau »	43
Tableau 25 : classifications CIRC, US-EPA et Union Européenne pour les effets cancérogènes	44
Tableau 26 : identification des dangers par substances	45
Tableau 27 : disponibilité des Valeurs Toxicologiques de Référence	47
Tableau 28 : valeurs toxicologiques de référence pour les effets chroniques à seuil	49
Tableau 29 : valeurs toxicologiques de référence pour les effets chroniques sans seuil	50
Tableau 30 : principaux dangers des composés retenus	51
Tableau 31 : résultats de la modélisation sur la zone habitée la plus exposée (cf. rapport ARIA/2014.040)	53
Tableau 32 : concentration en moyenne annuelle dans la zone habitée la plus exposée et valeurs guides OMS	54
Tableau 35 : récapitulatif du scénario inhalation retenu	56
Tableau 36 : doses d'exposition par inhalation dans la zone habitée la plus exposée	57
Tableau 37 : dépôts de mercure utilisés pour tenir compte de la spéciation du mercure dans l'environnement	60
Tableau 38 : concentrations dans les sols	62
Tableau 39 : facteurs relatifs aux végétaux	64
Tableau 40 : concentrations dans les plantes dues au dépôt de particules (transfert dépôt/plante)	64
Tableau 41 : facteurs de bioconcentration air/plante (B _v exprimés par rapport à la plante fraîche)	65
Tableau 42 : paramètres physico-chimiques	65

Tableau 43 : concentrations dans les plantes liées à l'absorption foliaire (transfert air/plante)	65
Tableau 44 : facteurs de bioconcentration sol/plante (B_r exprimés par rapport à la plante fraîche)... 66	66
Tableau 45 : concentrations dans les végétaux (transfert sol/plante).....	66
Tableau 46 : contamination totale des plantes (via le sol, l'air et les dépôts de particules)	67
Tableau 47 : concentration dans le lait maternel	67
Tableau 48 : Flux annuel rejeté	68
Tableau 49 : Concentration dans les eaux de la Grande Rade	68
Tableau 50 : Concentration dans les eaux de la Grande Rade	69
Tableau 51 : facteur de bio-concentration des eaux vers les poissons (BCF)	69
Tableau 52 : contamination totale des poissons.....	70
Tableau 53 : pourcentage d'aliments autoconsommés	71
Tableau 54 : Dose Journalière d'Exposition totale pour chaque tranche d'âge	72
Tableau 55 : paramètres relatifs aux différentes catégories d'âge – scénario France métropolitaine adapté à la Nouvelle-Calédonie (données CIBLEX)	73
Tableau 56 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par inhalation.....	76
Tableau 57 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par ingestion	77
Tableau 58 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par organe cible	78
Tableau 59 : Excès de Risque Individuel pour les traceurs du risque sans seuil	79
Tableau 60 : synthèse des risques à seuil (indice de risque global par organe cible)	82
Tableau 61 : synthèse des risques sans seuil (Excès de Risque Individuel global par organe cible)	83
Tableau 62 : caractéristiques des cheminées.....	129
Tableau 63 : concentrations à l'émission	129
Tableau 64 : concentrations en SO_2 au niveau de 2 capteurs SCAL'Air – résultats de la modélisation et mesures SCAL'Air	131
Tableau 65 : doses journalières d'exposition pour la voie digestive – détails	136

FIGURES

Figure 1 : localisation des points de rejets de la future centrale (source : A2EP).....	10
Figure 2 : carte du domaine d'étude (carré de 10 km × 10 km) (source : Google Earth)	14
Figure 3 : densité démographique de la population – recensement 2009 (source : ISEE, Atlas démographique du Grand Nouméa – extrait de la carte 1.2).....	16
Figure 4 : localisation des établissements sensibles	22
Figure 5 : localisation des installations sportifs.....	23
Figure 6 : occupation du sol (données issues du site Géoportail).....	24
Figure 7 : schéma conceptuel d'exposition aux rejets de la future centrale thermique	31
Figure 8 : localisation des stations de mesures Scal 'air (source : http://www.scalair.nc/)	32
Figure 9 : localisation des stations de suivi (source : rapport GINGER SOPRONER n°A001.10020).....	40
Figure 10 : concentrations en composés chimiques anthropiques dans le sol en fonction du temps .	60
Figure 11 : contamination des végétaux (EPA, 1998).....	63

Glossaire

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

AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

ASTEE : Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement

ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry

CI : Concentration Inhalée

CIRC : Centre International de Recherche sur le Cancer

CSHPF : Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France

DGS : Direction Générale de la Santé

DHT : Dose Hebdomadaire Tolérable

DJE : Dose Journalière d'Exposition

EPA : Environmental Protection Agency

ERI : Excès de Risque Individuel

ERS : Evaluation des Risques Sanitaires

ERU : Excès de Risque Unitaire

HHRAP : Human Health Risk Assessment Protocol

INCA : Enquête Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires

INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

InVS : Institut de Veille Sanitaire

IPCS : International Program on Chemical Safety

MEDD : Ministère de l'Environnement et du Développement Durable

MF : Matière Fraîche

MG : Matière Grasse

MS : Matière Sèche

NOAEL : No Observed Adverse Effect Level (niveau sans effet délétère observé)

OEHHA : Office of Environmental Health Hazard Assessment

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

QD : Quotient de danger

RIVM : Rijksinstituut Voor Volksgezondheid (Institut National de Santé Publique et de l'Environnement des Pays-Bas)

VTR : Valeur Toxicologique de Référence

Unités de mesure

µg : microgramme = 10^{-6} gramme

ng : nanogramme = 10^{-9} gramme

km = kilomètre

Notation scientifique

1E-01 = 1. 10⁻¹ = 0.1

1E-02 = 1. 10⁻² = 0.01

1E-03 = 1. 10⁻³ = 0.001

1. CADRE DE L'ÉTUDE

Doniambo Energie a chargé ARIA Technologies de réaliser une évaluation des risques sanitaires liés aux émissions atmosphériques (marche normale) de la future centrale thermique au charbon de l'usine de Doniambo située à Nouméa (Nouvelle-Calédonie). Cette future centrale au charbon (appelée « Centrale C ») sera composée de deux tranches de 90 MW net chacune.

L'évaluation est menée en application de la circulaire DGPR & DGS du 9 août 2013 et conformément au guide « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions des substances chimiques par les installations classées » publié par l'INERIS en août 2013. La démarche intégrée se déroule en quatre étapes :

1. Evaluation des émissions des installations : caractérisation des émissions et conformité au regard des prescriptions réglementaires et aux meilleures techniques disponibles ;
2. Evaluation des enjeux et des voies d'exposition : schéma conceptuel décrivant les relations entre les sources de polluants, les milieux et vecteurs de transfert, les usages et les populations exposées ;
3. Evaluation de l'état des milieux : état actuel des milieux potentiellement impactés et dégradation attribuable à l'installation ;
4. Evaluation prospective des risques sanitaires : estimation des risques attribuables aux émissions pour les populations autour de l'installation.

Le présent rapport a été établi sur la base des informations transmises à ARIA Technologies, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives de la réglementation, en vigueur au moment de la réalisation du dossier (version V1 du rapport). Il repose sur les résultats du rapport ARIA/2014.040.

La responsabilité d'ARIA Technologies ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été fournies sont incomplètes ou erronées.

2. INVENTAIRE QUALITATIF ET QUANTITATIF DES EMISSIONS

2.1 REJETS DANS L'EAU

2.1.1 Sources d'émissions

Le principal rejet aqueux du site de la future centrale est constitué des eaux issues des circuits de refroidissement.

Les autres sources d'émissions sont les rejets liés aux :

- eaux de vannes ;
- eaux de lavage de pièces mécaniques et de véhicules.

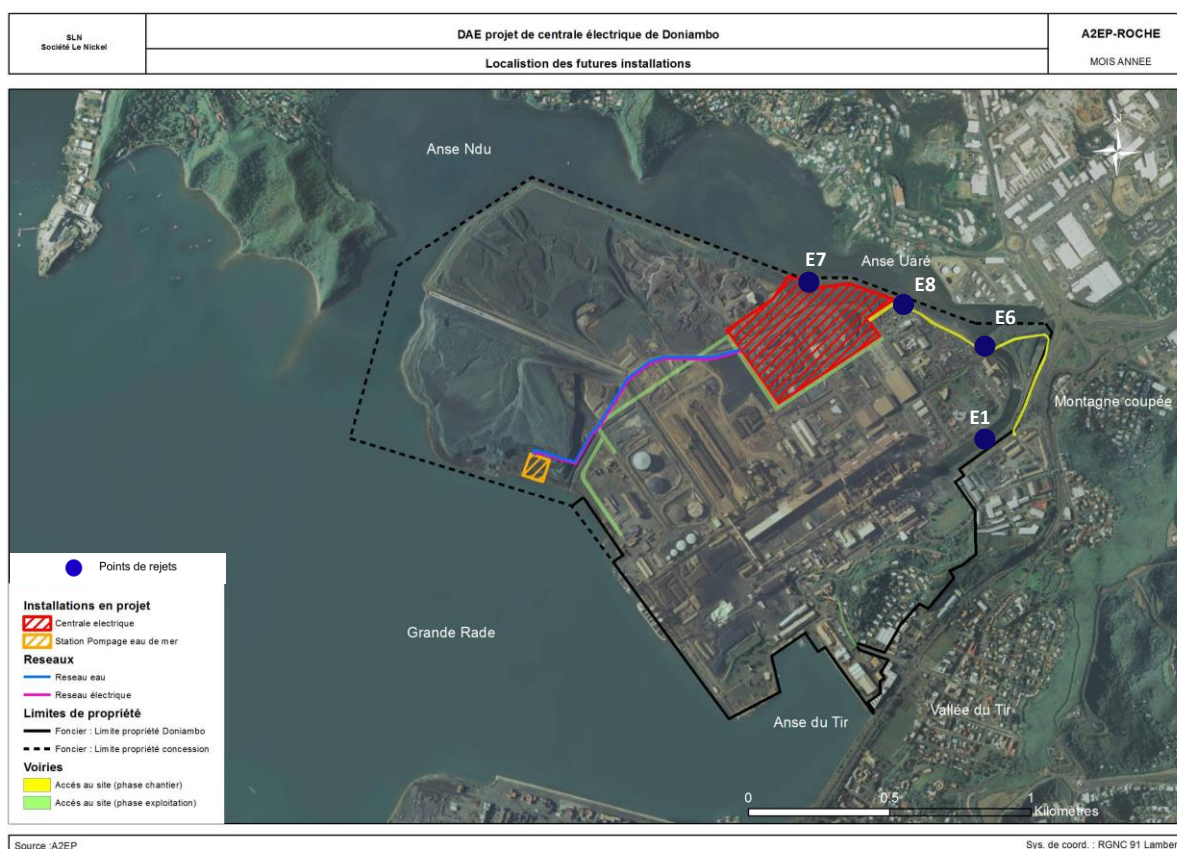
2.1.2 Points de rejets

Actuellement, les rejets aqueux canalisés en provenance du site industriel de Doniambo sont quasi exclusivement localisés dans les Anses Uaré et N'du (cf. Figure 1) :

- point E1 (localisé dans l'Anse Uaré) : rejet principalement constitué d'eaux de mer prélevées dans l'Anse du Tir et utilisées dans les circuits de refroidissement de la centrale électrique actuelle et de la granulation des scories en fusion de fours électriques ;
- point E6 (Anse Uaré) : rejet essentiellement lié aux rejets d'eau de vannes ;
- point E8 (Anse Uaré) : rejet des eaux de lavage de pièces mécaniques et véhicules.

Les rejets liés à la future centrale électrique de Doniambo (eaux de refroidissement) se feront au niveau du point E7.

Figure 1 : localisation des points de rejets de la future centrale (source : A2EP)



2.1.3 Réglementation sur les rejets

Les rejets aqueux du site seront réglementés par la future (en cours de finalisation au moment de la rédaction du présent rapport) délibération de la Province Sud de Nouvelle-Calédonie relative aux installations de combustion d'une puissance supérieure à 50 MWth soumises à la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement.

Deux types de rejet aqueux sont attendus :

- les eaux de refroidissement d'un débit de 37 000 m³/h (eaux « propres », uniquement utilisées pour le refroidissement) ;
- les eaux traitées d'un débit estimé à 10 m³/h au maximum (et qui doit respecter les valeurs indiquées en Tableau 1).

Les valeurs limites de concentration en polluants dans les effluents liquides des eaux industrielles en moyenne journalière sont indiquées dans le tableau ci-dessous (article 43 de la délibération précédemment citée).

Tableau 1 : valeurs limites de concentration en polluants dans les effluents liquides des eaux industrielles en moyenne journalière

	N° CAS	Concentration (mg/l)
MEST	-	30
Cadmium et ses composés	7440-43-9	0,05
Plomb et ses composés	7439-92-1	0,1
Mercure et ses composés	7439-97-6	0,02
Nickel et ses composés	7440-02-0	0,5
DCO	125	
Composés organiques halogénés (en AOX ou EOX) ou halogénés des composés organiques absorbables (AOX)	-	0,5
Hydrocarbures totaux	-	10
Azote global comprenant l'azote organique, l'azote ammoniacal, l'azote oxyde	-	30
Phosphore total	-	10
Cuivre dissous	7440-50-8	0,5
Chrome dissous (dont chrome hexavalent et ses composés exprimés en chrome)	7440-47-3	0,5 mg/l dont 0,1 mg/l pour le chrome hexavalent et ses composés
Sulfates	-	2000
Sulfites	-	20
Sulfures	-	0.2
Fluor et composés (en F) (dont fluorures)	-	30
Zinc dissous	7440-66-6	1

2.1.4 Conclusion

Les effluents aqueux industriels de la future centrale se retrouvent dans le milieu marin au niveau de l'Anse Uaré au nord / nord-ouest.

Les rejets aqueux du site feront l'objet d'un suivi au niveau même du point de rejet des effluents mais également au niveau des eaux marines en périphérie du site pour les métaux suivants : chrome, fer, nickel, manganèse.

Ces rejets aqueux dans les eaux marines de la Grande Rade de Nouméa sont à prendre en compte pour l'évaluation des risques sanitaires.

2.2 REJETS DANS L'AIR

La future centrale au charbon (appelée « Centrale C ») sera composée de deux tranches de 90 MW net chacune. Par conséquent, seuls les composés dont les émissions sont réglementées dans la délibération de la Province Sud de Nouvelle Calédonie relative aux installations de combustion d'une puissance thermique supérieure à 50 MW seront retenus comme substances susceptibles d'être émises par la future centrale.

2.2.1 Composés inventoriés

Les composés ou familles de composés émis par la future centrale thermique au charbon correspondent aux substances réglementées au niveau des rejets dans l'air, figurant dans la délibération de la Province Sud de Nouvelle Calédonie relative aux installations de combustion d'une puissance thermique supérieure à 50 MW.

Tableau 2 : composés inventoriés

Nom	N°CAS	Formule
Somme Arsenic+sélénium+tellure	-	As+Se+Te
Cadmium	7440-43-9	Cd
Composés organiques volatils	-	-
Dioxyde de soufre	7446-09-5	SO ₂
Hydrocarbures aromatiques polycycliques*	-	-
Mercure	7439-97-6	Hg
Somme antimoine+ chrome+ cobalt+ cuivre+ étain+ manganèse+ nickel+ vanadium+ zinc	-	Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn
Monoxyde de carbone	630-08-0	CO
Oxydes d'azote	-	NO _x
Plomb	7439-92-1	Pb
Poussières	-	-
Thallium	7440-28-0	Tl
Acide chlorhydrique	7647-01-0	HCl
Acide fluorhydrique	7664-39-3	HF
Ammoniac	7664-41-7	NH ₃
Dioxines/Furanes	-	PCDD/F

*Les HAPs réglementés correspondent, conformément à la norme NF X 43-329 à la somme des substances suivantes : benzo(a)anthracène + benzo(k)fluoranthène + benzo(b)fluoranthène + benzo(a)pyrène + dibenzo(a)anthracène + benzo(g,h,i)pérylène + indéno(1,2,3-c,d)pyrène + fluoranthène

2.2.2 Concentrations et flux à l'émission

Le Tableau 3 rappelle les concentrations à l'émission pris en compte dans l'étude de dispersion (cf. rapport ARIA/2014.040). Elles correspondent aux valeurs limites à ne pas dépasser figurant dans la délibération de la Province Sud de Nouvelle Calédonie relative aux installations de combustion d'une puissance thermique supérieure à 50 MW.

Les informations relatives aux sources et au flux d'émissions ont été transmises par Doniambo Energie. Les caractéristiques complètes des deux sources d'émissions sont indiquées en Annexe 2.

Tableau 3 : concentrations à l'émission

	Unités	Délibération de la Province Sud de Nouvelle Calédonie relative aux installations de combustion d'une puissance thermique supérieure à 50 MW	
		Centrale C Tranche 1	Centrale C Tranche 2
SO ₂	mg/Nm ³	150	150
NO _x	mg/Nm ³	150	150
CO	mg/Nm ³	50	50
COV	mg/Nm ³	50	50
PM10	mg/Nm ³	10	10
PM2,5	mg/Nm ³	10	10
Cd	mg/Nm ³	0,05	0,05
Hg	mg/Nm ³	0,05	0,05
Pb	mg/Nm ³	1	1
Tl	mg/Nm ³	0,05	0,05
As+Se+Te	mg/Nm ³	1	1
Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn	mg/Nm ³	5	5
HAP	mg/Nm ³	0,01	0,01
HCl	mg/Nm ³	10	10
HF	mg/Nm ³	5	5
PCDD	ng-ITEQ/m ³	0,1	0,1
NH ₃	mg/Nm ³	5	5

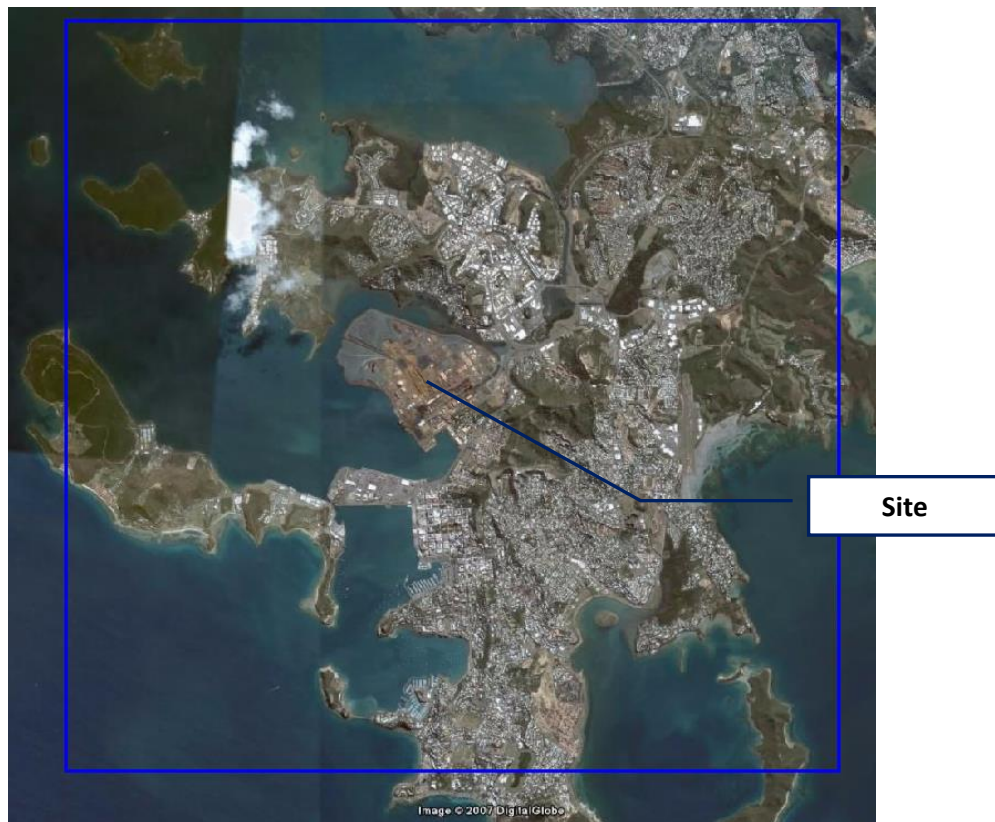
3. EVALUATION DES ENJEUX ET DES VOIES D'EXPOSITION

3.1 DOMAINE D'ETUDE

La présente évaluation des risques sanitaires porte sur les émissions de la future centrale thermique au charbon de Doniambo à Nouméa, en Nouvelle-Calédonie.

ARIA Technologies a réalisé la modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions de la future centrale thermique au charbon sur un domaine d'étude d'une surface de 10 km × 10 km autour de l'installation (cf. rapport ARIA/2014.040). Ce domaine d'étude est également retenu comme zone d'intérêt dans le cadre de la présente étude.

Figure 2 : carte du domaine d'étude (carré de 10 km × 10 km) (source : Google Earth)



3.2 POPULATION DU DOMAINE D'ETUDE

Ce chapitre présente une caractérisation et une quantification des personnes exposées, population générale et populations particulièrement sensibles (enfants, personnes âgées et personnes fragilisées par des atteintes de santé innées ou acquises, temporaires ou permanentes).

Les nombres présentés dans les paragraphes suivants surestiment la population réellement exposée aux retombées de l'installation étant donné que l'ensemble du domaine d'étude n'est pas exposé à ces retombées.

3.2.1 Population générale

La population de l'ensemble de Nouméa est de plus de 97 500 personnes (cf. Tableau 4). Les enfants de moins de 9 ans représentent environ 14 500 habitants (ISEE, 2009)¹.

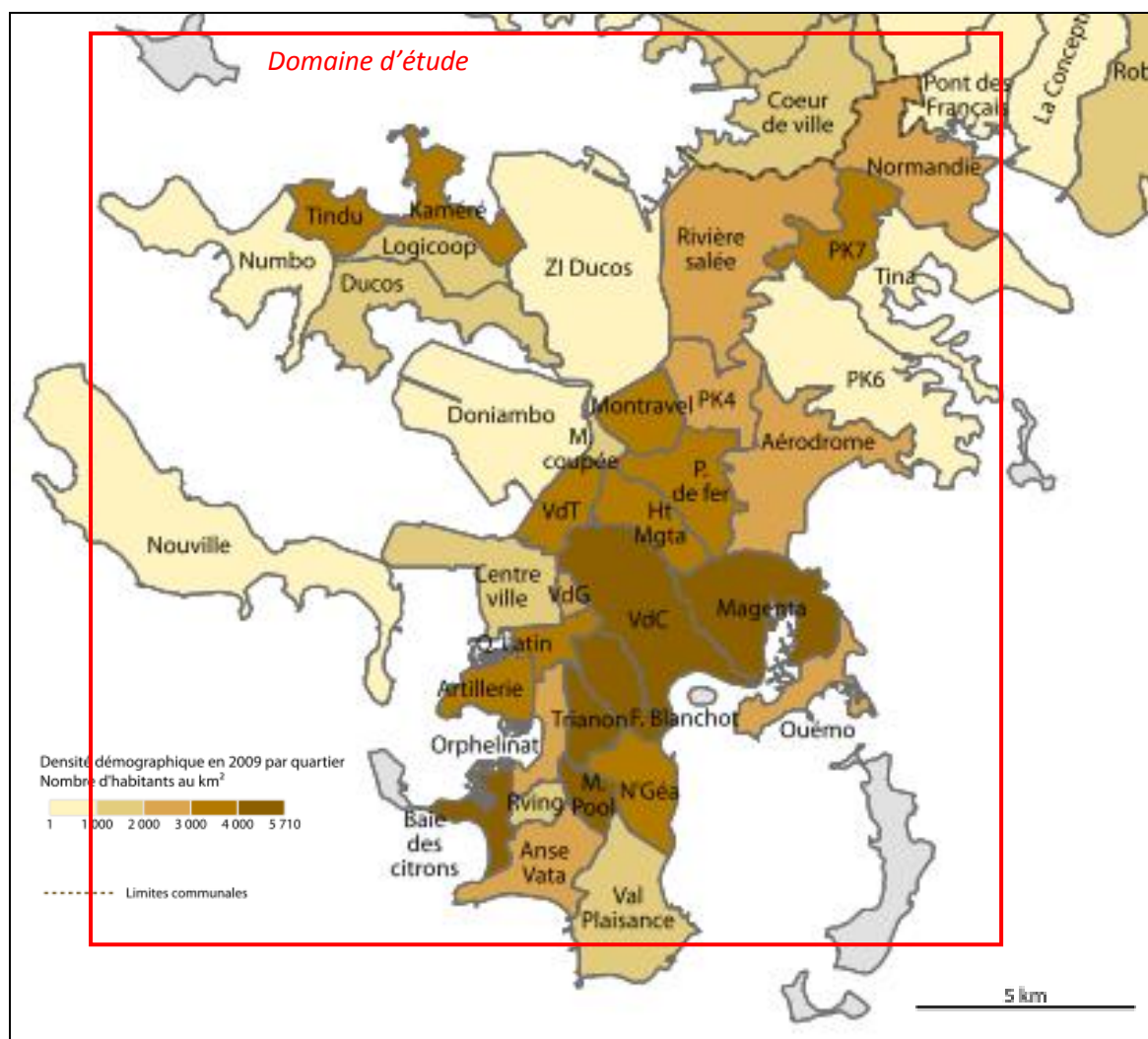
Tableau 4 : recensement de la population totale du domaine d'étude (INSEE-ISEE, 2009)

Quartier de Nouméa	0 à 9 ans	10 à 19 ans	20 à 29 ans	30 à 39 ans	40 à 49 ans	50 à 59 ans	60 à 69 ans	70 à 79 ans	80 à 89 ans	90 ans et plus	Total
Val Plaisance	311	429	381	487	558	511	372	197	96	4	3346
Anse-Vata	333	413	363	465	558	468	317	192	72	6	3187
Baie des Citrons	202	201	254	324	353	326	308	171	87	9	2235
N'Géa	457	512	347	461	504	282	181	71	25	8	2848
Motor pool	239	280	277	342	359	211	160	113	34	6	2021
Receiving	53	46	27	57	60	41	19	7	4	0	314
Orphelinat	119	171	107	160	182	222	166	70	34	5	1236
Trianon	291	330	417	429	419	308	208	156	86	19	2663
Faubourg Blanchot	350	354	447	444	400	328	242	135	87	29	2816
Artillerie	169	309	277	299	319	285	122	45	21	0	1846
Quartier latin	158	143	393	296	168	153	131	53	21	9	1525
Vallée des colons	1142	1370	1325	1365	1464	1165	796	497	211	37	9372
Magenta	1174	1038	1224	1276	1083	847	543	273	94	14	7566
Ouémo	199	178	143	286	258	180	144	80	30	3	1501
Aérodrome	851	839	753	797	652	438	237	92	23	5	4687
Portes de fer	643	642	746	712	618	419	269	149	37	7	4242
Haut-Magenta	393	355	336	448	339	197	127	88	23	4	2310
Vallée du génie	33	28	25	29	45	32	29	22	15	6	264
Centre ville	214	284	600	380	294	221	104	47	30	0	2174
Vallée du tir	294	348	310	308	267	172	149	84	28	8	1968
Doniambo	64	66	36	55	40	9	5	3	1	0	279
Nouvelle	215	394	498	343	205	127	70	55	35	10	1952
Montagne coupée	49	29	46	43	38	19	13	6	9	0	252
Montravel	486	444	498	366	231	188	126	46	16	2	2403
P.K. 4	410	587	437	401	415	218	95	65	12	2	2642
P.K. 6	453	490	411	394	448	307	199	88	26	5	2821
Tina	347	298	132	301	318	230	101	34	8	0	1769
Normandie	859	865	741	775	653	369	163	96	27	2	4550
P.K. 7	544	597	493	569	572	330	257	172	64	10	3608
Rivière-Salée	1404	1608	1371	1398	985	791	774	333	90	18	8772
Zone indus. Ducos	255	271	248	221	192	120	88	31	1	1	1428
Ducos	423	409	328	347	314	186	124	76	22	2	2231
Logicoop	183	213	189	212	177	151	109	97	29	5	1365
Kaméré	743	639	496	521	370	193	126	41	9	0	3138
Tindu	406	383	345	315	206	143	125	59	12	0	1994
Numbo-Koumourou	30	47	45	37	35	31	25	2	2	0	254
NOUMEA	14496	15610	15066	15663	14099	10218	7024	3746	1421	236	97579

La Figure 3 présente la densité démographique de la population autour du site. Cet extrait de carte est issu de l'Atlas démographique du Grand Nouméa (source : ISEE, 2009).

1 Recensement de la population de Nouvelle-Calédonie en 2009, Résultats détaillés par quartiers du Grand Nouméa, complétés de statistiques socio-économiques, ISEE (Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques-Institut de la Statistique et des Etudes Economiques), <http://www.isee.nc/population/population.html>

Figure 3 : densité démographique de la population – recensement 2009 (source : ISEE, Atlas démographique du Grand Nouméa – extrait de la carte 1.2)



3.2.2 Populations sensibles

Certaines populations, plus particulièrement sensibles à la qualité de l'air, peuvent être recensées par l'intermédiaire des structures qu'elles fréquentent :

- Enfants : crèches et écoles ;
- Personnes âgées : maisons de retraite ;
- Personnes malades : hôpitaux et cliniques.

3.2.2.1 Garderies et lieux d'accueil des enfants en bas âge

30 garderies accueillent plus de 1 300 enfants sur la commune de Nouméa (cf. Tableau 5). Ces effectifs incluent la garderie régulière des plus jeunes enfants (0-3 ans) et la garderie occasionnelle enfants des tranches d'âge suivantes (4 à 11 ans).

Tableau 5 : effectifs en garderies agréées à Nouméa (Province-sud Nouvelle-Calédonie, 2014)²

Nom de l'établissement de garderie	0-3 ans	4-6 ans	7-11 ans	Total
Les Petits Pages		31		31
Atout Bout'chou 2	75	45		120
Les Lutins	55	15		70
Les Graines De Soleil	30	15		45
La Maison Du Petit Enfant - Croix Rouge Française	100			100
Le Caillou Blanc - C.C.A.S De Nouméa	22			22
Les Crapouilles	40			40
Le Nid Des P'tits Cagous	35			35
Oboulaba	50	10		60
1,2,3 bébés	30			30
la Ribambelle	40			40
Manureva	50			50
Jolymum	40	25		65
Pomme D'api	50			50
Les Schtroumphps	30			30
Munasikah Monica	5			5
Les Bisounours	25	25		50
Chapopointu	30			30
Mes Premiers Pas	30	13		43
Enfantasia	16	75		91
Au cœur de l'enfance	20			20
Nicar Denise		12		12
Comme une girafe	40			40
Jardin d'enfants de Val Plaisance		15		15
Mary Poppins Centre D'enfants	45			45
Educare	90			90
Atout Bout'chou	30			30
Allons z'enfants		10		10
L'îlot Rêve	25			25

² Province-sud Nouvelle-Calédonie, 2014, garderies agréées, http://eprovince-sud.nc/dispositif/%C2%A0SOC_ENT_002

Nom de l'établissement de garderie	0-3 ans	4-6 ans	7-11 ans	Total
Lou Pitchoun	30	10		40
TOTAL				1303

3.2.2.2 Ecoles maternelles et primaires

51 établissements scolaires accueillent plus de 12 000 enfants sur la commune de Nouméa (cf. Tableau 6). Il s'agit d'enfants âgés de 3 à 12 ans environ. Les données proviennent :

- de la Direction de l'Enseignement de la Nouvelle-Calédonie³ pour les écoles publiques ;
- de la Direction Diocésaine de l'Enseignement Catholique en Nouvelle-Calédonie pour les écoles privées.

Tableau 6 : nombre d'établissements et effectifs des écoles maternelles et élémentaires de Nouméa

Nom de l'école	Nombre de classes	Effectifs
Ecole élémentaire "Amiot Michel"	11	277
Ecole élémentaire "Arsapin Marguerite"	8	166
Ecole élémentaire "Bichon Charles"	10	269
Ecole élémentaire "Boletti Christine"	8	176
Ecole élémentaire "Broquet Mathilde"	11	276
Ecole élémentaire "Cacot Michel"	7	151
Ecole élémentaire "Charbonneaux Antoinette"	13	313
Ecole élémentaire "Cosnier Amélie"	7	132
Ecole élémentaire "Courtot Marie"	11	273
Ecole élémentaire "Desbrosse Edmond"	1	251
Ecole élémentaire "Devambaz Mauricette"	10	174
Ecole élémentaire "Dupont Yvonne"	11	270
Ecole élémentaire "Franc Eloi"	13	285
Ecole élémentaire "Gervolino Henriette"	11	251
Ecole élémentaire "Griscelli François"	7	140
Ecole élémentaire "GS Berton/Burck"	10	205
Ecole élémentaire "GS Boyer / Carlier"	17	400
Ecole élémentaire "GS Koch / Capucines"	17	382
Ecole élémentaire "GS Teyssandier de Laubarède / Petit Poucet"	10	215
Ecole élémentaire "Guy-Champmoreau (Tuband 2)"	8	213
Ecole élémentaire "Havet Marie"	13	314
Ecole élémentaire "Laigle Serge"	14	355
Ecole élémentaire "Leriche Fernande"	10	239
Ecole élémentaire "Lods Gustave"	11	212
Ecole élémentaire "Lomont Adrienne"	12	276
Ecole élémentaire "Mermoud Jean"	12	303
Ecole élémentaire "Mouchet Gustave"	11	214
Ecole élémentaire "Noell Isidore"	9	158
Ecole élémentaire "Panné Emilie"	5	110

³ Direction de l'enseignement de la Nouvelle Calédonie pour les écoles publiques, 2012, Ecoles élémentaires sur la commune de Nouméa en 2012, <http://www.denc.gouv.nc/>

Nom de l'école	Nombre de classes	Effectifs
Ecole élémentaire "Perraud Albert"	10	215
Ecole élémentaire "Risbec Ernest"	12	269
Ecole élémentaire "Russier Suzanne"	9	201
Ecole élémentaire "Surleau Frédéric"	9	197
Ecole élémentaire "Talon Daniel"	12	223
Ecole élémentaire "Trouillot Jacques"	9	206
Ecole élémentaire "Verges Louise"	10	179
TOTAL écoles publiques élémentaires	369	8490
Ecole maternelle "Frangipaniers"	6	157
Ecole maternelle "Fonrobert Maurice (Kaméré)"	8	189
Ecole maternelle "Lefrançois Marguerite"	7	199
Ecole maternelle "Lys"	5	130
Ecole maternelle "Orchidées"	9	230
Ecole maternelle "Oeillets"	6	156
Ecole maternelle "Pervenches"	8	198
Ecole maternelle "Pétunias"	4	110
Ecole maternelle "Pensées"	8	231
Ecole maternelle "Roses"	6	160
TOTAL écoles publiques maternelles	67	1760
Ecole du Bon Pasteur	nd	nd
Ecole du Sacré Cœur	nd	535
Saint-Jean-Baptiste	nd	358
Saint-Joseph de Cluny	nd	483
Anne-Marie Javouhet	nd	395
TOTAL écoles privées maternelles et primaires	nd	1771
TOTAL écoles publiques et privées		12021

3.2.2.3 Collèges et lycées

Les 18 collèges et lycées accueillent plus de 14 200 adolescents sur la commune de Nouméa (cf. Tableau 7). Il s'agit d'individus généralement âgés de plus de 12 ans. Le nombre d'établissements et les effectifs des établissements d'enseignement secondaire de Nouméa proviennent :

- des données disponibles sur le site du vice-rectorat de Nouvelle-Calédonie⁴ pour les établissements publics (données 2012) ;
- des données de la Direction Diocésaine de l'Enseignement Catholique en Nouvelle-Calédonie pour les écoles privées.

4 Vice-Rectorat de la Nouvelle-Calédonie pour les établissements publics, 2012, effectifs des collèges et lycées (2011), <http://www.ac-noumea.nc/sitevr/>

*Tableau 7 : nombre d'établissements et effectifs des établissements d'enseignement secondaire de
Nouméa*

Nom de l'établissement	Effectif total
Collège de Kaméré	608
Collège Magenta	1 024
Collège de Normandie	574
Collège de Rivière-Salée	695
Collège des Portes de Fer	738
Collège Georges Baudoux	642
Collège Jean Mariotti	871
Lycée Jules Garnier	1 323
Lycée La Pérouse	1 767
LP commercial et hôtelier Auguste Escoffier	1 137
LP industriel Jules Garnier	464
LP Petro Attiti	875
Collège privé Champagnat	502*
Collège privé Saint-Joseph de Cluny	660*
Lycée Do Kamo	482*
LP privé Do Kamo	
Lycée privé Blaise Pascal	900*
LP privé Saint-Joseph de Cluny	436*
TOTAL	14 230

**données 2007*

LP : lycée professionnel

3.2.2.4 Etablissements de santé (cliniques, hôpitaux)

Les personnes ayant des problèmes de santé sont considérées comme plus vulnérables que les autres aux agressions des agents extérieurs, tels que les composés chimiques retenus dans cette étude. Les effectifs de cette population sont appréhendés par l'intermédiaire des données des établissements sanitaires et sociaux. Ces effectifs sont certainement sous-estimés par le fait qu'une frange de cette population n'accède pas à ces structures, par choix ou par contrainte économique.

Huit établissements sanitaires⁵ peuvent accueillir jusqu'à 880 personnes sur la commune de Nouméa (Tableau 8).

5 Centre Hospitalier Territorial de Nouvelle-Calédonie http://www.cht.nc/public_4_cht.asp et Cliniques Baie des Citrons Anse Vata <http://www.cliniquebdc.nc/#/sites>

Tableau 8 : établissements sanitaires de Nouméa, 2012

Nom de l'établissement	Spécialités	Capacité d'hospitalisation
CHT Gaston Bourret	médecine, chirurgie, obstétrique, réanimation	260 + 15 places hospitalisation de jour
CHT Magenta	gynécologie, pédiatrie, hémodialyse	66 lits, 13 places d'hospitalisation de jour 17 postes d'hémodialyse
CHT Raoul Follereau	psychiatrie moyen et long séjour	26 lits
CHT La Pirogue*	convalescence et rééducation	34 lits
CHS Albert Bousquet	psychiatrie moyen et long séjour, gériatrie	131 lits et 56 places Gériatrie 77 lits Pédo psychiatrie
Clinique de la Baie-des-Citrons	médecine, chirurgie, obstétrique, réanimation	105 lits
Clinique de l'Anse Vata	médecine, chirurgie, obstétrique	
Clinique Magnin	médecine, chirurgie, obstétrique, réanimation	80 lits
TOTAL	8 établissements	880

CHT : Centre Hospitalier Territorial

*hors du domaine d'étude

A noter qu'il est prévu l'ouverture de la nouvelle Clinique de Nouméa, regroupement des cliniques de la Baie-des-Citrons, de l'Anse Vata et Magnin, à l'horizon 2017 sur la presqu'île de Nouville. De même, d'ici 2016, le futur Médipôle qui sera situé à Koutio (hors domaine d'étude) entrera en activité et remplacera les sites actuels du CHT.

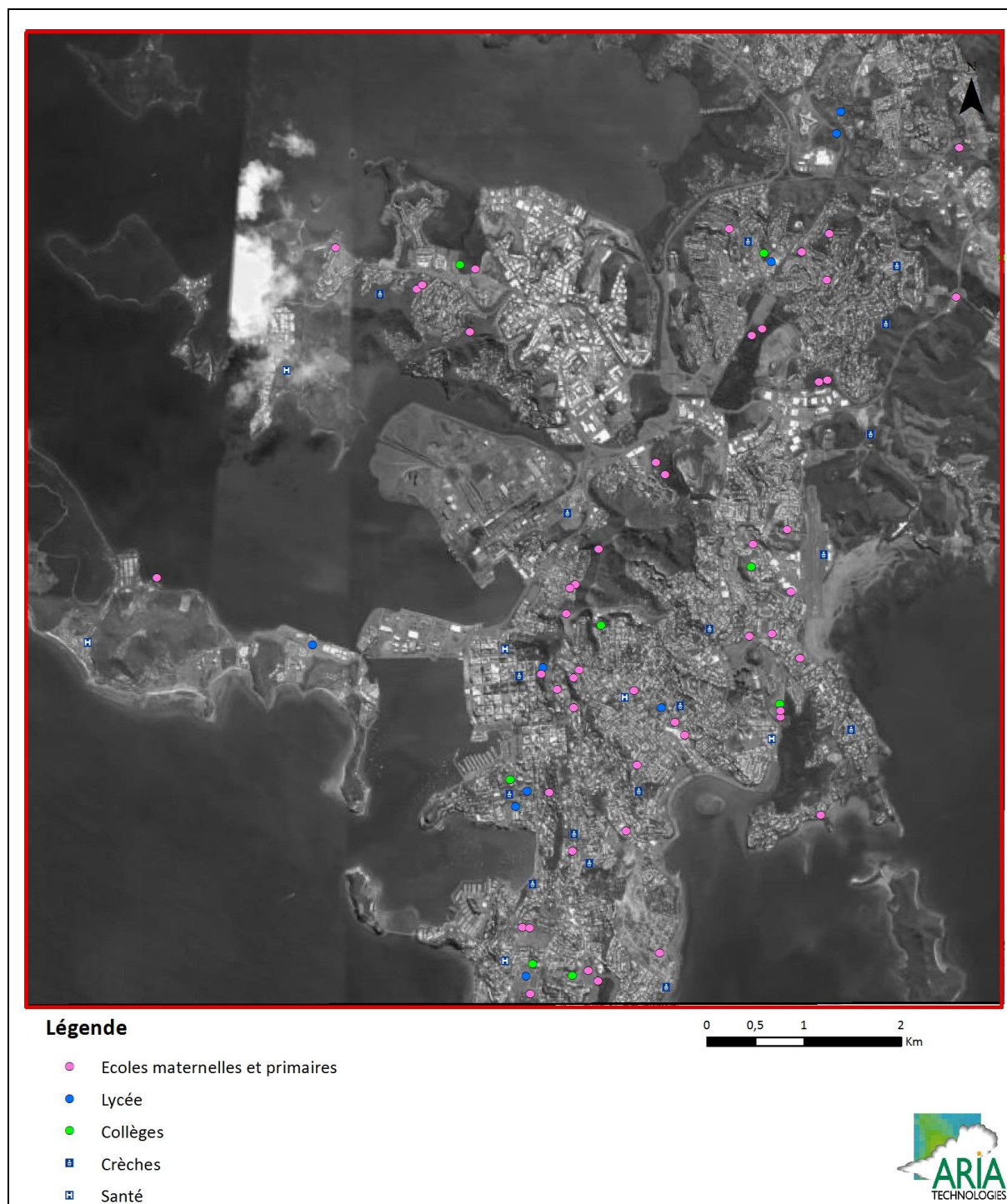
3.2.2.5 Maisons de retraite

Le recensement des établissements sociaux a été limité aux **maisons de retraite** pour des questions d'accessibilité des données. Trois établissements ont une capacité totale d'accueil de 185 personnes (cf. Tableau 9).

Tableau 9 : maisons de retraite de Nouméa⁶

Nom de l'établissement	Capacité d'accueil
Le Petit Trianon	25
Résidence "Les cerisiers bleu"	90
Foyer logement N'Géa	70
TOTAL	185

6 Union pour le handicap <http://www.unionpourlehandicap.nc>

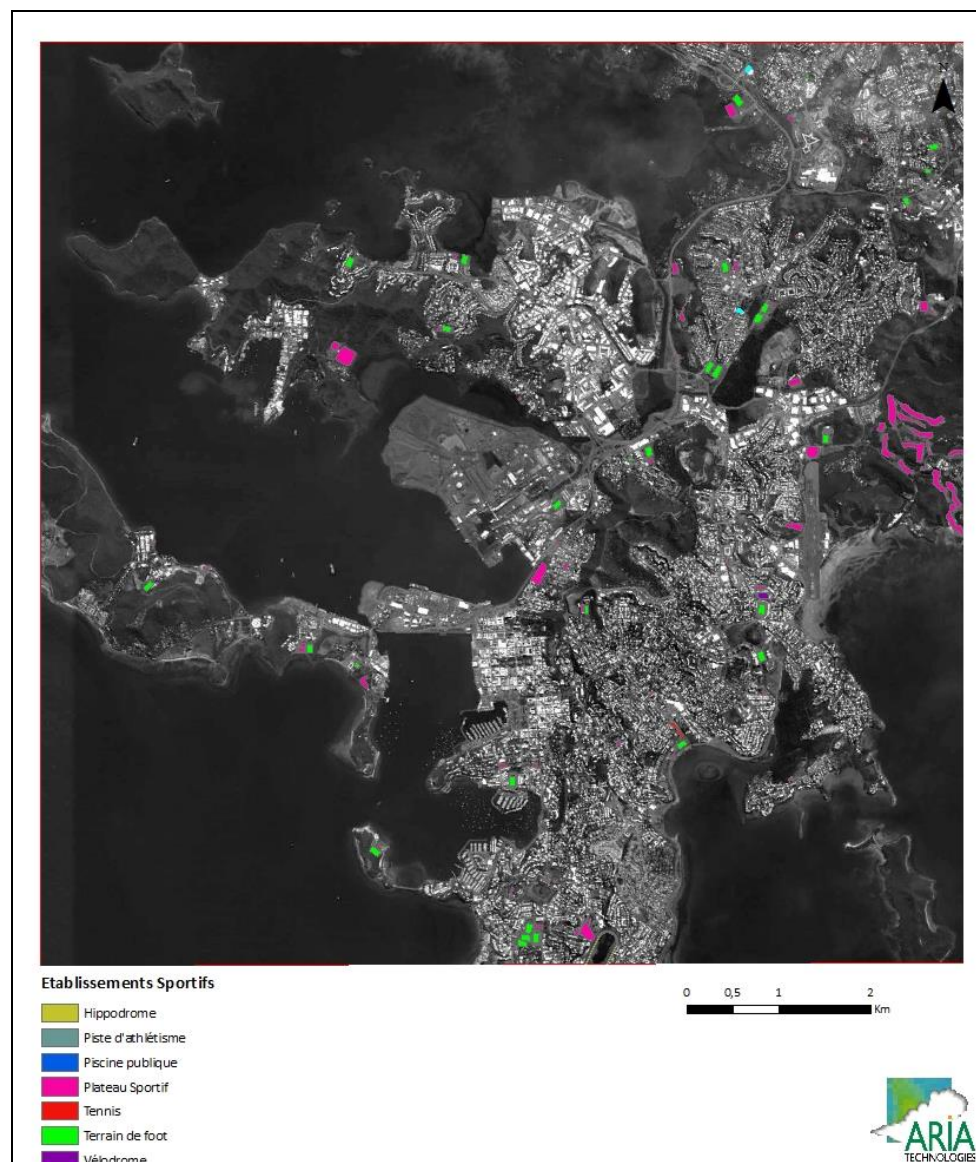
Figure 4 : localisation des établissements sensibles

3.2.2.6 Etablissements sportifs

La Figure 5 localise les installations sportives présentes sur le domaine d'étude. Sont dénombrés :

- 1 hippodrome ;
- 6 pistes d'athlétisme ;
- 5 piscines publiques ;
- 124 plateaux sportifs ;
- 43 cours de tennis ;
- 32 terrains de foot ;
- 1 vélodrome.

Figure 5 : localisation des installations sportives

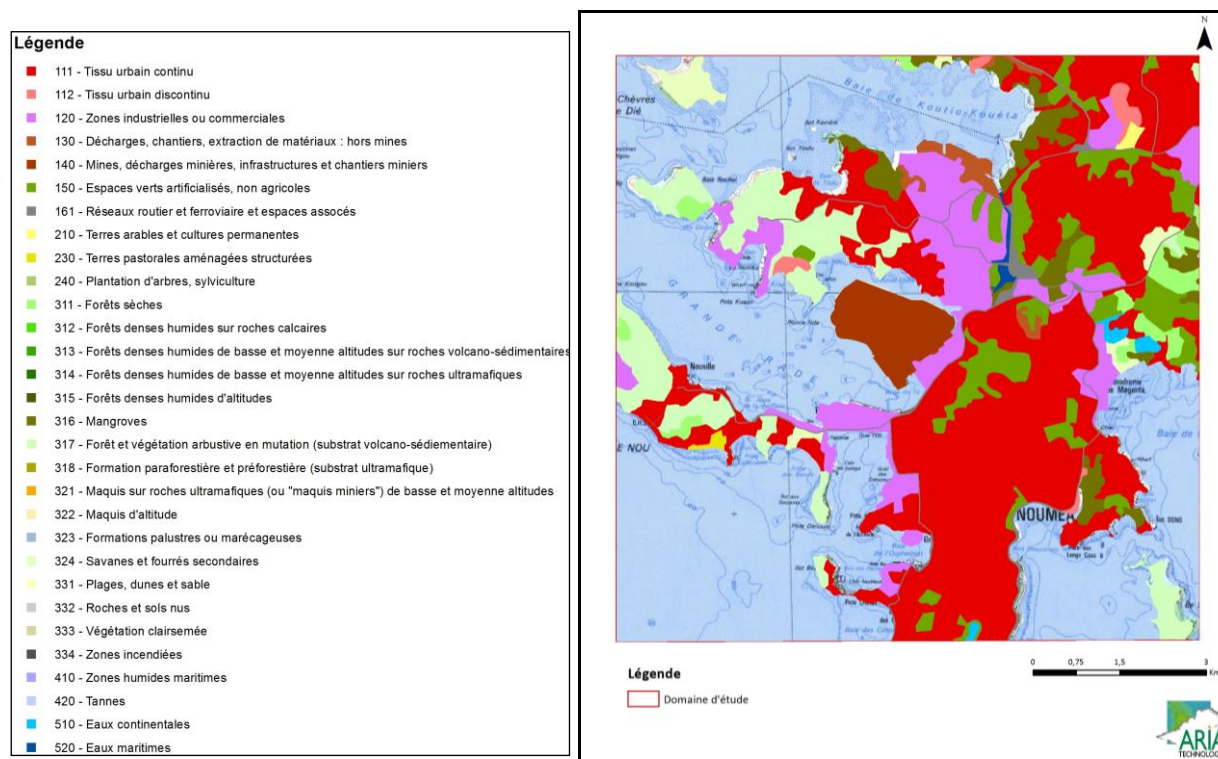


3.3 USAGES AUTOUR DU SITE

3.3.1 Occupation du sol

Le site de la future centrale est située dans une zone essentiellement urbaine (zones rouge et rose) et industrielle (zones violette et marron). Les zones de cultures sont rares et localisées au niveau du quartier « Normandie » au nord-est du domaine d'étude (cf. Figure 6).

Figure 6 : occupation du sol (données issues du site Géoportail ⁷).



⁷ http://geoportail.oeil.nc/ArcGIS/rest/services/MOS_2010/MapServer (consulté le 05/04/2014)

3.3.2 Recensement des exploitations agricoles

Le Tableau 10 présente les résultats du recensement général agricole 2002 (données les plus récentes disponibles, les données 2012 n'étant que partiellement disponibles)⁸. Le recensement agricole offre un portrait instantané, complet et détaillé, du secteur de l'agriculture (population agricole, surfaces végétales, y compris viticoles, effectifs animaux, moyens de production, activités annexes, etc.).

D'après ces données, en cohérence avec la Figure 6 précédente, l'élevage est quasi inexistant à Nouméa. Les cultures sont limitées et il s'agit exclusivement de légumes-racines (ignames, pommes de terre, carottes...) et de légumes-feuilles (laitue...).

Tableau 10 : recensement agricole de Nouméa en 2002 (recensement le plus récent disponible)

UTILISATION DU SOL		Ha	Exploitations
Céréales		0	0
Légumes frais		1	2
Légumes de plein champ		0	0
Tubercules tropicaux		€	1
dont : igname		€	1
taro		€	1
manioc		€	1
patate douce		€	1
Cultures fruitières de plein champ ou semi-permanentes		1	2
dont : ananas		€	1
banane dessert		1	1
banane poingo		0	0
melon et pastèque		€	1
Cultures fruitières permanentes, vergers		2	1
dont : arbres isolés		2	1
dont : vergers composés de		0	0
avocat		0	0
citron et lime		0	0
litchi		0	0
mandarine		0	0
mangue		0	0
orange		0	0
pamplemousse et pomélo		0	0
pêche		0	0
Café		0	0
Fourrages		0	0
Superficie toujours en herbe (SMH)		0	0
dont : pâturage amélioré		0	0
pâturage entretenu		0	0
pâturage peu productif		0	0
Jardins familiaux et cultures associées		0	0
Autres cultures		11	7
Jachères et autres terres arables		18	2
Total superficie agricole utilisée		33	13

CHEPTEL		Têtes	Exploitations
Bovins		0	0
dont : taureau		0	0
vache allaitante		0	0
autre bovin		0	0
Porcins		0	0
dont : truie		0	0
Ovins		0	0
Caprins		0	0
Equins		0	0
Cervidés		0	0
Volailles		0	0
Lapins		0	0
Ruches (nbre)		151	4

3.3.3 Recensement des captages d'eau potable

Il n'y a pas de captage d'eau potable sur la ville de Nouméa. L'eau provient essentiellement de la Tontouta (à plus de 30 km au nord) et de quelques captages sur la ville de Dumbéa, dans le relief au nord (à 10 km en amont).

3.3.4 Autres activités

La pêche est strictement interdite dans la Grande Rade par l'article 26, 2°/ de l'arrêté N°70-352/CG du 25 septembre 1970 relatif au règlement du Port Autonome de Nouméa, paru au Journal Officiel de la Nouvelle-Calédonie du 2 octobre 1970.

Dans le domaine d'étude, la baignade est autorisée au niveau de la baie des Citrons, au sud du domaine d'étude.

⁸ Institut de la statistique et des études économiques. Recensement général agricole, 2012, Recensement agricole de Nouméa en 2002, <http://www.isee.nc/recensagricol/rgapresent.html> (consulté le 23/04/2014)

4. CHOIX DES TRACEURS DE RISQUE

Compte tenu des rejets du site (cf. paragraphe 2), la voie d'exposition à considérer en premier lieu est l'inhalation des substances émises à l'atmosphère.

Seize composés ou famille de composés sont donc susceptibles d'être émis par l'installation :

- dioxyde de soufre (SO₂) ;
- oxydes d'azote NO_x ;
- monoxyde de carbone CO;
- COV (Composés organiques volatils) ;
- Poussières;
- cadmium (Cd);
- mercure Hg;
- plomb(Pb);
- thallium (Tl) ;
- somme Arsenic+sélénium+tellure (As+Se+Te) ;
- somme antimoine+ chrome+ cobalt+ cuivre+ étain+ manganèse+ nickel+ vanadium+ zinc (Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn) ;
- HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques);
- acide chlorhydrique (HCl);
- acide fluorhydrique (HF);
- ammoniac (NH₃);
- dioxines/furanes.

Conformément à la démarche décrite dans le guide INERIS 2013 et aux pratiques courantes, les traceurs de risque sont choisis en fonction des émissions, des toxicités des substances émises, des concentrations dans l'environnement.

Dans le cadre de cette étude, il a été choisi de retenir toutes les substances ayant une valeur toxicologique par inhalation ou par ingestion (cf. paragraphe 7.1.2.3). De ce fait, le monoxyde de carbone et le thallium ne seront pas retenus. A noter que la littérature ne fournit pas de VTR pour les oxydes d'azote (assimilés au dioxyde d'azote, espèce présentant le plus d'intérêt du point de vue toxicologique), pour le dioxyde de soufre et pour les poussières (assimilés aux PM₁₀ (particules de diamètre inférieur à 10 µm) et aux PM_{2,5} (particules de diamètre inférieur à 2,5 µm), particules présentant le plus de risque pour la santé humaine). Seules des valeurs guides de l'OMS existent. Comme le rappelle la circulaire de la DGS (mai 2006), l'évaluateur doit s'abstenir d'utiliser des valeurs guides de qualité des milieux. Ces substances ne sont donc pas retenues comme traceur de risque. Seules les concentrations dans l'air attendues au niveau des riverains sont comparées aux valeurs réglementaires Qualité de l'Air (cf. paragraphe 7.2.3).

De plus, les familles de composés ou somme de composés inventoriés ne peuvent être retenus en tant que tels dans la suite de l'évaluation des risques sanitaires. C'est le cas des COVs, des métaux et des HAPs. Les choix des traceurs de risque retenus pour représenter ces familles sont exposés dans les paragraphes ci-dessous.

4.1 COVs

Les COVs constituent une famille de substances très hétérogènes quant à leur comportement physico-chimique et leur dangerosité. La mesure en COV totaux ne signifie rien en évaluation du risque sanitaire.

Dans le cadre de l'étude sur les grandes installations de combustion réalisée par l'INERIS⁹, les COV les plus caractéristiques de ce type d'installation avaient été qualifiés. Il s'agit de l'acétaldéhyde, du benzène, du formaldéhyde, du toluène et du xylène. Ce choix avait été motivé sur la base des Facteurs d'Emission (FE) liés à la combustion de charbon dans les centrales de production thermique proposées par l'US-EPA¹⁰.

Nous proposons donc de garder ces substances (acétaldéhyde, benzène, formaldéhyde, toluène et xylène) comme substances représentatives des COVs. Nous faisons l'hypothèse que ces substances représentent 100% des émissions en COVs. La répartition de chaque substance dans la somme des COVs se base sur les Facteurs d'Emission (FE) liés à la combustion de charbon dans les centrales de production thermique proposées par l'US-EPA¹⁰.

Tableau 11 : hypothèses de répartition des COVs

Répartition COV	%COV eq.C tous COVS existants (valeurs EPA)	%COV eq. C relatif aux 5 substances retenues (valeurs prises en compte pour cette étude)
acétaldéhyde	5.95%	16.71%
benzène	22.98%	64.56%
formaldéhyde	1.84%	5.16%
toluène	4.19%	11.77%
xylène	0.64%	1.80%

4.2 SOMME DES METAUX « ARSENIC + SELENIUM + TELLURE » ET « ANTIMOINE + CHROME + COBALT + CUIVRE + ETAIN + MANGANESE + NICKEL + VANADIUM + ZINC »

L'installation n'étant pas encore en fonctionnement, aucun détail n'est disponible sur la répartition de chacun des éléments au sein de chacune des sommes d'éléments. Le composé majoritaire n'est pas connu non plus.

Cependant, compte tenu de la vulnérabilité du milieu pour le nickel (cf. paragraphe 6.1.1.4), la somme « antimoine + chrome + cobalt + cuivre + étain + manganèse + nickel + vanadium + zinc » sera assimilée 100% au nickel. C'est une hypothèse très majorante.

La somme « arsenic + sélénium + tellure » sera quant à elle non retenue.

4.3 HAPS

Aucune information n'est disponible quant à la répartition des HAPs dans les émissions. C'est pourquoi, dans une approche conservative, la totalité des émissions en HAPs sera assimilée au benzo(a)pyrène, substance présentant le plus grand potentiel de risque. C'est une approche majorante.

⁹ Evaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une Grande Installation de Combustion, INERIS-DRC-03-P45956/ERSA-n°93-CBo/GICversionfinale.doc, Mai 2003

¹⁰ Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP 42, Fifth Edition, Volume I
Chapter 1: External Combustion Sources

4.4 CONCLUSION

En conclusion les traceurs de risque sélectionnés pour la suite de l'étude sont les suivants :

- cadmium ;
- nickel ;
- mercure ;
- monoxyde de carbone ;
- plomb ;
- thallium ;
- HAPs assimilés au B(a)P ;
- Acétaldéhyde ;
- Benzène ;
- Formaldéhyde ;
- Toluène ;
- Xylène ;
- acide chlorhydrique (HCl);
- acide fluorhydrique (HF);
- ammoniac (NH₃);
- dioxines/furanes.

En l'absence de VTR, les oxydes d'azote (assimilés au dioxyde d'azote, espèce présentant le plus d'intérêt du point de vue toxicologique), le dioxyde de soufre et les poussières (assimilés aux PM₁₀ (particules de diamètre inférieur à 10 µm) et aux PM_{2,5} (particules de diamètre inférieur à 2,5 µm), particules présentant le plus de risque pour la santé humaine ne sont donc pas retenues comme traceur de risque. Cependant les concentrations dans l'air attendues au niveau des riverains sont comparées aux valeurs guides de l'OMS (cf. paragraphe 7.2.3).

5. SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION

Compte tenu des rejets du site (cf. paragraphe 2), la voie d'exposition à considérer en premier lieu est l'inhalation des substances émises à l'atmosphère.

L'exposition des personnes vivant au voisinage d'une installation industrielle émettrice d'effluents dans l'atmosphère peut se produire :

- soit directement par inhalation pour toutes les substances émises à l'atmosphère ;
- soit de façon indirecte par ingestion par le biais de retombées de particules responsables de la contamination de la chaîne alimentaire ;
- soit par contact cutané.

Les personnes habitant ou travaillant à proximité du site inhalent l'air ambiant. Elles sont donc susceptibles d'être exposées de manière directe par inhalation aux effets des rejets atmosphériques du site. Cette voie d'exposition est donc conservée.

En ce qui concerne la voie cutanée, elle ne sera pas conservée. Elle peut être en effet considérée comme négligeable par rapport à l'inhalation et l'ingestion. De plus, il n'existe pas de valeur toxicologique de référence (VTR) pour cette voie d'exposition¹¹.

La présence de métaux dans les substances émises par le site (cf. paragraphe 2) impose également de prendre en compte l'exposition par ingestion via les retombées au sol des particules. L'exposition par ingestion peut être :

- soit directe par le biais d'ingestion de poussières (mains, objets ou aliments souillés par de la terre et portés à la bouche). Des études expérimentales ont en effet permis d'estimer la part de poussières et de sols ingérés par les personnes exposées pour différentes tranches de la vie. Il est montré que les enfants, de par leurs jeux et comportements, ingèrent de plus grandes quantités de terre que les adultes ;
- soit indirecte par le transfert de contaminants au travers de la chaîne alimentaire. Cette voie concerne les composés susceptibles de se redéposer et qui ont de plus un caractère bio-cumulatif, c'est-à-dire qui ont la possibilité de s'accumuler sans être dégradés dans les végétaux et animaux. Le tableau ci-dessous indique pour chaque traceur de risque, l'existence ou non de facteurs de bio-accumulation (BCF) dans la littérature scientifique.

Tableau 12 : potentiel de bio-accumulation des traceurs du risque

Traceurs de risque	Dans l'environnement, sous forme	Bioaccumulation dans les végétaux	Bioaccumulation dans les poissons
acétaldéhyde	gazeuse	Sans objet	
acide chlorhydrique (HCl)	gazeuse	Sans objet	
acide fluorhydrique (HF)	gazeuse	Sans objet	
ammoniac (NH₃)	gazeuse	Sans objet	
Benzène	gazeuse	Sans objet	
cadmium	gazeuse et particulaire	oui	oui

¹¹ La circulaire de la DGS du 30 mai 2006 précise en effet qu'« en l'absence de procédures établies pour la construction de VTR pour la voie cutanée, ils [les pétitionnaires] ne doivent envisager aucune transposition à cette voie de VTR disponibles pour les voies orale ou respiratoire ».

Traceurs de risque	Dans l'environnement, sous forme	Bioaccumulation dans les végétaux	Bioaccumulation dans les poissons
dioxines/furanes.	gazeuse et particulaire	oui	oui
dioxyde d'azote NO₂	gazeuse	Sans objet	
dioxyde de soufre	gazeuse	Sans objet	
formaldéhyde	gazeuse	Sans objet	
HAPs assimilés au B(a)P	gazeuse et particulaire	oui	oui
mercure	gazeuse et particulaire	oui	oui
nickel	gazeuse et particulaire	oui	oui
plomb	gazeuse et particulaire	oui	oui
poussières totales	gazeuse et particulaire	non	non
toluène	gazeuse	Sans objet	
xylène	gazeuse	Sans objet	

L'exposition par ingestion de sol sera étudiée pour tous les traceurs susceptibles de se déposer au sol : cadmium, mercure, nickel, plomb, HAPs assimilés au B(a)P, dioxines/furanes.

Au regard des données locales relatives à la caractérisation des milieux (cf. paragraphe 1.1) :

- il n'y a pas de captage d'eau potable sur la ville de Nouméa
 - ⇒ l'exposition via l'eau de boisson ne sera donc pas prise en compte dans cette étude.
- l'élevage est quasi inexistant à Nouméa
 - ⇒ L'exposition par ingestion de viandes locales, de volailles et d'œufs, de lait et produits laitiers locaux ne sera donc pas prise en compte dans cette étude.
- les cultures sont limitées et il s'agit exclusivement de légumes-racines (ignames, pommes de terre, carottes...) et de légumes-feuilles (laitue...). Les cultures recensées à Nouméa sont des cultures d'agrumes, de pommes de terre, manioc et autres tubercules, ainsi que quelques cultures potagères (laitue, carotte, poireau,...). Même si ces cultures sont peu nombreuses, par prudence, elles sont prises en compte dans l'ERS car on dénombre quelques jardins potagers sur la presqu'île de Ducos (zone habitée la plus exposée). La peau des fruits produits n'étant pas consommable, leur contamination par absorption particulaire et gazeuse des dépôts n'est pas envisageable. En outre, leur contamination par transfert racinaire n'est pas significative. Ainsi :
 - ⇒ l'exposition par ingestion de légumes-feuilles et légumes-racines sera donc retenue.
 - ⇒ L'exposition par ingestion de légumes-fruits et de fruits locaux ne sera pas retenue dans cette étude.

Compte tenu de rejet aqueux dans les eaux de la Grande Rade de Nouméa, malgré l'interdiction de pêche (cf. paragraphe 3.3.4), l'exposition par ingestion via la chaîne alimentaire aquatique (consommation de poissons) sera prise en compte pour les substances susceptibles de se bioaccumuler dans les poissons. C'est le cas pour le cadmium, le mercure, le nickel, le plomb, les HAPs (assimilés au B(a)P) et les dioxines/furanes.

- ⇒ l'exposition par ingestion de poissons pêchés dans la Grande Rade de Nouméa sera prise en compte pour les substances réglementées (cf. paragraphe 2.1.3) au niveau des rejets aqueux à savoir le cadmium, le nickel, le mercure et le plomb.

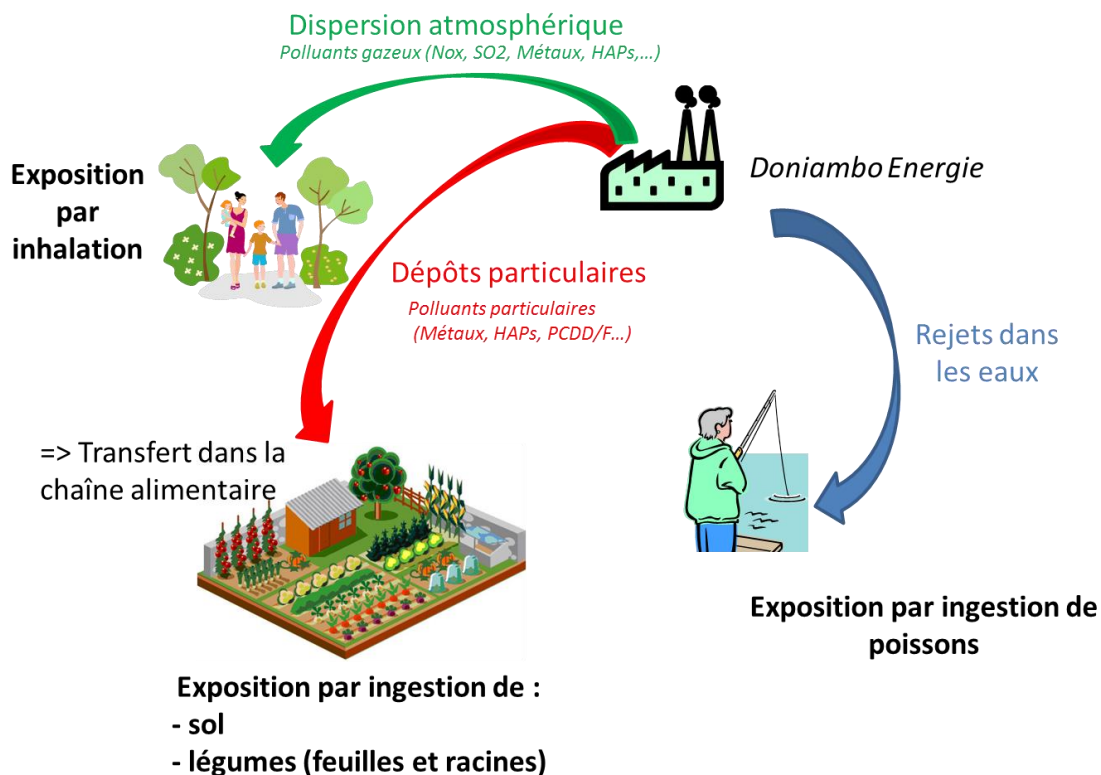
Enfin, les voies suivantes ne sont pas à étudier, car très minoritaires :

- l'inhalation de particules de sol remises en suspension dans l'air ;
- l'absorption cutanée des gaz et particules en suspension dans l'air ;
- l'ingestion d'animaux terrestres chassés dans la zone d'influence des rejets atmosphériques de l'installation.

Compte tenu des rejets du site, des usages et des populations avoisinantes, les voies d'exposition retenues sont donc :

- l'inhalation,
- l'ingestion de sol,
- l'ingestion de poissons,
- l'ingestion de légumes (légumes-racines et légumes-feuilles seulement).

Figure 7 : schéma conceptuel d'exposition aux rejets de la future centrale thermique



6. EVALUATION DE L'ETAT DES MILIEUX

6.1 MESURES DANS L'ENVIRONNEMENT

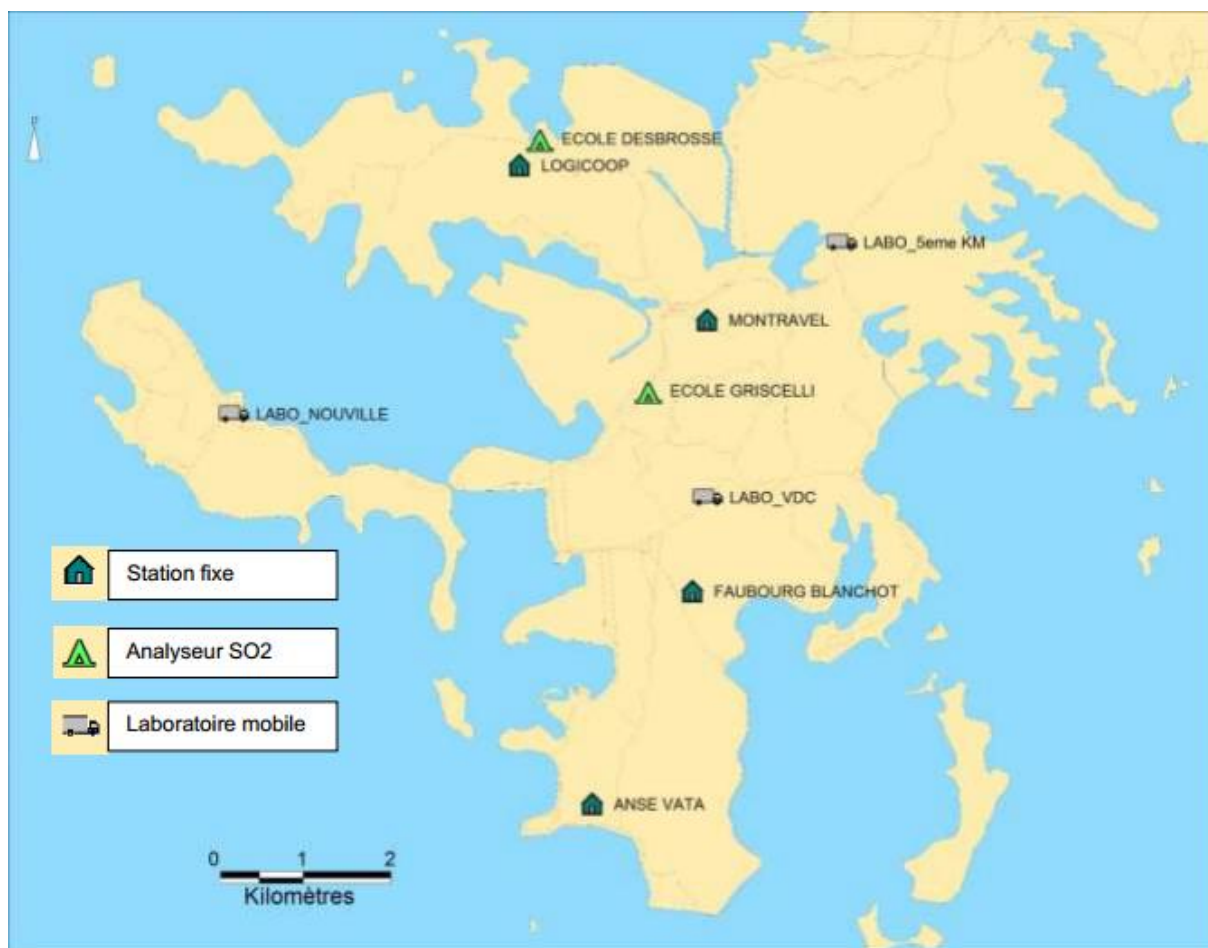
6.1.1 Concentrations dans l'air

Des mesures en continue des polluants atmosphériques dans l'air ambiant sont réalisées par le réseau de surveillance de la qualité de l'air Scal-Air. L'ensemble des résultats que nous présentons dans ce paragraphe sont extraits du rapport d'activité Scal-Air 2013 (année la plus récente disponible au moment de la rédaction de la version 1 du présent rapport)¹².

6.1.1.1 Stations de mesure

La Figure 8 présente la position des différentes stations du réseau de surveillance Scal-Air sur Nouméa pour l'année 2013. Le Tableau 13 présente les différentes caractéristiques de ces stations.

Figure 8 : localisation des stations de mesures Scal 'air (source : <http://www.scalair.nc/>)



¹² le rapport d'activité est disponible sur internet : <http://www.scalair.nc/>

Tableau 13 : caractéristiques du réseau de surveillance de la qualité de l'air à Nouméa, Scal-Air

Site de mesure	Typologie	Moyen de mesure	Polluants surveillés	Période de mesure
Logicoop (LGC)	Industrielle	Station fixe	SO ₂ , NOx, PM10, métaux lourds, retombées de poussières totales	En continu toute l'année - 24h / 24
Montravel (MTR)	Urbaine sous influence industrielle	Station fixe	SO ₂ , NOx, PM10, métaux lourds, retombées de poussières totales	En continu toute l'année - 24h / 24
Faubourg Blanchot (FB)	Urbaine	Station fixe	SO ₂ , NOx, PM10, O ₃ , métaux lourds, retombées de poussières totales	En continu toute l'année - 24h / 24
Anse Vata (AV)	Péri-urbaine	Station fixe	SO ₂ , NOx, PM10, O ₃ , métaux lourds retombées de poussières totales	En continu toute l'année - 24h / 24
Vallée du Tir (Ecole Griscelli)	Urbaine sous influence industrielle	Analyseur de SO ₂ fixe	SO ₂	En continu toute l'année - 24h / 24
Logicoop (Ecole Desbrosse)	Industrielle	Analyseur de SO ₂ fixe	SO ₂	En continu toute l'année - 24h / 24
Nouvelle	Industrielle	Laboratoire mobile	SO ₂ , NOx, PM10, métaux lourds	Du 29 septembre 2012 au 01 avril 2013
5 ^{ème} km	Trafic	Laboratoire mobile	SO ₂ , NOx, PM10, métaux lourds*	Du 3 avril au 8 juillet 2013
Vallée des Colons (Ecole Emilie Panne)	Urbaine	Laboratoire mobile	SO ₂ , NOx, PM10, métaux lourds*	Du 15 juillet au 7 décembre 2013

*métaux lourds : nickel, arsenic, cadmium, plomb

6.1.1.2 Résultats au niveau des stations fixes

6.1.1.2.1 Dioxyde de soufre

Le Tableau 14 donne les résultats des mesures en SO₂ pour chaque station pour l'année 2013.

Tableau 14 : résultats des mesures dans l'air Scal-Air 2013 - SO₂

Stations	LOGICOOP	MONTRAVEL	FAUBOURG BLANCHOT	ANSE VATA	ECOLE GRISCELLI (VDT)	DEBROSSE	Valeurs réglementaires ¹³
Moyenne annuelle (µg/m ³)	8	5	2	2	3.7	2	O.Q. = 50 µg/m ³ V.L. = 20 µg/m ³
Nbre de dépassement du seuil 350 µg/m ³ (moyenne horaire)	1h	20h	0h	0h	0h	0h	24 heures de dépassement autorisées par année civile
Moyenne horaire maximale (µg/m ³)	348	848	291	178	nc	nc	-
Nbre de dépassement du seuil 125 µg/m ³ (moyenne journalière)	0j	1j	0j	0 j	1j	0j	3 jours de dépassement autorisés par année civile
Moyenne journalière maximale (µg/m ³)	101	311	34	20	nc	nc	-

O.Q. : Objectif de Qualité

V.L. : Valeur Limite

L'objectif de qualité annuel et la valeur limite annuelle pour la protection des écosystèmes, fixés respectivement à 50 et 20 µg/m³, sont respectés sur l'ensemble du réseau. En moyenne annuelle, les concentrations enregistrées à la station de Logicoop sont les plus élevées du réseau et plus particulièrement en période du courant d'alizé de secteur Sud-Est. Notons que les concentrations mensuelles et annuelles de dioxyde de soufre sont stables sur l'ensemble du réseau depuis 2008.

Sur Montravel, station présentant les concentrations horaires et journalières les plus élevées, les valeurs maximales sont mesurées de juin à septembre, mois au cours desquels les vents de secteurs Sud-Ouest à Nord-Ouest sont davantage visibles et favorisent ainsi la dispersion des émissions d'origine industrielle vers les quartiers centraux de la ville.

L'Anse Vata est la station exposée aux niveaux les plus faibles du réseau.

¹³ En Nouvelle-Calédonie, il n'existe pas de réglementation locale sur la qualité de l'air ambiant. Dans l'attente d'une réglementation locale, depuis 2007, le dispositif de surveillance Scal-Air a choisi volontairement de se baser sur les réglementations européenne et métropolitaine, bien qu'elles ne soient pas directement applicables en Nouvelle-Calédonie. Ce sont ces critères de qualité de l'air qui seront pris comme référence dans le présent rapport.

Les stations de Nouméa sont essentiellement marquées par une pollution de pointe horaire ou journalière par le dioxyde de soufre, avec des valeurs ponctuellement élevées au cours de l'année. En pointe, les stations de Montravel et Ecole Griscelli (Vallée du Tir) sont les plus exposées. Ces sites sont situés à moins d'un kilomètre de la zone industrielle de Doniambo, et mesurent occasionnellement de fortes concentrations en dioxyde de soufre, dans des conditions de vents forts à très forts (entre 8 et 21 m/s) de secteurs Ouest favorisant la dispersion des fumées vers ces sites. Les concentrations enregistrées respectent cependant la réglementation.

6.1.1.2.2 Dioxyde d'azote

Le Tableau 15 donne les résultats des mesures en NO₂ pour chaque station pour l'année 2013.

Tableau 15 : résultats des mesures Scal-Air 2013 - NO₂

Stations	LOGICOOP	MONTRAVEL	FAUBOURG BLANCHOT	ANSE VATA	Valeurs Réglementaires
Moyenne annuelle (µg/m ³)	6	7	4	3	O.Q. et V.L. = 40 µg/m ³
Moyenne horaire maximale (µg/m ³)	47	62	58	53	200 µg/m ³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 h/an
Nbre d'heures de dépassement du seuil 200 µg/m ³	0h	3h	0h	0h	

Les stations de mesures de Nouméa respectent largement l'objectif de qualité annuel de 40 µg/m³ pour le dioxyde d'azote.

Concernant les valeurs de pointes horaires, le réseau SCAL'Air note la probable influence des émissions d'origine industrielle : certaines concentrations de pointe sur le réseau fixe, lorsqu'elles sont associées à des hausses de niveaux de dioxyde de soufre (polluant d'origine industrielle principalement issu du site de Doniambo), permettent d'identifier l'origine majoritairement industrielle du dioxyde d'azote.

Les mesures effectuées à proximité d'axes de circulation importants de 2010 à 2012 ont montré une nette influence des émissions liées au trafic routier sur les niveaux d'oxyde d'azote, qui reste néanmoins très inférieurs aux valeurs de référence à ne pas franchir.

6.1.1.2.3 Poussières PM₁₀

Le Tableau 16 donne les résultats des mesures en PM₁₀ pour chaque station pour l'année 2013.

Tableau 16 : résultats des mesures Scal-Air 2013 – PM₁₀

Stations	LOGICOOP	MONTRAVEL	FAUBOURG BLANCHOT	ANSE VATA	Valeurs réglementaires ¹⁵
Moyenne annuelle ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15	16	15	14	O.Q. = $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ V.L. = $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Nbre de jour de dépassement du seuil $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 24 heures	0j	3j	0j	0j	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par année civile de 365 jours
Moyenne journalière maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	39	71	34	35	-

Les concentrations mesurées à Nouméa depuis 2008 respectent les objectifs de qualité annuels européens de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces niveaux sont relativement stables d'une année sur l'autre.

La station de Montravel, est la plus impactée par les poussières fines PM₁₀ sur le réseau de Nouméa, avec des niveaux horaires et journaliers toujours plus élevés durant la saison fraîche, de mai à septembre, durant laquelle les vents de vitesses faibles favorisent l'accumulation des poussières sur la ville. Ces niveaux de pointe s'expliquent par l'accumulation de poussières PM₁₀ principalement d'origine industrielle (centrale thermique et activité de pyrométallurgie sur le site de Doniambo).

Lorsqu'une hausse de concentration de PM₁₀ est liée à une élévation de concentration de dioxyde de soufre, les particules proviennent probablement des émissions d'origine industrielle du secteur de Doniambo. Si cette situation est la plus fréquemment rencontrée à Nouméa, les particules PM₁₀ proviennent également d'autres sources d'émissions : le trafic routier, les brûlages, les chantiers de constructions qui peuvent également s'accumuler sur la ville par vents faibles.

6.1.1.3 Réseau mobile

6.1.1.3.1 Site de Nouville

Une première campagne de mesure a été réalisée en 2010 sur le site de l'Université de Nouvelle-Calédonie, à Nouville. La deuxième campagne de septembre 2012 à avril 2013 était située au même endroit.

¹⁵ En Nouvelle-Calédonie, il n'existe pas de réglementation locale sur la qualité de l'air ambiant. Dans l'attente d'une réglementation locale, depuis 2007, le dispositif de surveillance Scal-Air a choisi volontairement de se baser sur les réglementations européenne et métropolitaine, bien qu'elles ne soient pas directement applicables en Nouvelle-Calédonie. Ce sont ces critères de qualité de l'air qui seront pris comme référence dans le présent rapport.

Le site est exposé aux émissions d'origine industrielle, du fait de la présence importante des vents de secteur Nord-Est à Est/Nord-Est au cours de l'année.

L'objectif était de comparer les résultats des deux campagnes qui disposent des mêmes caractéristiques de lieu mais des conditions météorologiques différentes (saison fraîche pour la première et saison chaude pour la seconde).

Tableau 17 : résultats de la campagne de Nouville / Mai 2010 – août 2010

	Unités	SO2	NO2	PM10	PM2.5
Moyennes sur la campagne	µg/m ³	4.9	4.8	6.1	1.8
Percentiles 98 des moyennes journalières		15	10	13	5
Moyennes journalières maximales		27	11	16	6
Moyennes horaires maximales		107	26	-	-

Tableau 18 : résultats de la campagne de Nouville / Septembre 2012 – Avril 2013

	Unités	SO2	NO2	PM10	PM2.5
Moyennes sur la campagne	µg/m ³	15.4	1.5	8.9	2.6
Percentiles 98 des moyennes journalières		44	3	15	5
Moyennes journalières maximales		131	4	24	16
Moyennes horaires maximales		487	12	/	/

Lors de la première campagne de mesure, toutes les valeurs réglementaires ont été respectées pour les polluants SO2, NO2 et PM10. Lors de la seconde campagne, plusieurs dépassements du seuil d'informations ont été enregistrés pour le SO2.

On constate une différence notable entre les deux campagnes de mesures avec des valeurs 3 à 5 fois plus importantes lors de la campagne 2012/2013 pour le SO2. La présence majoritaire d'Alizés durant une grande partie de l'année, caractérisés par des vents moyens à forts de secteurs Est/Nord-Est à Est/Sud-Est, est favorable à la dispersion des polluants d'origine industrielle sur la presqu'île de Nouville. Ces vents sont d'autant plus présents en saison chaude (campagne 2012/2013) qu'en saison fraîche (2010) où l'on enregistre une part plus importante de vents de secteur Ouest. En conséquence, l'effet de la dispersion des polluants d'origine industrielle vers la presqu'île de Nouville est plus conséquent en condition de vents de 50 à 90° (saison chaude), ce qui explique en partie la présence de concentrations plus élevées lors de la deuxième campagne.

L'étude montre également que le type de fioul utilisé au niveau de la centrale thermique de Doniambo a une influence sur les concentrations en dioxyde de soufre mesurées sur le site de Nouville. En effet, l'utilisation majoritaire de fioul basse ou très basse teneur en soufre (BTS ou TBTS) lors de la campagne de 2010 par rapport à la campagne de 2012/2013 (respectivement 89 % et 34 %) permet également d'expliquer les faibles concentrations enregistrées en 2010.

Lors de la campagne 2012/2013, des mesures de métaux lourds dans les poussières fines en suspension (PM10) ont également été faites. Les métaux mesurés étaient l'arsenic, le cadmium, le plomb et le nickel. Les résultats montrent des concentrations faibles pour les trois premiers métaux. En revanche, des concentrations importantes en nickel ont été relevées. La valeur de 20 ng/m³, correspondant en moyenne annuelle à la valeur cible pour le nickel, a été dépassée 13 fois sur les 20 semaines de mesure. La moyenne des concentrations en nickel sur la durée de la campagne dépasse également cette valeur.

Tableau 19 : résultats des campagnes Nouville- Métaux (ng/m³)

	Unités	As	Cd	Pb	Ni
Moyenne sur la campagne 2012/2013 ¹⁶		0.21	0.09	0.57	23.24
Valeur cible réglementaire		6	5	250	20

6.1.1.3.2 Vallée des Colons

La Vallée des Colons est le quartier le plus peuplé de Nouméa avec 9372 habitants (recensement 2009, INSEE-ISEE). Cette zone est située au Sud-Est de la zone industrielle de Doniambo, dans une zone encaissée (type vallée). L'objectif était de comparer les résultats aux stations fixes de type urbain faisant déjà partie du réseau de mesure (Faubourg Blanchot et Anse Vata).

Tableau 20 : résultats de la campagne Vallée des Colons

	Unités	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}
Moyennes sur la campagne ¹⁷	µg/m ³	3.7	7.8	8.4	2.8
Percentiles 98 des moyennes journalières		13	17	17	8
Moyennes journalières maximales		24	19	18	10
Moyennes horaires maximales		143	52	/	/

Durant cette campagne, les vents étaient principalement de secteurs Est/Nord-Est à Sud-Est, favorisant la dispersion des émissions d'origine industrielle sur les secteurs de Logicoop, Ducos et Nouville, situés à l'opposé de la Vallée des Colons.

La valeur moyenne de dioxyde de soufre sur la durée de la campagne est supérieure à celles mesurées sur les stations fixes, de 3,7 µg/m³ et de l'ordre de 2 µg/m³ sur le réseau fixe, ce qui reste tout de même relativement faible.

Au vu des résultats, le site de mesure de la Vallée des Colons témoigne d'une pollution de fond par les oxydes d'azotes et les poussières fines et d'une pollution de pointe par le dioxyde de soufre comparables à celles observées sur les sites urbains du réseau fixe de Scal-Air (stations du Faubourg Blanchot et de l'Anse Vata). La pollution faible par les oxydes d'azotes est à mettre en lien avec l'éloignement des axes routiers alentours. La pollution occasionnelle par le dioxyde de soufre et les particules d'origine industrielle, de faible ampleur à l'échelle de l'année, peut toutefois causer des dépassements de seuil dans certaines conditions de vents de Nord-Ouest visibles notamment en saison fraîche.

Tableau 21 : résultats de la campagne Vallée des Colons - Métaux

	Unités	As	Cd	Pb	Ni	Hg
Moyennes sur la campagne ¹⁸	µg/m ³	0.23	0.21	0.8	34.28	<0.03
Valeur cible réglementaire		6	5	250	20	6

Comme lors des campagnes à Nouville, les concentrations en arsenic, cadmium, plomb et mercure sont faibles et en deçà des seuils réglementaires.

¹⁶ mesures réalisées sur 8 mois

¹⁷ mesures réalisées sur 20 semaines consécutives

¹⁸ mesures réalisées sur 20 semaines consécutives

Les valeurs en nickel sont par contre élevées. En effet, sur les 12 semaines de prélèvement, la moitié des mesures dépassent la valeur cible de 20 ng/m³. La moyenne sur les 12 prélèvements dépasse également cette valeur.

6.1.1.4 Conclusion

Les objectifs de qualité de l'air et les valeurs limites annuelles européennes sont respectées pour l'ensemble des polluants mesurés, sur l'ensemble des sites de mesures.

En revanche, des valeurs limites et seuils basés sur des courtes durées (horaire ou journalière) font l'objet de dépassement sur certains quartiers de la ville notamment pour les poussières et le dioxyde de soufre. La centrale électrique existante (Centrale B) est un contributeur important pour ces paramètres. La mise en service de la nouvelle centrale électrique (Centrale C) entraînera l'arrêt de la Centrale B dès les essais de fiabilisation réalisés, et par conséquent, une réduction immédiate des émissions de poussières (d'au moins 30%) et de dioxyde de soufre (d'au moins 75%).

Par ailleurs, les mesures de métaux dans l'air ont mis en évidence des concentrations élevées en nickel. A ce stade, les mesures réalisées par Scalair sont trop partielles pour permettre de conclure quant au positionnement vis à vis de la valeur cible en matière de qualité de l'air pour le nickel. Des mesures complémentaires prévues par Scal'air doivent permettre d'affiner l'état du milieu en ayant une meilleure connaissance sur ce paramètre. Il convient de plus de souligner que la mise en service de la centrale C, et l'arrêt de la centrale B, amènera une réduction d'au moins 10% des émissions de nickel.

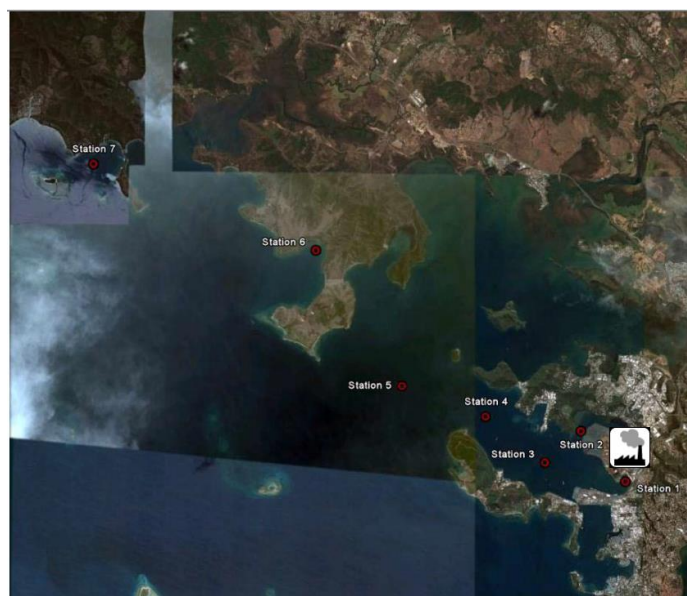
6.1.2 Concentration dans l'eau

Une expertise de suivi de la qualité des eaux marines autour du site de Doniambo a été réalisée sur la période de 2007-2011. Les concentrations dans les eaux de la Grande Rade de Nouméa retenues sont celles présentées dans le rapport GINGER SOPRONER n°A001.10020 intitulé « Plan de surveillance du milieu marin dans la Grande Rade de Nouméa - Suivi milieu marin SLN 2010 / 2011 » (décembre 2011).

L'étude s'est articulée autour de 6 stations de suivi du milieu marin implantées autour du site de Doniambo (cf. Figure 9) :

- Stations 1, 2, 3, 4 : localisées dans la Grande Rade et l'Anse Nd'u (sites sous influence direct de la SLN de Doniambo) ;
- Station 5 : localisée dans la Baie de Dumbéa (site pouvant être pollué par des agressions de type naturel (rivière de la Dumbéa)) ;
- Station 6 : localisée dans la Baie Maa (site n'étant sous l'influence d'aucune agression « zone naturel »).

Figure 9 : localisation des stations de suivi (source : rapport GINGER SOPRONER n°A001.10020)



Les résultats de cette campagne sont rapportés dans le Tableau 22. Parmi les résultats obtenus mensuellement entre août 2010 et juin 2011 au niveau des six points de mesures dans la Grande Rade, la valeur la plus élevée des concentrations mensuelles mesurées est retenue.

Tableau 22 : concentrations en métaux dans les eaux de la Grande Rade de Nouméa

	Concentration maximale totale (mg/L) mesurée sur 2010-2011	Station(s) où la concentration a été mesurée
Chrome	0.12	station 5 (mi-profondeur)
Cuivre	<1	-
Manganèse	0.01	station 2 et station 3 (fond)
Nickel	0.01	station 1, station 2, station 3
Plomb	0.02	station 2 (subsurface)
Zinc	27.2	station 5 (mi-profondeur)

Notons que les concentrations maximales ne sont pas enregistrées aux mêmes profondeurs selon les substances. Il a cependant été choisi de garder la concentration maximale quelle que soit la profondeur en première approche conservative comme le préconisent les bonnes pratiques en matière de risques sanitaires.

6.1.2.1 Conclusion

Les analyses d'eaux de mer montrent que :

- les eaux de la grande rade ne semblent pas particulièrement polluées en métaux lourds sur la période 2010-2011 ;
- pour le cuivre, le plomb, le manganèse, le chrome et le nickel, les concentrations dans l'eau de mer sont toutes inférieures ou égales aux seuils de détection de la méthode d'analyse en laboratoire ;
- aucun gradient inshore / offshore dans la concentration des métaux n'est observé.

Par ailleurs, les concentrations en métaux mesurées au cours des années 2007-2010 ont peu évoluées. L'impact de l'installation sur la qualité des eaux de mer est donc négligeable pour les éléments métalliques suivis.

6.1.3 Concentrations dans les sols

A notre connaissance, aucune mesure de concentrations récente dans les sols n'est disponible autour du site au niveau des zones habitées et/ou cultivées.

6.1.4 Concentrations dans les végétaux

A notre connaissance, aucune mesure de concentrations dans les végétaux n'est disponible autour du site au niveau des zones habitées et/ou cultivées.

6.2 EVALUATION DE L'ÉTAT DES MILIEUX

L'interprétation de l'état des milieux est une évaluation de la situation actuelle de l'environnement impacté par l'ensemble des activités de la zone sur la base des mesures réalisées dans les milieux et de leurs usages fixés. Il permet d'évaluer la vulnérabilité des milieux en fonction de leurs utilisations. Pour les substances et milieux disposant de valeurs de référence, une comparaison directe à ces valeurs est réalisée. L'interprétation de l'état des milieux s'effectue alors selon la grille ci-dessous.

Si	Interprétation de l'état des milieux
$C < C_{réf}$	Compatible avec les usages
$C < C_{réf}$ et C augmente dans le futur	Milieu vulnérable. Zone d'incertitude nécessitant une réflexion plus approfondie
$C > C_{réf}$	Non compatible avec les usages

Pour les substances et milieux ne disposant pas de valeur de référence, la compatibilité des milieux à leurs usages est évaluée à la suite d'une quantification partielle des risques. Un calcul d'indicateur de risque (QD et ERI, cf. paragraphe 7.3.1) est réalisé substance par substance. L'interprétation de l'état des milieux s'effectue alors selon la grille ci-dessous.

Si	Interprétation de l'état des milieux
$QD < 0,2$ $ERI < 1.10^{-6}$	Compatible avec les usages
$0,2 < QD < 5$ $1.10^{-6} < ERI < 1.10^{-4}$	Milieu vulnérable. Zone d'incertitude nécessitant une réflexion plus approfondie
$QD > 5$ $ERI > 1.10^{-4}$	Non compatible avec les usages

QD : quotient de Danger

ERI : Excès de Risque Individuel

6.2.1 Milieu Air

Les poussières, le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre, l'arsenic, le cadmium, le plomb et le nickel disposent d'une valeur de référence (objectif de qualité).

Tableau 23 : Interprétation de l'état du milieu « Air »

Substance	Concentration maximale mesurée autour du site		Valeurs réglementaires Air extérieur		Interprétation de l'état des milieux
NOx	8 µg/m ³	Station Logicop 2013	40 µg/m ³	Objectif de qualité Air extérieur	C<Créf => compatible avec les usages
SO2	7 µg/m ³	Station Montravel 2013	50 µg/m ³	Objectif de qualité Air extérieur	C<Créf => compatible avec les usages
PM10	16 µg/m ³	Station Montravel 2013	30 µg/m ³	Objectif de qualité Air extérieur	C<Créf => compatible avec les usages
Arsenic	0.23 ng/m ³	Campagne 2013 Vallée des Colons	6 ng/m ³	Valeur cible	C<Créf => compatible avec les usages
Cadmium	0.21 ng/m ³	Campagne 2013 Vallée des Colons	5 ng/m ³	Valeur cible	C<Créf => compatible avec les usages
Plomb	0.8 ng/m ³	Campagne 2013 Vallée des Colons	250 ng/m ³ 500 ng/m ³	Objectif de qualité Valeur limite	C<Créf => compatible avec les usages
Nickel	34 ng/m ³ 19	Campagne 2013 Vallée des Colons	20ng/m ³	Valeur cible	Non compatible avec les usages

En l'état actuel, le milieu « Air » est compatible avec les usages pour toutes les substances excepté pour le nickel pour lequel seules de mesures partielles sont disponibles.

Notons que les concentrations actuelles résultent des émissions de la centrale actuelle et des autres sources (autres installations, trafic,...). Les concentrations à l'émission de la nouvelle centrale seront divisées par 10 par rapport à la centrale actuelle. Les concentrations (notamment en dioxyde de soufre) vont donc largement baissée suite à la mise en service de la nouvelle centrale (actuellement, la centrale actuelle (« centrale B ») représente environ 95% des concentrations totales en SO₂ pour les stations de Logicoop et d'Anse Vata, cf. Annexe 3).

6.2.2 Milieu Eaux de mer

Une comparaison des concentrations dans les eaux de mer peut être réalisée avec les valeurs de normes de qualité environnementale (NQE) provisoires pour les eaux marines intérieures et territoriales¹⁵.

Les concentrations dans l'eau de mer disponibles (cf. Tableau 22) sont toutes inférieures ou égales aux seuils de détection de la méthode d'analyse en laboratoire sauf pour le zinc.

¹⁹ mesures réalisées sur 20 semaines consécutives

Tableau 24 : Interprétation de l'état du milieu « Eau »

Substance	Concentration maximale mesurée dans les eaux de mer (mg/l)	normes de qualité environnementale (NQE) provisoires ²⁰ Eaux marines intérieures et territoriales (µg/l)	Interprétation de l'état des milieux
Cuivre	<1	2.5	C<Créf => compatible avec les usages
Nickel	0.01	20	C<Créf => compatible avec les usages
Plomb	0.02	7,2	C<Créf => compatible avec les usages
Zinc	27.2	Bruit de fond géochimique + 3.1	Pas de conclusion possible en l'absence de bruit de fond géochimique local

En l'état actuel, le milieu « Eaux de mer » est compatible avec les usages pour toutes les substances excepté pour le zinc pour lequel aucune conclusion n'est possible en l'absence de valeur de bruit de fond géochimique.

6.2.3 Milieu Sols

L'évaluation de l'état des milieux n'est pas possible en l'absence de mesures autour du site.

6.2.4 Milieu Végétaux

L'évaluation de l'état des milieux n'est pas possible en l'absence de mesures autour du site.

6.2.5 Conclusion

L'état des milieux est donc compatible avec les usages pour toutes les substances et les milieux pour lesquels des mesures dans l'environnement sont disponibles et représentatives.

Concernant le nickel, des mesures envisagées par Scal'air doivent permettre d'affiner l'état du milieu en ayant une meilleure connaissance sur ce paramètre.

Cependant, l'étude portant sur un futur projet en remplacement de la centrale actuelle, conformément au guide méthodologique de l'INERIS²¹, une évaluation prospective des risques sanitaires est nécessaire.

²⁰ Circulaire du 7 mai 2007

²¹ « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions des substances chimiques par les installations classées », INERIS, août 2013

7. EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

7.1 IDENTIFICATION DES DANGERS ET SELECTION DES COMPOSES NEFASTES POUR LA SANTE HUMAINE

7.1.1 Identification des dangers

L'étape d'identification des dangers présente la toxicité des composés inventoriés. Il est rapporté les différentes voies d'exposition ainsi que les effets sur la santé et en particulier le risque cancérogène..

Les substances chimiques sont susceptibles de provoquer des effets aigus liés à des expositions courtes à des doses généralement élevées, et des effets subchroniques et chroniques susceptibles d'apparaître suite à une exposition prolongée à des doses plus faibles.

Dans le cadre de la présente évaluation de risque sanitaire, seule l'exposition chronique sera étudiée.

A partir de données trouvées dans la littérature, le Tableau 26 présente, pour l'ensemble des composés inventoriés, les voies d'exposition principales, les dangers possibles, ainsi que la classification du caractère cancérogène pour l'OMS/CIRC, l'EPA et l'Union Européenne. Le Tableau 25 rappelle la définition des différentes classifications.

Tableau 25 : classifications CIRC, US-EPA et Union Européenne pour les effets cancérogènes

CIRC - OMS	US EPA	Union Européenne
1 : cancérogènes pour l'homme	A : cancérogènes pour l'homme (preuves suffisantes chez l'homme)	1A (anciennement 1) : cancérogènes pour l'homme (disposition de suffisamment d'éléments pour établir une relation de cause à effet entre l'exposition de l'homme à de telles substances et l'apparition d'un cancer)
2A : cancérogènes probables pour l'homme (preuves limitées chez l'homme, suffisantes chez l'animal)	B1 : cancérogènes probable pour l'homme (preuves limitées chez l'homme) B2 : cancérogènes probable pour l'homme (preuves non adéquates chez l'homme, suffisantes chez l'animal)	1B (anciennement 2) : cancérogènes probables pour l'homme (disposition de suffisamment d'éléments pour justifier une présomption que l'exposition de l'homme à de telles substances peut provoquer un cancer)
2B : cancérogènes possibles pour l'homme (preuves insuffisantes chez l'homme, suffisantes ou limitées chez l'animal)	C : cancérogènes possibles pour l'homme (preuves non adéquates chez l'homme et limitées chez l'animal)	
3 : non classable pour sa cancérogénicité pour l'homme	D : non classable pour sa cancérogénicité pour l'homme (preuves insuffisantes chez l'homme et chez l'animal)	2 (anciennement 3) : non classable pour sa cancérogénicité pour l'homme (substances préoccupantes pour l'homme en raison d'effets cancérogènes possibles mais pour lesquelles les informations disponibles ne permettent pas une évaluation suffisante)
4 : absence connue d'effets cancérogènes chez l'homme et chez l'animal	E : absence connue d'effets cancérogènes chez l'homme et chez l'animal	

Tableau 26 : identification des dangers par substances

Nom	N°CAS	Effets néfastes pour la santé humaine en exposition chronique	Effets/ Organes cibles	Voies d'exposition principales	Cancérogénicité		
					CIRC	EPA	UE
NO ₂	10102-44-0	OUI	Système respiratoire	Inhalation	-	-	-
SO ₂	7446-09-05	OUI	Système respiratoire	Inhalation	-	-	-
Poussières	nd	OUI	Système respiratoire	Inhalation	-	-	-
CO		OUI	Système respiratoire	Inhalation			
Acétaldéhyde	75-07-0	OUI	Système respiratoire	Inhalation	-	B2	-
Benzène	71-43-2	OUI	Système sanguin	Inhalation	1	A	1
Formaldéhyde	50-00-0	OUI	Système respiratoire	Inhalation	1	B1	3
Toluène	108-88-3	OUI	Système nerveux central	Inhalation	3	D	-
Xylène	1330-20-7	OUI	Système nerveux central	Inhalation	3	-	-
HAP (équivalent B(a)P)	50-32-8	OUI	Estomac, système respiratoire	Inhalation Ingestion	2A	B2	2
Acide chlorhydrique	7647-01-0	OUI	Système respiratoire	Inhalation	-	-	-
Acide fluorhydrique	7664-39-3	OUI	Os	Inhalation	-	-	-
Ammoniac	7664-41-7	OUI	Système respiratoire	Inhalation	-	-	-
Dioxines/Furanes	-	OUI	Développement	Ingestion	1		-
Métaux							
Cadmium	7440-43-9	OUI	Rein, Poumons	Inhalation Ingestion	1	B1	2
Mercure	7439-97-6	OUI	Système nerveux, reins, développement	Inhalation Ingestion	inorganique		
					3	D	-
					organique		
					2B	-	-
Nickel	7440-02-0	OUI	système respiratoire	Inhalation, Ingestion	¹²² 2B ²³	A ²⁴	²²⁵ 1A ²⁶

²² Nickel et composés²³ Nickel métal²⁴ Ni3S2²⁵ Nickel métal²⁶ monoxyde de nickel, dioxyde de nickel et trioxyde de dinickel

Nom	N°CAS	Effets néfastes pour la santé humaine en exposition chronique	Effets/ Organes cibles	Voies d'exposition principales	Cancérogénicité		
					CIRC	EPA	UE
Plomb	7439-92-1	OUI	Système sanguin, système nerveux	Inhalation Ingestion	2B	B2	-
Thallium	7440-28-0	peu documenté					

Le thallium et le monoxyde de carbone étant peu documentés quant à leurs éventuels effets néfastes pour la santé humaine, ils ne seront pas conservés dans la suite de l'étude.

7.1.2 Etude des relations dose-réponse

7.1.2.1 Définitions

La définition des relations dose-réponse consiste à recueillir dans la littérature l'ensemble des valeurs établissant une relation entre une dose d'exposition et les effets (ou probabilités d'effets) observés.

Ces relations dose-réponse regroupées sous le terme de **valeur toxicologique de référence (VTR)** permettent de caractériser deux mécanismes d'action des toxiques :

- **Les toxiques à effets à seuil** pour lesquels il existe des valeurs toxicologiques de référence en dessous desquelles l'exposition est réputée sans risque et dont la gravité des effets est proportionnelle à la dose.
- **Les toxiques à effets sans seuil** tels que les cancérigènes génotoxiques pour lesquels il n'est pas possible de définir un niveau d'exposition sans risque pour la population. Pour ces produits, des excès unitaires de risque (ERU) ont été définis. Ils correspondent à la probabilité supplémentaire de survenue de cancer dans une population exposée à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (durant toute sa vie²⁷ et 24h/24) par rapport à la probabilité de cancer dans une population non exposée. Un ERU à 10^{-5} signifie qu'une personne exposée durant toute sa vie à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aurait une probabilité supplémentaire par rapport au risque de base de 0,00001 de contracter un cancer ou bien, en d'autres termes, que si 100 000 personnes sont exposées, 1 cas de cancer supplémentaire est susceptible d'apparaître. Il n'existe pas de valeur seuil sans risque pour les composés à effets sans seuil.

7.1.2.2 Critères de choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

Pour chaque substance sélectionnée précédemment, des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) ont été recherchées auprès des différentes instances internationales suivantes :

- Organisation Mondiale de la Santé (OMS)
- Environmental Protection Agency (US-EPA)
- Agency for Toxic Substances and Diseases Registry (ATSDR)
- Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA)
- Santé Canada (Health Canada)
- National Institute of Public Health and the Environment (RIVM)

Dans l'objectif de simplifier les modalités de **sélection des VTR** et par la même la vérification des dossiers par les services de l'Etat, la **Direction Générale de la Santé** a demandé, par une circulaire (DGS/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006), de sélectionner « la VTR dans la première base dans laquelle elle est retrouvée en respectant la hiérarchisation suivante :

²⁷ Conventionnellement prise égale à 70 ans

- pour les substances à effets à seuil : successivement EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Health Canada, RIVM et en dernier lieu OEHHA ;
- pour les substances à effets sans seuil : successivement EPA, OMS/IPCS, RIVM, OEHHA ».

Nous appliquerons ces modalités dans le choix des VTR dans ce présent rapport excepté dans les cas où l'INERIS ou l'ANSES ont fait des préconisations différentes depuis 2006.

7.1.2.3 Valeurs Toxicologiques de Référence

Le Tableau 27 présente pour chaque substance émise la disponibilité des Valeurs Toxicologiques de Référence dans la littérature consultée.

Tableau 27 : disponibilité des Valeurs Toxicologiques de Référence

Nom	N°CAS	VTR à seuil		VTR sans seuil	
		Voie respiratoire	Voie digestive	Voie respiratoire	Voie digestive
Dioxyde d'azote	10102-44-0				
Dioxyde de soufre	7446-09-05				
Cadmium	7440-43-9	x	x	x	
Mercurure	7439-97-6	x	x mercure inorganique / methylmercure		
Nickel	7440-02-0				
Plomb	7439-92-1	x	x	x	x
Poussières	nd	x			
BaP	50-32-8			x	x
Acétaldéhyde	75-07-0	x		x	
Benzène	71-43-2	x		x	
Formaldéhyde	50-00-0	x		x	
Toluène	108-88-3	x			
Xylène	1330-20-7	x			
Acide chlorhydrique	7647-01-0	x			
Acide fluorhydrique	7664-39-3	x			
Ammoniac	7664-41-7	x			
Dioxines/Furanes	-		x		

Remarque :

- **NO₂, SO₂ et poussières (PM₁₀ et PM_{2,5})** : la littérature ne fournit pas de VTR pour ces substances, il n'existe que des valeurs guides de l'OMS. Comme le rappelle la circulaire de la DGS (mai 2006), l'évaluateur doit s'abstenir d'utiliser des valeurs guides de qualité des milieux. Ces substances ne sont donc pas retenues comme traceur de risque. Seules les concentrations dans l'air attendues au niveau des riverains sont comparées aux valeurs réglementaires Qualité de l'Air (cf. paragraphe 7.2.3).
- **Dioxines/Furanes** : la principale voie d'exposition est la chaîne alimentaire. Seule la voie par ingestion est donc conservée dans cette étude. L'ensemble de la communauté scientifique admettent que le mécanisme d'action cancérigène des dioxines est non génotoxique même si l'US-EPA construit des VTR sans seuil pour ces substances. Seule l'approche « à seuil » est retenue dans cette étude, conformément aux recommandations du CSHPF, de l'AFSSA et de l'OPERSEI.

- **Mercure** : l'importance des travaux sur le mercure permet de savoir que le mercure émis dans l'atmosphère va passer sous forme organique ou inorganique dans les sols et dans les végétaux, dans des proportions différentes. Il est possible de distinguer les risques spécifiquement liés à chacune des formes de mercure car il existe des VTR spécifiques. La forme organique (méthylmercure en particulier) est plus toxique, par ingestion, que la forme inorganique.

A partir des VTR disponibles dans la littérature consultée, et des critères de choix de la DGS, les Tableau 28 et Tableau 29 résument les VTR retenues pour cette étude. Les fiches toxicologiques pour chaque substance sont présentées en Annexe 1.

Tableau 28 : valeurs toxicologiques de référence pour les effets chroniques à seuil

Substance	Voie d'exposition	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR	Unités	Facteur d'incertitude	Référence	Année de révision
Acétaldéhyde	Inhalation	Système respiratoire		rats	9	µg/m3	1000	EPA,	1991
Benzène	Inhalation	Système sanguin	leucopénie	Homme	30	µg/m3	300	US-EPA,	2003
Cadmium	Inhalation	Rein		Homme	0.005	µg/m3	60	OMS	1999
Cadmium	Ingestion	Rein		Homme	0.0005	mg/kg/j	10	OEHHA RIVM	2003 2001
formaldéhyde	Inhalation	Système respiratoire	lésions nasales	Homme	10	µg/m3	30	ATSDR,	1999
Hg inorganique	Ingestion	Rein		rats	2.00E-03	mg/kg/j	100	RIVM	2001
Hg organique	Ingestion	Développement		homme	1.00E-04	mg/kg/j (méthylHg)	10	EPA	2001
Mercuré élémentaire	Inhalation	Système nerveux		homme	0.3	µg/m3	30	EPA	1995
Nickel	Inhalation	Appareil respiratoire	Atteinte des épithéliums	Rat	0.09	µg/m3	30	ATSDR	2005
Nickel	Ingestion	Développement	Perte de poids	Rat	0.02	mg/kg/j		EPA	1996
Plomb	Inhalation	Système hématologique, système nerveux	Plombémie	Homme	0.5	µg/m3	-	OMS	2000
Plomb	Ingestion	Système hématologique, système nerveux	Plombémie	Homme	0.0035	mg/kg/j (DHTP=25 µg/kg)	ND	OMS	2004
toluène	Inhalation	Système nerveux	Vision et audition détériorées	homme	3000	µg/m3	10	ANSES	2011
xylène	Inhalation	Système nerveux	Incoordination motrice	rat	100	µg/m3	300	US-EPA,	2003
ammoniac	Inhalation	Système respiratoire	poumon	homme	100	µg/m3	30	EPA	1991
HCl	Inhalation	Système respiratoire	hyperplasie de la muqueuse nasale	rats	20	µg/m3	300	US-EPA	1995
HF	Inhalation	Os	Fluorose	homme	14	µg/m3	10	OEHHA	2003
Dioxines	Ingestion	développement		singe et rat	2.3	pg/kg/j	10	OMS	2002

Tableau 29 : valeurs toxicologiques de référence pour les effets chroniques sans seuil

Substance	Voie d'exposition	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR	Unités	Référence	Année de révision
Acétaldéhyde	Inhalation	Système respiratoire/Nez		rats	2.20E-06	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	EPA,	1988
BaP	Inhalation	Poumon	cancer	hamsters	1.10E-03	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	OEHHA	2002
BaP	Ingestion	Estomac	cancer	rats	2.00E-01	$(\text{mg}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$	RIVM	2001
Benzène	Inhalation	Système sanguin	Leucémie	Homme	2.20E-06 / 7.80E-06	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	US-EPA,	2000
Cadmium	Inhalation	Poumon		Homme	4.20E-03	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	OEHHA	2003
formaldéhyde	Inhalation	Système respiratoire	tumeurs nasales	Rat	1.30E-05	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	EPA,	1991
Nickel	Inhalation	Poumon	Cancer	Hommes	3.80E-04	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	OMS	2000

7.1.3 Synthèse final des traceurs de risques

Au final, les traceurs de risque sélectionnés pour la suite de l'étude sont les suivants :

- cadmium
- mercure
- plomb
- HAPs assimilés au B(a)P
- acétaldéhyde
- benzène
- formaldéhyde
- toluène
- xylène
- acide chlorhydrique
- acide fluorhydrique
- ammoniac
- dioxines/furanes

Le Tableau 30 présente une synthèse des principales voies d'exposition et organes cibles soumis à un danger d'atteinte systémique et/ou liés au caractère cancérigène des substances étudiées. Ces paramètres sont décrits plus en détail dans les fiches toxicologiques présentées en Annexe 1.

Tableau 30 : principaux dangers des composés retenus

Mécanisme d'action	Organe cible principal	Composé chimique	Voie d'exposition
Effet chronique à seuil	Système respiratoire	Ammoniac	respiratoire
		HCl	respiratoire
		formaldéhyde	respiratoire
		Acétaldéhyde	respiratoire
		Nickel	respiratoire
	Système nerveux central	mercure élémentaire	respiratoire
		plomb	respiratoire
			digestive
		toluène	respiratoire
		xylène	respiratoire
	Système sanguin	plomb	respiratoire
			digestive
	Reins	Benzène	respiratoire
		cadmium	respiratoire
			digestive
		mercure inorganique	digestive
	Os	HF	respiratoire
	développement	Mercure (méthylmercure)	digestive
		Dioxines	digestive
		Nickel	digestive
Effet chronique sans seuil		Acétaldéhyde	respiratoire
		BaP	respiratoire
		BaP	respiratoire
		Benzène	respiratoire
		Cadmium	respiratoire
		formaldéhyde	respiratoire
		Nickel	respiratoire

Ce regroupement est une approche simplifiée des interactions entre les composés étudiés et il est donc discutable. Chaque composé a en réalité de nombreux effets, qu'il n'est pas possible de répertorier de façon exhaustive ici ou qui ne sont pas connus.

Les NO_x, le SO₂ et les poussières (assimilées aux PM₁₀ et aux PM_{2,5}) sont également retenus car ce sont des traceurs traditionnels pour les installations de combustion, émetteurs principaux pour ces polluants sur le site. Cependant, ils ne feront pas l'objet de calculs des risques car les valeurs guides (OMS) utilisées pour évaluer l'impact sur la santé sont des valeurs de gestion et non des valeurs toxicologiques. Les concentrations modélisées seront simplement comparées à ces valeurs guides.

7.2 EVALUATION DE L'EXPOSITION HUMAINE

L'étude de dispersion (cf. rapport ARIA/2014.040) a permis d'estimer les concentrations dans l'air et les dépôts au sol imputables à la future centrale thermique au charbon de Nouméa. Ces résultats serviront dans le cadre de cette étude pour estimer les expositions des populations vivant autour du site.

7.2.1 Voies d'exposition et sources de contamination

Le schéma conceptuel d'exposition (cf. paragraphe 5) nous a conduits à retenir les voies d'exposition suivantes :

- l'inhalation,
- l'ingestion de sol,
- l'ingestion de poissons,
- l'ingestion de légumes (légumes-racines et légumes-feuilles seulement).

7.2.2 Rappel des résultats de l'étude de dispersion

ARIA Technologies a mis en œuvre le logiciel de dispersion atmosphérique ARIA Impact 1.8 qui a permis de déterminer les concentrations dans l'air et les dépôts au sol engendrés par les émissions atmosphériques du site dans la configuration retenue (cf. rapport ARIA/2014.040).

La modélisation fournit, pour l'ensemble du domaine d'étude, découpé en mailles de 100 mètres par 100 mètres :

- des concentrations dans l'air pour les phases gazeuses des composés. Ces concentrations sont utilisées pour l'évaluation des risques par exposition respiratoire ;
- des dépôts au sol pour les phases particulaires des composés, qui se décomposent en dépôts secs et dépôts humides pour tenir compte de l'influence de la pluviométrie sur la dispersion des dépôts. Ces dépôts sont utilisés pour l'évaluation des risques par exposition digestive au cadmium, au mercure, au nickel, au plomb, aux dioxines et aux HAPs.

Les résultats de la modélisation réalisée par ARIA Technologies sont rappelés dans le Tableau 31 sur la zone habitée la plus exposée :

- située sur la presqu'île de Ducos (cf. rapport ARIA/2014.040) pour les concentrations en moyenne annuelle
- située en limites des quartiers Logicoop et Ducos (rue Gabriel Simonin) pour les concentrations en centile 100.

Tableau 31 : résultats de la modélisation sur la zone habitée la plus exposée (cf. rapport ARIA/2014.040)

	Concentration en moyenne annuelle ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration maximale (centile 100) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dépôts au sol ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$)
Cadmium	1.9E-04	n.c.	1.6E-06
COV dont :	0.2	n.c.	non utilisé
Acétaldéhyde	0.03*		
Benzène	0.12*		
Formaldéhyde	0.01*		
Toluène	0.02*		
Xylène	0.003*		
HAP assimilés au B(a)P	4E-05		4.2E-08
HCL	0.04		
HF	0.02		
Mercure	2E-04		
Nickel**	0.02		1.3E-04
Ammoniac	0.02		
NOX assimilés au NO2	0.6	110 (max. horaire)	
Plomb	4E-03		1.9E-05
Dioxines/Furanes	4E-10		4.2E-13
PM10	0.04	2.2 (max. sur la journée)	non utilisé
PM2_5	0.04	2.2 (max. sur la journée)	non utilisé
SO2	0.6	32.0 (max. sur la journée)	

n.c. : non calculé car non pertinent dans le cadre de cette étude

**concentrations calculées en appliquant la répartition des COVs proposées au paragraphe 4.1, Tableau 11*

***100% de la somme « Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn »*

7.2.3 Comparaison des concentrations aux valeurs guides OMS

Les NO_x, le SO₂ et les poussières (assimilées aux PM10 et PM2,5) ne disposent pas de valeur toxicologique de référence applicable mais des valeurs guides ont été fixées par l'OMS (2005) pour évaluer l'impact des émissions sur la qualité de l'air et la santé des populations exposées. Pour ces substances, les concentrations modélisées seront comparées aux valeurs guides.

Le tableau ci-dessous indique les concentrations estimées par la modélisation au niveau de la zone habitée la plus impactée en dehors des limites du site, au niveau des capteurs SCAL'AIR ainsi que les valeurs guide de l'OMS.

Tableau 32 : concentration en moyenne annuelle dans la zone habitée la plus exposée et valeurs guides OMS

Substance	Durée d'exposition	Concentrations induites par la centrale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	LOGICOOP	ECOLE DESBROSSES	MONTRAVEL	ECOLE GRISCELLI	FAUBOURG BLANCHOT	ECOLE LES LYS	Valeur guide OMS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
PM _{2,5}	Moyenne annuelle	0.04	0.01	0.006	0.007	0.01	0.003	0.0008	10
	Moyenne journalière	2.2*	0.7*	0.7*	0.6*	0.4*	0.1*	0.1*	25
	Moyenne horaire	-							-
PM ₁₀	Moyenne annuelle	0.04	0.01	0.006	0.007	0.01	0.003	0.0008	20
	Moyenne journalière	2.2*	0.7*	0.7*	0.6*	0.5*	0.2*	0.1*	50
	Moyenne horaire	-							-
SO ₂	Moyenne annuelle	0.6	0.2	0.09	0.1	0.2	0.04	0.01	20
	Moyenne journalière	32.0*	10.5*	9.8*	8.6*	6.7*	2.7*	1.2*	20
	Moyenne horaire	-							-
NOx assimilés au NO ₂	Moyenne annuelle	0.6	0.2	0.09	0.1	0.2	0.05	0.01	40
	Moyenne journalière	-							-
	Moyenne horaire	110**	77.7**	37.5**	77.0**	105**	49.9**	22.9**	200

* concentration maximale annuelle sur 24 heures

** concentration maximale annuelle sur 1 heure

Pour les poussières (PM10 et PM2,5), les concentrations attribuables aux émissions du site sont inférieures aux valeurs guides de l'OMS aussi bien en moyenne journalière qu'en moyenne annuelle.

Pour les NOx assimilés au NO₂ (hypothèse majorante), les concentrations attribuables aux émissions du site sont inférieures aux valeurs guides de l'OMS aussi bien en moyenne horaire qu'en moyenne annuelle.

Pour le dioxyde de soufre SO₂, la concentration en moyenne annuelle attribuable aux émissions du site est inférieure à la valeur guide de l'OMS. Cependant la concentration maximale sur la journée dépasse la valeur guide de l'OMS fixée à 20 µg/m³. A noter que ce seuil n'est dépassé qu'une fois par an. Ces résultats sont à mettre en parallèle avec les concentrations actuelles mesurées en SO₂ en moyenne journalière mesurées par le réseau de surveillance SCAL'Air (311 µg/m³ au niveau de la station de mesures de Montravel et 101 µg/m³ au niveau de la station de mesures Logicoop en 2013). Les concentrations en dioxyde de soufre vont donc largement baissée suite à la mise en service de la nouvelle centrale (actuellement, la centrale actuelle (« centrale B ») représente environ 95% des concentrations totales en SO₂ pour les stations de Logicoop et d'Anse Vata, cf. Annexe 3).

7.2.4 Exposition par inhalation

7.2.4.1 Scénario d'exposition

Dans le cadre d'une approche majorante, seule une exposition résidentielle permanente est retenue en première approche, à savoir :

- l'étude porte sur des expositions chroniques, c'est-à-dire des expositions récurrentes ou continues pendant plusieurs années. Par conséquent, la durée de résidence choisie est de **30 ans** ce qui correspond au 90^{ème} percentile des durées de résidence en France (Nedellec²⁸ 1998), sans changer d'adresse. Cette durée de résidence est préconisée par l'INERIS et par l'Observatoire des pratiques de l'évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact. Il peut exister des variations locales à ce chiffre. Par ailleurs, ce chiffre ne rend pas compte des personnes qui déménagent dans la même commune et qui restent donc exposées.
- en l'absence de données sur le temps passé par les populations sur le domaine d'étude et en dehors du domaine d'étude, et en l'absence aussi de données sur les concentrations d'exposition des personnes pendant le temps passé en dehors du domaine d'étude, il est posé l'hypothèse majorante que les populations séjournent **24 heures sur 24, 7 jours sur 7 et 365 jours par an** sur le domaine d'étude.

Ces hypothèses ne tiennent pas compte des diverses causes d'absence du domicile, notamment pour des raisons personnelles (vacances, loisirs, etc.) ou professionnelles.

Les doses d'exposition par voie respiratoire sont calculées à partir des concentrations estimées dans le cadre de l'étude de dispersion (cf. paragraphe 7.2.2) au niveau de la zone habitée présentant les concentrations les plus élevées.

²⁸ Nedellec V., D. Courgeau et P. Empereur-Bissonnet, La durée de résidence des français et l'évaluation des risques liés aux sols pollués, *Energie Santé*, 9, 503-515, 1998.

Tableau 33 : récapitulatif du scénario inhalation retenu

Scénario retenu	Description du scénario
Résidentiel	100% du temps passé au niveau de l'habitation où les concentrations sont les plus importantes (exposition 24h/24, 7J/7, 365 jours/an pendant 30 ans)

7.2.4.2 Méthode de calcul des doses d'exposition par voie respiratoire

Pour une exposition par inhalation, la dose d'exposition par voie respiratoire correspond à la concentration inhalée (CI) et est calculée de la manière suivante :

$$CI = Ci \times \frac{T \times F}{T_m}$$

Avec :

- CI : concentration moyenne inhalée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Ci : concentration de polluant dans l'air ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- F : fréquence d'exposition. Dans cette étude : F = 1 (24 heures sur 24, 7 jours sur 7 et 365 jours par an)
- T : durée d'exposition (années)
- Tm : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (années).

Conformément à la méthodologie donnée par le référentiel de l'INERIS²⁹, pour les polluants avec effets à seuil, l'exposition moyenne est calculée sur la durée effective d'exposition soit Tm=T.

Pour les polluants avec effets sans seuil (cancérogènes génotoxiques), Tm est assimilée à la durée de la vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans). **Le ratio T/T_m n'apparaît donc que dans les calculs pour les toxiques à effet sans seuil.** Dans cette étude, T est assimilée à une durée d'exposition de 30 ans (cf. paragraphe 7.2.4.1).

La formule de calcul de la concentration inhalée CI se simplifie donc de la façon suivante :

- pour les polluants avec **effets à seuil** : CI = Ci
- pour les polluants avec **effets sans seuil** : CI = Ci × 30/70

avec Ci, la concentration dans l'air ambiant calculée par modélisation ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Notons que le calcul de la concentration moyenne inhalée CI ne fait pas intervenir de paramètres physiologiques, les résultats ainsi obtenus s'appliquent aussi bien à l'exposition par inhalation d'un adulte qu'à celle d'un enfant.

7.2.4.3 Doses d'exposition par voie respiratoire

L'estimation de l'exposition par inhalation liée aux émissions de l'installation est basée sur les concentrations en moyenne annuelle estimées par l'étude de dispersion sur la zone habitée la plus exposée (cf. Tableau 31 paragraphe 7.2.2).

²⁹ Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions des substances chimiques par les installations classées, INERIS Août 2013

Tableau 34 : doses d'exposition par inhalation dans la zone habitée la plus exposée

Substances	Unité	Concentration (moyenne annuelle) dans la zone habitée la plus exposée	Doses d'exposition par inhalation dans la zone habitée la plus exposée
Polluants avec effet à seuil – risque chronique			
Acétaldéhyde	µg/m3	0.03	0.03
Ammoniac	µg/m3	0.02	0.02
Benzène	µg/m3	0.12	0.12
Cadmium	µg/m3	0.0002	0.0002
formaldéhyde	µg/m3	0.01	0.01
HCl	µg/m3	0.04	0.04
HF	µg/m3	0.02	0.02
Mercure élémentaire	µg/m3	0.0002	0.0002
Nickel	µg/m3	0.02	0.02
Plomb	µg/m3	0.004	0.004
toluène	µg/m3	0.02	0.02
xylène		0.003	0.003
Polluants avec effet sans seuil			
Acétaldéhyde	µg/m3	0.03	0.014
BaP	µg/m3	3.8E-05	1.6E-05
Benzène	µg/m3	0.12	0.05
Cadmium	µg/m3	0.0002	8.2E-05
formaldéhyde	µg/m3	0.010	0.004
Nickel	µg/m3	0.02	0.008

7.2.5 Exposition par ingestion

7.2.5.1 Scénario d'exposition

Dans cette étude, l'exposition des populations est estimée pour un fonctionnement de l'installation pendant 30 ans (cf. paragraphe 7.2.4.1) et les expositions de la population sont calculées par rapport à cette durée de fonctionnement. Les individus sont supposés présents 365 jours par an sur le lieu d'étude.

Trois valeurs de dépôts sont retenues pour effectuer les calculs de remontée dans la chaîne alimentaire :

- **Dcult**, dépôt au niveau des zones de culture agricole, pris en compte pour les transferts suivants :
 - sol→végétaux→homme,
 - sol→céréales→volaille→(œuf→)homme,
- **Dpât**, dépôt au niveau des premières zones de pâturage, pris en compte pour les transferts : sol→herbe→bovin→homme.
- **Dpop**, dépôt au niveau des premières zones d'habitation les plus exposées, pris en compte pour tous les autres transferts : sol→homme.

Dans cette étude, nous considérerons que $D_{pop}=D_{pât}=D_{cult}=D_{max}$ sur la zone habitée la plus exposée hors site. Les expositions sont donc estimées sur la zone géographique correspondant aux retombées au sol les plus importantes en dehors du site. Il s'agit alors de l'exposition maximale liée aux rejets atmosphériques de l'installation. La surface cultivée prise en compte correspond alors à la surface d'une maille. Dans ce cas, il est considéré que les populations consomment les produits locaux cultivés sur la maille la plus exposée aux retombées de l'installation, ce qui est un cas théorique majorant, très peu probable.

→ Cibles retenues

En fonction des données disponibles sur les consommations alimentaires des individus, la population a été divisée en plusieurs classes d'âge :

- les nourrissons âgés de 0 à 1 an ;
- les enfants âgés de 1 an à 2 ans ;
- les enfants âgés de 2 ans à 7 ans ;
- les enfants âgés de 7 ans à 12 ans ;
- les enfants âgés de 12 ans à 17 ans ;
- et les plus de 17 ans.

Pour les effets cancérogènes, l'exposition est estimée de la naissance à 30 ans, en pondérant les expositions de chacune des classes ci-dessus par leur durée.

Quant aux risques non cancérogènes, ils sont estimés au moment de la contamination maximale des milieux, c'est-à-dire au terme des 30 années de fonctionnement de l'installation.

→ Voies d'exposition par ingestion retenues dans l'étude

Les différentes voies possibles d'exposition par ingestion de produits d'origine locale sont les suivantes :

- ingestion de sol ;
- ingestion de légumes-feuilles ;
- ingestion de légumes-fruits ;
- ingestion de légumes-racines ;
- ingestion de fruits ;
- ingestion de viande bovine ;
- ingestion de viande de volaille ;
- ingestion de lait et produits laitiers ;
- ingestion d'œufs ;
- ingestion de poissons.

Compte-tenu du contexte local, les voies d'exposition par ingestion retenues dans cette étude sont les suivantes (cf. paragraphe 6.1.3) :

- **ingestion de sol ;**
- **ingestion de légumes-feuilles ;**
- **ingestion de légumes-racines ;**
- **ingestion de poissons.**

Ainsi, l'exposition par ingestion et en particulier par ingestion indirecte a été estimée en effectuant un calcul à partir d'équations simples qui permet une estimation sommaire de l'apport lié à l'ingestion de légumes et de poissons d'origine locale (HHRAP)³⁰.

7.2.5.2 Détermination des concentrations dans les milieux d'exposition

Ce paragraphe présente les modes de calculs des concentrations en composés dans les milieux auxquels les personnes sont exposées, à partir des données de la modélisation selon la méthode de l'EPA (HHRAP)³¹, reprises par l'INERIS (2003)³² et l'ASTEE (2003)³³.

Dans cette approche de l'EPA, les dépôts modélisés sont supposés s'accumuler sur le sol au cours du temps sans aucun phénomène d'atténuation (lixiviation, érosion, dégradation,...) et la concentration de polluants dans le sol est obtenue par calcul de la dilution dans le sol de la quantité de composés déposés dans la couche de sol considérée.

A partir des concentrations ainsi calculées dans les sols, les concentrations dans les différents milieux sont ensuite fondées sur l'utilisation de coefficients de transfert : la concentration en polluant dans le milieu aval ou récepteur est calculée à partir d'un coefficient de transfert et de la concentration dans le milieu amont ou source (Bonnard, 2003)³⁴.

Cette approche simplifiée est majorante (Figure 10) car il est considéré que le composé est en quantité linéairement croissante pendant la période d'étude et que la concentration atteinte à la fin de cette période reste constante (trait horizontal en pointillé). Alors que plus vraisemblablement, la concentration en composé suit une fonction croissante, composée de l'accumulation linéaire évoquée précédemment mais à laquelle il devrait être retranché un terme d'entraînement ou de disparition du composé lié à de multiples causes (pluie, vent, bio-dégradation,...). Le maximum atteint dans une approche "raisonnablement réaliste" est donc plus faible que celui obtenu par l'approche "majorante simplifiée" (ASTEE, 2003), qui est utilisée dans cette étude.

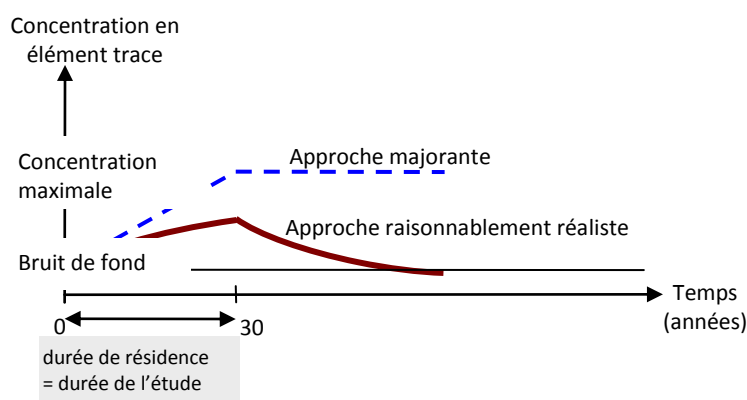
30 EPA. Human Health Risk Assessment Protocol for Hazardous Waste Combustion facilities. July 1998. EPA530-D-98-001A.

31 EPA. Human Health Risk Assessment Protocol for Hazardous Waste Combustion facilities. July 1998. EPA530-D-98-001A.

32 INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques), 2003, Evaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion, Partie 2 : Exposition par voies indirectes, R. Bonnard, Rapport provisoire.

33 ASTEE (Association Scientifique et Technique de l'Eau et de l'Environnement), 2003, Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans l'étude d'impact d'une UIOM, 60 p.

34 Bonnard R., 2003, Origine des différences de résultats fournis par le modèle multimédia simple et le modèle CalTOX : Cas de l'estimation des risques par ingestion liés aux émissions de dioxines des grandes installations de combustion, Environnement, Risques & Santé, 2 (5), 284-290.

Figure 10 : concentrations en composés chimiques anthropiques dans le sol en fonction du temps

Pour le mercure, il est tenu compte, d'après les recommandations de l'INERIS (Bonnard, 2003), qu'une partie du dépôt de mercure va passer sous forme organique dans le sol (2 %) et dans les compartiments végétaux et animaux (22 %). Les apports par ingestion de mercure, liés aux émissions des installations, ont donc été calculés d'après les pourcentages de dépôts présentés dans le Tableau 35.

Tableau 35 : dépôts de mercure utilisés pour tenir compte de la spéciation du mercure dans l'environnement

Formes de mercure	Dépôt pour l'ingestion de sol	Dépôt pour l'ingestion de produits animaux et végétaux
Mercure élémentaire	98 % du dépôt total	78 % du dépôt total
Méthylmercure	2 % du dépôt total	22 % du dépôt total

7.2.5.2.1 *Détermination de la concentration dans les sols*

Il s'agit de déterminer la concentration dans les sols à partir des dépôts calculés par modélisation de la manière suivante :

$$C_{\text{sol}} = \frac{D \times T}{\rho \times h}$$

Avec :

- C_{sol} : concentration dans le sol (mg/kg)
- D : quantité de dépôt sur le sol (mg/m²/an)
- T : durée d'exposition (année)
- ρ : densité du sol (kg/m³)
- h : hauteur du sol (m)

Les concentrations en métaux dans les sols sont calculées en prenant les hypothèses et paramétrages suivants :

- densité de sol sec : $\rho = 1\,300 \text{ kg/m}^3$
- durée d'exposition : $T = 30 \text{ ans}$

Les concentrations dans le sol ont été calculées :

- dans la couche superficielle de **1 cm** d'épaisseur, dans les zones d'habitation et de pâturages, pour l'ingestion directe de poussières (homme et animaux),
- dans la couche superficielle de **20 cm** d'épaisseur, dans les zones d'habitations ou de culture, où sont cultivés les végétaux,
- dans la couche superficielle de **10 cm** d'épaisseur au niveau des zones de pâturage et dans laquelle se trouvent les racines de l'herbe (valeur proposée dans la mise à jour de décembre 2004 du rapport GT-GIC³⁵).

Les concentrations dans les sols imputables à l'installation ainsi calculées sont présentées dans le Tableau 36.

³⁵ « Mise à jour de l'étude de l'évaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion », INERIS, Décembre 2004

Tableau 36 : concentrations dans les sols

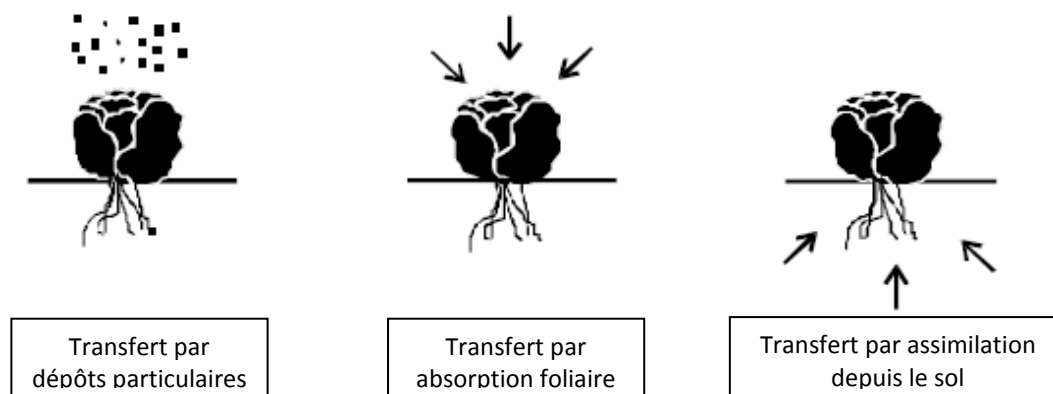
Substance	ZONE DE POPULATION		ZONE DE CULTURE		ZONE DE PATURAGE		
	Dpop (mg/m ² /an)	concentration dans la zone d'habitation la plus exposée dans 30 ans	Dcult (mg/m ² /an)	concentration dans la zone de culture la plus exposée dans 30 ans	Dpât (mg/m ² /an)	concentration dans la zone de pâturage la plus exposée dans 30 ans	
		dans le 1er cm (mg/kgsol)		dans les 20 premiers cm (mg/kgsol)		dans le 1er cm (mg/kgsol)	dans les 10 premiers cm (mg/kgsol)
Cadmium	5.0E-02	1.1E-01	5.0E-02	5.7E-03	5.0E-02	1.1E-01	1.1E-02
Méthylmercure	3.0E-04	6.9E-04	3.0E-04	3.4E-05	3.0E-04	6.9E-04	6.9E-05
mercure inorganique	1.5E-02	3.4E-02	1.5E-02	1.7E-03	1.5E-02	3.4E-02	3.4E-03
Nickel	4.1E+00	9.5E+00	4.1E+00	4.8E-01	4.1E+00	0.0E+00	0.0E+00
Plomb	5.9E-01	1.4E+00	5.9E-01	6.8E-02	5.9E-01	1.4E+00	1.4E-01
2,3,7,8 dioxines	1.3E-08	3.0E-08	1.3E-08	1.5E-09	1.3E-08	3.0E-08	3.0E-09
BaP	1.3E-03	3.0E-03	1.3E-03	1.5E-04	1.3E-03	3.0E-03	3.0E-04

7.2.5.2.2 Détermination de la concentration dans les végétaux

La contamination des végétaux a trois origines (cf. Figure 11) :

- les dépôts de polluants sur les parties aériennes provenant des retombées atmosphériques et de ré envol de poussières ;
- l'absorption foliaire de certains polluants gazeux par les feuilles de la plante ;
- l'assimilation des polluants par la plante depuis le sol, par les racines, puis la diffusion dans tout le végétal.

Figure 11 : contamination des végétaux (EPA, 1998)



➔ Transfert lié aux dépôts particulaires sur les plantes

Selon les équations de l'US-EPA (HHRAP), la concentration dans la plante liée au dépôt particulaire est calculée par la formule suivante :

$$C_{dp} = D \times R_p \times \frac{1 - e^{(-k_p \times T_p)}}{Y_p \times k_p} \times t_{ms}$$

Avec :

- C_{dp} : concentration dans les plantes due au phénomène de déposition (mg/kg frais)
- D : quantité de dépôt sur le sol (mg/m²/an)
- R_p : fraction interceptée par les cultures (-)
- k_p : coefficient de perte sur la surface de la plante (année⁻¹) - effet « weathering »
- T_p : durée de culture (année)
- Y_p : rendement de production (kg sec/m²)
- t_{ms} : teneur en matière sèche de la plante (-)

Les facteurs relatifs aux végétaux utilisés sont issus des rapports de l'INERIS^{36/37} et sont présentées dans le Tableau 37.

³⁶ INERIS. Evaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion, INERIS (mai 2003).

³⁷ « Mise à jour de l'étude de l'évaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion », INERIS, Décembre 2004

Tableau 37 : facteurs relatifs aux végétaux

Type de plante	t_{ms}	Y_p (kg sec /m ²)	R_p	K_p (an ⁻¹)	T_p (an)
Légumes-racines	0,2	-	-	-	-
Légumes-feuilles	0,086	0,246	0,215	18	0,164

Les concentrations dans la plante liées au dépôt particulaire sont calculées à partir des concentrations en polluant dans le sol au niveau des premières zones de culture. Les concentrations en polluant dans la plante ainsi calculées, liées au dépôt particulaire, sont présentées dans le Tableau 38.

Tableau 38 : concentrations dans les plantes dues au dépôt de particules (transfert dépôt/plante)

Substance	Légumes- feuilles Conc (mg/kgfrais)	Légumes-racines Conc (mg/kgfrais)
Cadmium	2.0E-04	-
Méthylmercure	1.2E-06	-
Mercure inorganique	5.8E-05	-
Nickel	1.6E-02	-
Plomb	2.3E-03	-
2,3,7,8 dioxines	5.2E-11	-
BaP	5.2E-06	-

→ Transfert lié à l'absorption foliaire

Selon les équations de l'US-EPA (HHRAP), la concentration dans la plante liée à l'absorption foliaire est calculée par la formule suivante :

$$C_{gp} = C_a \times B_v \times F_v \times VG$$

Avec :

C_{gp} : concentration dans les plantes due à l'absorption foliaire (mg/kg frais)

C_a : concentration de polluant dans l'air (µg/m³)

B_v : coefficient de bio-transfert air-plante (m³/kg frais)

F_v : Fraction de polluant sous forme gazeuse (-)

VG : facteur correctif empirique (pour tenir compte du transfert réduit des polluants vers l'intérieur de la plante à vocation alimentaire et de la réduction de la contamination due aux techniques de préparation).

$VG = 0,01$ pour les polluants ayant un coefficient de partage octanol-eau (K_{ow}) supérieur à 10 000 et $VG = 1$ pour les polluants ayant un coefficient de partage octanol-eau inférieur à 10 000.

Les concentrations dans l'air sont celles calculées par le modèle de dispersion et présentées dans le Tableau 31 paragraphe 7.2.2.

Les facteurs de bio-transfert B_v air/plante sont présentés dans le Tableau 39 (source : INERIS³⁸). Ce facteur est nul pour les métaux. Seuls le B(a)P et les dioxines/furanes sont concernés.

Tableau 39 : facteurs de bioconcentration air/plante (B_v exprimés par rapport à la plante fraîche)

Bv air/feuille	
unité	m ³ /kg frais
BaP	24948
2,3,7,8 dioxines	10300

Les paramètres physico-chimiques relatif aux dioxines, seuls polluants concernés par l'absorption foliaire, sont issus des rapports de l'INERIS^{38/39} et sont présentées dans le Tableau 40.

Tableau 40 : paramètres physico-chimiques

	Fv	Coefficient de partage octanol-eau	VG	Constante de Henry
unité	-	log Kow	-	(Pa. m ³ / ° K)
BaP	0.26	6.00	0.01	0.41
2,3,7,8 dioxines	0.90	6.64	0.01	-

Les concentrations dans la plante liées à l'absorption foliaire sont calculées à partir des concentrations en polluant dans l'air au niveau de la zone la plus exposée du domaine d'étude. Les concentrations en polluant dans la plante liées à l'absorption foliaire ainsi calculées sont présentées dans le Tableau 41.

Tableau 41 : concentrations dans les plantes liées à l'absorption foliaire (transfert air/plante)

Substances	Concentration dans les végétaux (mg/kg plante)
2,3,7,8 dioxines	3.6E-11
BaP	2.5E-06

➔ Transfert lié à l'assimilation des polluants par la plante

Selon les équations de l'US-EPA (HHRAP), la concentration dans la plante est calculée par la formule suivante :

$$C_{rp} = B_r \times C_s$$

Avec :

C_{rp} : concentration dans la plante due au transfert sol/plante (mg/kg frais)

C_s : concentration dans le sol (mg/kg sol sec), dans les 20 premiers cm pour les racines, les feuilles, les fruits, les grains, et dans les 10 premiers cm pour l'herbe.

B_r : facteur de bio concentration sol/plante spécifique, dans les racines, les feuilles, les fruits, les grains du végétal, l'herbe (mg/kg frais ou sec de plante / mg/kg de sol sec).

³⁸ INERIS. Evaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion, INERIS (mai 2003).

³⁹ « Mise à jour de l'étude de l'évaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion », INERIS, Décembre 2004

Les facteurs de bioconcentration sol/plante (B_r) utilisés sont présentés dans le Tableau 42 et sont issus de préférence de la base de données HHRAP (EPA, 2005) et, à défaut de l'étude réalisée par le Groupe Radioécologie Nord-Cotentin (1999)⁴⁰. Les données HHRAP ont été privilégiées pour la transparence des sources d'informations et sa mise à jour récente.

Les concentrations dans les végétaux sont calculées à partir des concentrations en polluant dans le sol au niveau de la zone de dépôts la plus exposée. Les concentrations en polluant dans les végétaux ainsi calculées sont présentées dans le Tableau 43.

Tableau 42 : facteurs de bioconcentration sol/plante (B_r exprimés par rapport à la plante fraîche)

Substances	Br sol/racine	Br sol/feuille
	kg sol sec/kg frais de plante	kg sol sec/kg frais de plante
Cadmium	1.28E-02	1.08E-02
Méthylmercure	1.98E-02	2.53E-03
Mercure inorganique	3.00E-01	3.00E-01
Nickel	1.60E-03	8.01E-04
Plomb	1.80E-03	1.17E-03
BaP	1.21E-02	1.14E-03
2,3,7,8 dioxines	5.00E-03	3.91E-04

Tableau 43 : concentrations dans les végétaux (transfert sol/plante)

Substances	Concentration dans les végétaux (mg/kg plante)	
	Légumes racines	Légumes feuilles
Cadmium	7.3E-05	2.6E-04
Méthylmercure	6.8E-07	1.3E-06
mercure inorganique	5.1E-04	5.6E-04
Nickel	7.6E-04	1.7E-02
Plomb	1.2E-04	2.4E-03
2,3,7,8 dioxines	7.6E-12	8.8E-11
BaP	1.8E-06	7.9E-06

→ Contamination totale des plantes

La contamination totale des plantes correspond à la somme des concentrations dans les plantes calculées par le transfert sol/plante, par le transfert air/plante et liées au dépôt de particules :

$$C_p = C_{dp} \times C_{gp} \times C_{rp}$$

Avec :

C_p : concentration totale dans les plantes (mg/kg frais)

C_{dp} : concentration dans les plantes due au phénomène de déposition (mg/kg frais)

C_{gp} : concentration dans les plantes due à l'absorption foliaire (mg/kg frais)

⁴⁰ GNRC, Rapport détaillé du GT3 (source : IPSN/DPHD/SAER) – 1999 et son annexe VIII-2

GNRC, Karine Beaugelin-Seiller, Adaptation du modèle de transfert GT3-GRNC dans un écosystème agricole aux polluants inorganiques non radioactifs – Paramètres [1] de transfert, Rapport IPSN DPPE/SERLAB/01-39

C_{rp} : concentration dans la plante due au transfert sol/plante (mg/kg frais)

Les concentrations totales dans les plantes ainsi calculées sont présentées dans le Tableau 44.

Tableau 44 : contamination totale des plantes (via le sol, l'air et les dépôts de particules)

Substance	Contamination totale végétaux frais (mg/kg)	
	Légume racine	Légume feuille
Cadmium	7.3E-05	2.6E-04
Méthylmercure	6.8E-07	1.3E-06
mercure inorganique	5.1E-04	5.6E-04
Nickel	7.6E-04	1.7E-02
Plomb	1.2E-04	2.4E-03
2,3,7,8 dioxines	7.6E-12	8.8E-11
BaP	1.8E-06	7.9E-06

7.2.5.2.3 *Détermination des concentrations dans le lait maternel*

Selon les équations de l'US-EPA (HHRAP), la concentration dans le lait maternel est calculée par l'équation suivante :

$$C_{\text{lait maternel}} = TI \times Pds \times DJE_{\text{total Adulte}} \times B_{\text{lait}}$$

Avec :

$C_{\text{lait maternel}}$: concentration dans le lait maternel (mg/kg frais)

TI : Taux de lipides dans le lait maternel

B_{lait} : facteur de biotransfert dans le lait maternel (j/kg frais)

Pds : Poids de la femme allaitante (kg)

DJE total Adulte : dose journalière d'exposition Adulte (mg/kg/j)

Seules les dioxines sont concernées.

Les valeurs suivantes ont été retenues (INERIS⁴¹) :

Pds= 60 kg

TI= 0.03

Les concentrations dans le lait maternel calculées sont présentées dans le Tableau 45.

Tableau 45 : concentration dans le lait maternel

Substance	Lait maternel (mg/kg frais)
Cadmium	-
Méthylmercure	-
mercure inorganique	-
Nickel	-
Plomb	-
2,3,7,8 dioxines	1.3E-12
BaP	-

⁴¹ INERIS. Evaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion, INERIS (mai 2003).

7.2.5.2.4 Détermination de la concentration dans les poissons de la Grande Rade de Nouméa

Cette partie s'appuie sur les équations proposées par l'INERIS dans son rapport DRC-08-94882-16675B (« Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle »).

Compte tenu des rejets du site (cf. paragraphe 2.1) et du potentiel de bio-accumulation des traceurs du risque (cf. paragraphe 5), la contamination des poissons doit être estimée pour les substances réglementées dans les eaux à savoir le cadmium, le mercure, le nickel, et le plomb. Les HAPs (assimilés au B(a)P) et les dioxines/furanes n'étant pas réglementés au niveau des rejets aqueux, ils ne seront pas étudiés dans cette partie malgré leur potentiel de bioaccumulation.

7.2.5.2.4.1 Détermination de la concentration dans les eaux

Les teneurs en métaux lourds dans les eaux sont calculés en appliquant la formule suivante :

$$C_{eaux} = \frac{C_{rejet} \times Q_{rejet}}{Q_{eau}}$$

Avec :

C_{eaux} : concentration dans les eaux de la Grande Rade (µg/L)

C_{rejet} : concentration au niveau du rejet aqueux du site (µg/L)

Q_{rejet} : volume d'eau rejeté par an (L)

Q_{eau} : volume d'eau dans lequel le rejet se dilue (L)

Le Tableau 46 présente le flux annuel rejeté en métaux dans la Grande Rade au niveau de l'Anse Uaré (localisation du rejet futur, cf. paragraphe 2.1.4).

Tableau 46 : Flux annuel rejeté

Substances	Concentration au niveau du rejet aqueux	Débit du rejet aqueux	Flux annuel
	mg/l	m ³ /h	mg/an
Cadmium	0.05	10	182 500
Plomb	0.1		365 000
Mercure	0.02		73 000
Nickel	0.5		1 825 000

Le volume d'eau de mer diluant le rejet aqueux a été estimé en prenant en compte une profondeur moyenne de 5 m et une surface équivalente à la baie de l'Anse Nd'U.

Tableau 47 : Concentration dans les eaux de la Grande Rade

	Unités	Valeurs
Surface de la Grande Rade	m ²	871 458
Profondeur	m	5
Volume	m ³	4 357 290

La concentration totale en métaux dans les eaux de la Rade est présentée dans le Tableau 50.

Tableau 48 : Concentration dans les eaux de la Grande Rade

Substances	Concentration moyenne dans la rade	
	mg/m ³	mg/l
Cadmium	0.042	4.2E-05
Plomb	0.084	8.4E-05
Mercure	0.017	1.7E-05
Nickel	0.42	4.2E-04

7.2.5.2.4.2 Détermination de la concentration dans les poissons de la Grande Rade de Nouméa

Les teneurs en métaux lourds dans le poisson sont déterminées, à partir des concentrations dans les eaux de la Grande Rade de Nouméa, à l'aide de facteurs de bio-concentration (BCF) :

$$C_{\text{poisson}} = \text{BCF} \times C_{\text{eaux}}$$

Avec :

C_{poisson} : concentration dans le poisson due à la contamination des eaux de la Grande Rade (µg/kg frais)

BCF : facteur de bio-concentration des eaux vers les poissons (L/kg frais)

C_{eaux} : concentration dans les eaux de la Grande Rade (µg/L)

Les facteurs de bio-concentration des eaux vers les poissons (BCF) utilisés sont présentés dans le Tableau 49 et sont issus de préférence du rapport INERIS⁴² ou, à défaut, de la base de données HHRAP (EPA, 2005). Parmi les traceurs de risques retenus, seuls le cadmium, le nickel et le plomb disposent de facteurs de bio-concentration vers les poissons.

Tableau 49 : facteur de bio-concentration des eaux vers les poissons (BCF)

Substance	BCF (L/kg frais)	Source
Cadmium	9.07E+02	HHRAP 2005
Méthylmercure	-	-
Mercure inorganique	-	-
Nickel	1.00E+02	INERIS 2007
Plomb	9.00E-02	HHRAP 2005

⁴² rapport DRC-07-83156-03837B d'août 2007 relatif à l'évaluation des risques sanitaires des activités de l'usine SLN de Doniambo à Nouméa

La concentration totale en métaux dans les poissons calculée est présentée dans le Tableau 50.

Tableau 50 : contamination totale des poissons

Substance	Contamination totale poissons (mg/kg frais)
Cadmium	3.80E-02
Méthylmercure	nc
Mercure inorganique	nc
Nickel	4.2E-02
Plomb	7.5E-06

nc : non calculable

7.2.6 Calcul des doses d'exposition par voie digestive

La Dose Journalière d'Exposition (DJE) par ingestion est calculée suivant l'équation :

$$DJE = \sum_i \frac{C_i \times Q_i \times f_i \times F}{P}$$

Avec :

- DJE : Dose Journalière d'Exposition totale (mg/kg poids corporel/jour)
- C_i : concentration en polluant dans l'aliment i (mg/kg)
 - i correspondant au sol (terre ingérée), aux légumes-feuilles, aux légumes-fruits, aux légumes-racines, aux fruits, à la viande de volaille, aux œufs, aux autres viandes et aux produits laitiers, au poisson.
- Q_i : quantité de l'aliment i ingérée (kg/jour)
- f_i : fraction d'aliment i provenant de la zone d'exposition (-)
- F : fréquence d'exposition (nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition ramené au nombre total annuel d'heures ou de jours), fixée à 1 dans une hypothèse majorante.
- P : masse corporelle de la cible (kg)

Concentration en polluant dans les aliments

Les concentrations C_i dans l'aliment i sont calculées suivant les méthodologies présentées aux paragraphes 7.2.5.2 et 7.2.5.2.4 .

Poids corporels

Les Doses Journalières d'Exposition sont calculées en prenant comme hypothèses les poids corporels donnés par la base de données CIBLEX⁴³ pour chaque catégorie d'âge (cf. Tableau 53).

Habitudes de consommation d'aliments d'origine locale

Il n'a pas été recueilli de données existantes sur les habitudes de consommation (quantités consommées et proportion de consommation de produits locaux) en Nouvelle-Calédonie. Pour permettre l'estimation des risques par voie digestive, il est utilisé les données de consommation de France métropolitaine qui ont été adaptées dans la mesure du possible aux habitudes locales.

⁴³ CIBLEX, Banque de données des paramètres descriptifs de la population française au voisinage d'un site pollué, IRSN, ADEME, Juin 2003

La consommation d'origine locale se calcule de la manière suivante :

$$\text{Quantité autoconsommée} = \text{Quantité totale consommée} \times \text{pourcentage d'aliments autoconsommés}$$

Les données de consommation prises en compte (**quantité totale consommée**, d'origine locale et non locale confondue) sont issues de la base de données CIBLEX. Elles proviennent de l'étude Individuelle et Nationale sur les Consommations Alimentaires (enquête INCA 1999, Volatier, 2000) réalisée par l'AFSSA et des taux d'autoconsommation déduit de l'étude de consommation et lieu d'achat des produits alimentaires de l'INSEE de 1991 (Bertrand, 1993). Elles correspondent aux consommations de la population moyenne française.

Cependant, les habitants de Nouvelle-Calédonie consommant plus de poissons que les métropolitains, les consommations de viandes et de poissons ont donc été inversées.

Les pourcentages d'aliments autoconsommés, moyennes métropolitaines calculées à partir des données INSEE (1991) ainsi que les valeurs retenues dans cette étude, sont présentés dans le Tableau 51.

Tableau 51 : pourcentage d'aliments autoconsommés

catégorie d'aliments	France métropolitaine	Adaptation locale retenue dans cette étude
fruits et légumes	18,7 %	0 %
légumes-feuilles	32,0 %	32,0 %
légumes-fruits	22,1 %	0 %
légumes-racines	23,9 %	23,9 %
fruits	7,8 %	0 %
produits céréaliers	0,1 %	0 %
produits laitiers	1,1 %	0 %
total viande	9,2 %	0 %
viande (sauf volaille)	7,1 %	0 %
volaille	15,3 %	0 %
œufs	16,9 %	0 %
poissons	4,5 %	7,1 %

Les Doses Journalières d'Exposition liées à l'installation ainsi calculées sont présentées dans le Tableau 52. Le détail est présenté en Annexe 5.

Tableau 52 : Dose Journalière d'Exposition totale pour chaque tranche d'âge

Classe d'âge	Unités	Cadmium	Méthylmercure	mercure inorganique	Nickel	Plomb	2,3,7,8 dioxines	BaP
Enfant (0 - 1 an)	mg/kg/j	2.1E-06	9.5E-09	6.4E-06	1.1E-04	1.6E-05	7.2E-13	6.4E-08
Enfant (1 - 2 ans)	mg/kg/j	2.8E-06	1.5E-08	5.0E-06	1.8E-04	2.6E-05	8.1E-13	7.8E-08
Enfant (2 - 7 ans)	mg/kg/j	1.5E-06	8.1E-09	2.4E-06	1.0E-04	1.5E-05	4.4E-13	4.2E-08
Enfant (7 - 12 ans)	mg/kg/j	5.2E-07	2.5E-09	1.4E-06	2.7E-05	4.0E-06	1.6E-13	1.5E-08
Enfant (12 - 17 ans)	mg/kg/j	3.2E-07	1.6E-09	8.8E-07	1.7E-05	2.5E-06	1.0E-13	9.3E-09
Adulte (> 17 ans)	mg/kg/j	3.2E-07	1.5E-09	9.2E-07	1.7E-05	2.4E-06	1.0E-13	9.5E-09
DJE pondérée sur 30 ans	mg/kg/j	3.0E-07	1.5E-09	6.7E-07	1.8E-05	2.6E-06	9.2E-14	8.5E-09

Tableau 53 : paramètres relatifs aux différentes catégories d'âge – scénario France métropolitaine adapté à la Nouvelle-Calédonie (données CIBLEX)

	Enfants (0 - 1 ans)	Enfants (1 - 2 ans)	Enfants (2 - 7 ans)	Enfants (7 - 12 ans)	Enfants (12 -17 ans)	Adultes (17-70 ans)
Consommation de terre						
Quantité de terre ingérée (mg/j)	0	150	150	50	50	50
Consommation de légumes et fruits						
Quantité total de légume racine ingérée (g/j)	36.3	104.22	59.41	80.51	82.06	83.60
dont quantité auto-consommée (production locale)	8.68	24.91	14.20	19.24	19.61	19.98
Quantité de légume feuille ingérée (g/j)	93.8	53.25	11.83	20.60	22.24	35.42
dont quantité auto-consommée (production locale)	30.02	17.04	3.78	6.59	7.12	11.34
Quantité de légume fruit ingérée (g/j)	72.9	114.49	103.80	121.61	112.06	164.33
dont quantité auto-consommée (production locale)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consommation de produits d'origine animale						
Quantité de viande (sauf volaille) ingérée (g/j)	2.40	16.07	16.24	21.06	22.41	31.40
dont quantité auto-consommée (production locale)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Quantité de viande de volaille ingérée (g/j)	0.00	11.55	18.55	28.40	31.50	34.46
dont quantité auto-consommée (production locale)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Quantité de produits laitiers ingérée (g/j)	654.20	464.68	367.51	307.50	256.71	272.31
dont quantité auto-consommée (production locale)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Quantité d'œufs ingérée (g/j)	2.40	8.44	9.93	12.30	13.84	18.49
dont quantité auto-consommée (production locale)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Consommation de poissons						
Quantité de poisson ingérée (g/j)	2.4	27.02	68.45	81.97	97.47	112.11
dont poissons locaux	0.17	1.92	4.86	5.82	6.92	7.96
Consommation de lait maternel						
Quantité de lait maternel (l/j)	0.7	-	-	-	-	-

7.3 CARACTERISATION DES RISQUES

La caractérisation des risques est la dernière étape de la démarche d'évaluation des risques sanitaires. Elle consiste à confronter les concentrations ou doses auxquelles les populations sont exposées et les valeurs toxicologiques de référence retenues. Les risques sont évalués pour un individu. Les risques collectifs ne sont pas calculés.

7.3.1 Méthodologie

La caractérisation des risques étant établie à partir des valeurs toxicologiques de référence, elle se distingue, de la même façon que les VTR pour les composés à effet à seuil et pour les composés à effet sans seuil.

7.3.1.1 Substances à effets à seuil

Pour les polluants à seuil (atteinte d'un organe ou d'un système d'organes), il s'agit de calculer les quotients de danger (QD) qui sont le rapport entre les concentrations (CI, Concentration moyenne Inhalée) attendues dans l'environnement ou la Dose Journalière d'Exposition (DJE) et la Valeur Toxicologique de Référence (VTR) (Concentration ou Dose de Référence).

Le quotient de danger est donc le suivant :

Ingestion : $QD_j = DJE_j / VTR_o$

Inhalation : $QD_i = CI / VTR_i$

où : QD_j : Quotient de danger pour la classe d'âge j

DJE_j : Dose journalière d'Exposition pour la classe d'âge j (en mg/kg de poids corporel/jour)

VTR_o : Valeur Toxicologique de Référence pour la voie digestive (en mg/kg de poids corporel/jour)

CI : Concentration inhalée (en µg/m³)

VTR_i : Valeur Toxicologique de Référence par inhalation (en µg/m³)

En termes d'interprétation, lorsque ce quotient est inférieur à 1, la survenue d'effet toxique apparaît peu probable même pour les populations sensibles. Au-delà de 1, la possibilité d'apparition d'effets ne peut être exclue.

Pour l'exposition par ingestion, la DJE étant fonction des quantités ingérées, variables avec l'âge, il est calculé un QD pour chacune des 5 tranches d'âge entre 0 et 17 ans et pour les adultes (plus de 17 ans). Dans les tableaux de résultats, les résultats de ces cinq tranches d'âge d'enfants sont présentés dans le corps du rapport sous le terme « enfants » qui est une moyenne des cinq tranches d'âge de 0 à 17 ans inclus.

7.3.1.2 Substances à effets sans seuil

Pour les polluants cancérigènes génotoxiques et donc considérés sans seuil d'effet, le risque représente la probabilité de survenue d'effets nocifs chez un individu.

L'excès de risque individuel (ERI) est calculé en multipliant l'excès de risque unitaire (ERU) vie entière (conventionnellement 70 ans) par la dose journalière d'exposition (DJE) pour la voie digestive ou par la concentration atmosphérique inhalée (CI) pour l'inhalation.

L'Excès de Risque Individuel est donc le suivant :

Ingestion :

$$\text{ERI} = \text{VTR}_o \times \sum_j \frac{\text{DJE}_j \times T_j}{70}$$

Inhalation :

$$\text{ERI} = \text{VTR}_i \times \text{CI}$$

où : ERI : Excès de Risque Individuel

VTR=ERU : Excès de Risque Unitaire par ingestion (ERU_o en $(\text{mg/kg/j})^{-1}$) ou par inhalation (ERU_i en $(\mu\text{g/m}^3)^{-1}$). L'ERU correspond à la probabilité supplémentaire de survenue de cancer dans une population exposée à $1 \mu\text{g/m}^3$ par rapport à la probabilité de cancer dans une population non exposée.

CI : Concentration inhalée (en $\mu\text{g/m}^3$)

DJE_j : Dose journalière d'Exposition pour la classe d'âge j (en mg/kg de poids corporel/jour)

T_j : durée d'exposition associée à la classe d'âge j (années)

En termes d'interprétation, l'ERI représente la probabilité supplémentaire de survenue d'un effet néfaste chez un individu exposé pendant toute sa vie aux concentrations/doses du composé cancérigène, par rapport à un sujet non exposé.

Le niveau de risque cancérigène peut être comparé au risque de 1 pour 100 000 (ou 10^{-5}), niveau repère, qualifié « d'acceptable », par différentes instances internationales.

L'acceptabilité des risques évalués s'apprécie ensuite par comparaison à des niveaux de risque jugés socialement acceptables. Il n'existe pas, bien entendu, de seuil absolu d'acceptabilité, mais il existe plusieurs valeurs de seuils pouvant servir de référence :

- Aux USA, la valeur de 10^{-6} est considérée comme le seuil de risque acceptable en population générale, alors que la valeur de 10^{-4} est considérée comme limite acceptable en milieu professionnel. La valeur de 10^{-5} est souvent admise comme seuil d'intervention.
- En France, le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire reprend dans la circulaire du 8 février 2007 ce seuil de 10^{-5} comme critère d'acceptabilité des niveaux de risque dans la gestion des sols pollués.
- Ce seuil de 10^{-5} est également utilisé par l'OMS pour définir les valeurs guides de qualité de l'eau de boisson et de qualité de l'air ;
- C'est également le seuil indiqué dans le guide INERIS de 2013.

7.3.1.3 Risque global

Pour tenir compte de l'exposition conjointe à plusieurs composés, l'InVS (2000), repris par l'INERIS (2013), recommande d'estimer le risque sanitaire global en sommant les risques de la façon suivante :

- pour les composés à effet à seuil : la somme doit être réalisée pour ceux dont la toxicité est identique en termes de mécanisme d'action et d'organe cible. Pratiquement, tous les composés ayant la même cible organique ont été regroupés car les données sur les mécanismes d'action des composés ne sont pas toujours connues ;
- pour les composés à effet sans seuil : la somme de tous les ERI doit être réalisée, quel que soit le type de cancer et l'organe touché, de façon à apprécier le risque cancérigène global.

7.3.2 Evaluation des risques sanitaires pour les substances à seuil

Le Tableau 54 présente les Quotients de Danger (QD) calculés pour les traceurs du risque à partir des Concentrations inhalées (CI) **dans la zone habitée la plus exposée**, et des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) (cf. Tableau 28) retenues pour l'exposition par voie respiratoire. Les QD sont classés par ordre décroissant.

Tableau 54 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par inhalation

Substance	QD	
	Adulte	Enfant
Nickel	0.21	
Cadmium	0.04	
Plomb	0.008	
Benzène	0.004	
Acétaldéhyde	0.004	
HCl	0.002	
HF	0.001	
formaldéhyde	0.001	
Mercure élémentaire	0.0006	
Ammoniac	0.0002	
xylène	0.00003	
toluène	0.00001	

Pour tous les traceurs de risque à seuil pour la voie respiratoire, le QD est inférieur à la valeur repère égale à 1. Le nickel est la substance présentant le QD le plus élevé avec une valeur de 0,21 (inférieur à la valeur repère). Rappelons que la somme « Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn » a été assimilée 100% au nickel : c'est une hypothèse très majorante.

Le Tableau 55 présente les Quotients de Danger (QD) calculés à partir des Doses Journalières d'Exposition Journalière (DJE) estimées **dans la zone habitée la plus exposée**, et des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) (cf. Tableau 28) retenues pour l'exposition par voie digestive. Les QD sont classés par ordre décroissant.

Tableau 55 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par ingestion

Substance	QD	
	Enfant	Adulte
Nickel	0.004	0.0009
Plomb	0.004	0.0007
Cadmium	0.003	0.0006
Mercure inorganique	0.002	0.0005
Dioxines	0.0002	0.00004
Mercure organique	0.0001	0.00001

Pour toutes les substances à risque à seuil pour la voie digestive, les QD sont très inférieurs à la valeur repère égale à 1. Le nickel présente le QD le plus élevé avec une valeur de 0,004 (pour les enfants) très inférieure à la valeur repère. Rappelons que la somme « Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn » a été assimilée 100% au nickel : c'est une hypothèse très majorante.

Le Tableau 56 synthétise les Quotients de Danger (QD) calculés pour les traceurs du risque et par organe cible. En sommant les quotients de danger pour toutes les voies d'exposition et pour tous les traceurs de risque, le Quotient de Danger Global est inférieur à cette valeur repère.

La survenue d'effets toxiques liée aux rejets de la future centrale thermique au charbon dans la configuration retenue apparaît donc peu probable. Les risques liés aux toxiques à effets à seuil induits par le site peuvent donc être considérés comme acceptables.

Rappelons qu'il n'a pas été trouvé dans les bases de données de Valeurs Toxicologiques de Référence pour le dioxyde d'azote (NO₂) et les poussières. Cependant, les concentrations dans l'air ont été comparées aux valeurs guide de l'OMS pour la qualité de l'air et la santé des populations (cf. paragraphe 7.2.3).

Tableau 56 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par organe cible

Organe cible principal	Composé chimique	Voie d'exposition	QD installation seule	
			Enfants	Adulte
Système respiratoire	Ammoniac	respiratoire	0.0002	
	HCl	respiratoire	0.002	
	formaldéhyde	respiratoire	0.001	
	Acétaldéhyde	respiratoire	0.004	
	Nickel	respiratoire	0.21	
	IR Global		0.22	
Système nerveux central	mercure élémentaire	respiratoire	0.0006	
	plomb	respiratoire	0.008	
		digestive	0.004	0.0007
	toluène	respiratoire	0.000008	
	xylène	respiratoire	0.00003	
	IR Global		0.012	0.009
Système sanguin	plomb	respiratoire	0.008	
		digestive	0.004	0.0007
	Benzène	respiratoire	0.004	
	IR Global		0.015	0.013
Reins	cadmium	respiratoire	0.038	
		digestive	0.003	0.0006
	mercure inorganique	digestive	0.002	0.0005
	IR Global		0.043	0.039
Os	HF	respiratoire	0.0014	
	IR Global		0.0014	
développement	Mercure (méthylmercure)	digestive	0.00007	0.00001
	Dioxines	digestive	0.0002	0.00004
	Nickel	digestive	0.004	0.0009
	IR Global		0.004	0.0009
VALEUR REPERE			1	

7.3.3 Evaluation des risques sanitaires pour les substances sans seuil

Le Tableau 57 présente les Excès de Risque Individuel calculés pour les traceurs du risque à partir des Concentrations inhalées (CI) et des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) (cf. Tableau 29) retenues pour l'exposition par voie respiratoire. Les ERI sont classés par ordre décroissant. Afin d'apprécier le risque cancérigène global, le tableau présente également l'excès de risque individuel global (obtenu en additionnant les excès de risque individuel de chaque substance).

Tableau 57 : Excès de Risque Individuel pour les traceurs du risque sans seuil

Substances	Voies d'exposition	ERI
Nickel	Inhalation	3.1E-06
Cadmium	Inhalation	3.4E-07
Benzène	Inhalation	1.2E-07 - 4.1E-07
formaldéhyde	Inhalation	5.5E-08
BaP	Inhalation	1.8E-08
	Ingestion	5.9E-08
Acétaldéhyde	Inhalation	1.8E-11
ERI Global		3.7E-06 - 4.0E-06
VALEUR REPERE		1.10-5

Les Excès de Risque Individuel calculés pour chaque traceur du risque dans la zone habitée la plus exposée sont tous inférieurs à la valeur repère égale à 1.10^{-5} (valeur retenue dans la circulaire du 8 février 2007 du MEEDDAT). De même en sommant les ERI, l'Excès de Risque Individuel Global qui est plus faible que cette valeur repère.

L'ERI le plus élevé est calculé pour le nickel. Rappelons que la somme « » a été assimilée 100% au nickel : c'est une hypothèse très majorante.

Les risques sans seuil liés aux rejets du site dans la configuration future retenue peuvent donc être considérés comme acceptables.

7.4 ANALYSE DES INCERTITUDES

Ce chapitre a pour objectif d'inventorier les incertitudes liées à la démarche d'évaluation des risques sanitaires ou aux hypothèses retenues dans les différentes étapes. Ces incertitudes s'ajoutent à celles liées à la modélisation de la dispersion atmosphérique, qui ne sont pas traitées dans ce chapitre.

Les incertitudes sont classées en fonction de l'influence qu'elles peuvent avoir sur les résultats d'évaluation des risques sanitaires, chaque fois que cette précision peut être apportée.

7.4.1 Facteurs de sous-estimation des risques

Facteurs pris en compte dans l'ERS

L'évaluation des risques sanitaires ne porte que sur les substances rejetées dans l'atmosphère par une centrale thermique à charbon, dont les données toxicologiques sont disponibles et fiables.

Exposition par voie cutanée

L'exposition par voie cutanée n'a pas été prise en compte dans l'étude car il n'existe pas de VTR spécifique à cette voie d'exposition. De plus, l'absorption des gaz par voie cutanée est négligeable devant l'absorption par voies respiratoire et/ou digestive (surface d'échange plus importante et transferts facilités).

Exposition *via* l'ingestion d'eau

L'exposition *via* l'ingestion d'eau du robinet ou d'eau de baignade n'a pas été prise en compte dans l'étude. En effet, les transferts des composés dans les ressources en eau n'étant pas connus le calcul des concentrations en composés dans le milieu hydrique n'a pu être établi. De plus, l'eau consommée à partir du robinet subit un traitement en usine d'eau potable qui lui confère une composition différente de celle de la ressource utilisée. Notons également qu'il n'y a pas de captage d'eau potable sur la ville de Nouméa. L'impact des rejets atmosphériques de la Centrale C sur la qualité des eaux potable n'est pas considéré comme applicable.

Temps de résidence sur le domaine d'étude

La durée d'étude de 30 ans correspond au 90^{ème} percentile de la durée de résidence en France, calculée à partir de données de déménagements (Nedellec V., 1998). Or, il est possible que certaines personnes déménagent dans la même commune ou dans une commune voisine en continuant à être exposées. Cette source de données amène donc à une sous-estimation de la durée de résidence des personnes à l'exposition de l'installation. Cependant, cette sous-estimation est compensée, tout ou partie, par le choix de retenir le 90^{ème} percentile qui couvre 90 % de la population (hypothèse majorante) et par l'hypothèse d'exposition permanente des populations aux émissions de l'installation étudiée.

Alimentation non locale

En l'absence de connaissances sur les concentrations moyennes en HAPs et en dioxines/furanes dans l'alimentation nationale et internationale, il n'a pas pu être tenu compte de cette source d'exposition potentielle.

7.4.2 Facteurs de surestimation des risques

La méthodologie de modélisation (« Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions des substances chimiques par les installations

classées » - guide INERIS 2013) pour estimer les risques sanitaires potentiels emploient par nature les principes de précaution et sont par défaut conservatrices.

Flux pris en compte pour la simulation de la dispersion atmosphérique

Les concentrations atmosphériques à l'émission prises en compte pour la modélisation correspondent aux valeurs maximales de la délibération de la Province Sud de Nouvelle Calédonie relative aux installations de combustion d'une puissance thermique supérieure à 50 MW. Les flux sont obtenus à partir des concentrations à l'émission de la délibération de la Province Sud de Nouvelle Calédonie relative aux installations de combustion d'une puissance thermique supérieure à 50 MW et du débit maximum des rejets de chacune des tranches de la centrale « C ».

Concentrations des effluents aqueux

Les concentrations des effluents aqueux prises en compte pour estimer les concentrations dans les eaux de la Rade liées aux rejets du site correspondent aux valeurs maximales de délibération de la Province Sud de Nouvelle Calédonie relative aux installations de combustion d'une puissance thermique supérieure à 50 MW.

Composés pris en compte dans l'ERS

La totalité des HAPs a été assimilée au benzo(a)pyrène, substance de la famille des HAPs présentant le potentiel de risque le plus élevé.

La somme « antimoine + chrome + cobalt + cuivre + étain + manganèse + nickel + vanadium + zinc » a été assimilée 100% au nickel compte tenu de la sensibilité des milieux récepteurs.

Durée d'exposition

En absence de données sur le temps d'exposition des personnes, il est pris l'hypothèse qu'elles séjournent sur leur lieu d'habitation en permanence (365 j/an, 24h/24) pendant toute la durée de l'étude (30 ans).

Zone d'exposition

En première approche, la zone d'exposition étudiée est la maille habitée la plus exposée aux émissions de l'installation. Dans ce cas, il est considéré que les personnes séjournent sur cette maille en permanence et mangent, comme produits locaux, des produits cultivés/élevés sur cette maille la plus exposée. Cette hypothèse est très majorante (somme des cas les plus pénalisants) et n'est pas représentative d'une situation réelle. Elle est affinée en cas de risques probables ou non acceptables par recherche et caractérisation de l'ensemble des mailles impactées.

Pénétration des polluants dans les habitats

Il est posé l'hypothèse que les polluants ont un taux de pénétration dans les habitats de 100 %, ce qui est une hypothèse majorante pour les éléments traces.

Modélisation des apports en éléments traces

La modélisation des apports chez l'homme à partir des résultats de la modélisation atmosphérique a été réalisée au moyen d'équations présentées dans HHRAP (EPA, 2005)³⁰ et reprises par l'INERIS (2003)³² et l'ASTEE (2003)³³. Ces équations de transferts dans les différents milieux ne prennent pas en compte les phénomènes d'atténuation des concentrations en polluants dans les sols, ce qui majore des concentrations dans les milieux et les apports chez l'homme, donc sur lesquels les risques potentiels sont calculés.

Cycle naturel des éléments

Les éléments traces étudiés sont émis par une activité anthropique, mais ils existent également à l'état naturel. Une partie des émissions anthropiques réintègre le cycle naturel. Ce phénomène est quantifié pour le mercure : 48 % du mercure total émis se dépose sous forme de mercure divalent

(Hg^{2+}) et 0,2 % sous forme de mercure élémentaire. Le reste est réintégré dans le cycle du mercure (EPA, 2005)³⁰. En absence d'information pour l'ensemble des éléments tracés étudiés, la modélisation de la dispersion atmosphérique a considéré que 100 % des émissions se déposent au sol.

7.4.3 Facteurs dont le sens d'influence sur les résultats n'est pas connu ou est variable

Choix des VTR

Les VTR utilisées sont celles recommandées par l'INERIS et par la DGS (circulaire DGS/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006) selon un ordre de notoriété des organismes proposant des VTR.

Données de consommation

Les données de consommation (quantités consommées et pourcentage d'autoconsommation) sont des données moyennes nationales françaises (enquête INCA, 2000; étude Alliance-SOFRES-CHU/Dijon, 1997) (INSEE, 1993). Même si elles ont été adaptées aux habitudes de consommation de la Nouvelle-Calédonie, elles ne sont pas 100% représentatives des habitudes de consommation Calédonienne. Elles ont cependant été utilisées en absence de données locales pour approcher les risques par voie digestive liés aux émissions de l'installation, qui, sinon, n'auraient pu être calculés.

Constance des paramètres

Toutes les données utilisées (émissions, dispersion, transferts, exposition) sont supposées rester constantes pendant les 30 années d'exposition futures étudiées.

Interactions des polluants

En absence de connaissances scientifiques suffisantes sur les interactions des polluants les uns par rapport aux autres et des conditions d'interactions en eux, il a été considéré que les polluants qui avaient la même cible organique et le même mécanisme d'action cumulaient leurs risques. En réalité, les polluants peuvent également avoir des effets antagonistes (dans ce cas nous aurions majoré les risques) ou synergiques (dans ce cas nous aurions minimisé les risques).

7.5 CONCLUSIONS

Le Tableau 58 résume les risques pour les effets à seuil par organe cible liés à l'installation seule.

Tableau 58 : synthèse des risques à seuil (indice de risque global par organe cible)

Organe cible	Polluants concernés	QD Global	
		Enfants	Adultes
Système respiratoire	ammoniac/ acide chlorhydrique/formaldéhyde/acétal déhyde/nickel	0.22	
Système nerveux central	mercure élémentaire/plomb/toluène/xylène	0.012	0.009
Système sanguin	plomb/benzène	0.015	0.013
Reins	cadmium/mercure inorganique	0.043	0.039
Os	acide fluorhydrique	0.0014	
Développement	mercure (méthylmercure)/nickel	0.004	0.0009
QD		1	

(1) calculée à partir de la concentration centile 100 en concentration journalière sur la maille habitée la plus exposée hors du site

L'ERS a montré que, pour les substances à seuil étudiées, **il n'y a pas de risque chronique d'atteintes du système respiratoire, du système nerveux central, du système sanguin, des reins des os et du développement**, et cela aussi bien pour les enfants que pour les adultes et même pour les populations sensibles sur l'ensemble du domaine d'étude, y compris dans les zones habitées les plus exposées.

Le Tableau 59 résume les risques pour les effets sans seuil par organe cible liés à l'installation seule.

Tableau 59 : synthèse des risques sans seuil (Excès de Risque Individuel global par organe cible)

Organe cible	Polluants concernés	Excès de risque Individuel maximal
Excès de Risque Individuel global	cadmium acétaldéhyde formaldéhyde BaP plomb benzène	4.0E-06
Valeur repère		1E-05

Les risques sans seuil liés aux émissions de la future centrale au charbon peuvent être considérés comme acceptables car inférieurs aux valeurs de référence ($ERI < 10^{-5}$).

8. CONCLUSION

Les informations et données utilisés dans l'étude peuvent être considérées comme représentatives pour se prononcer sur le risque sanitaire. De plus, l'analyse des incertitudes a montré que les hypothèses prises en considération peuvent être considérés comme conservatrices (majorantes).

Les substances retenues pour l'étude, la caractérisation des risques et l'analyse des incertitudes permettent de conclure que les risques sanitaires liés aux émissions atmosphériques de la future centrale, sont non préoccupants en l'état actuel des connaissances et ne présentent pas de danger pour les riverains.

ANNEXES

Annexe 1 :

Fiches toxicologiques

Acétaldéhyde (N°CAS : 75-07-0)*Références bibliographiques :*

- *Health Canada, Liste des substances d'intérêt prioritaire, rapport d'évaluation, 2000*

Date de mise à jour : 11/12/2013

Identification des dangers

Effets systémiques : L'acétaldéhyde est un irritant des voies respiratoires supérieures et des yeux chez les humains

Effets cancérogènes : La seule étude épidémiologique relevée (Bittersohl, 1975) est jugée inadéquate pour l'évaluation de la cancérogénicité de l'acétaldéhyde chez les humains compte tenu de ces limites méthodologiques. Des études sur les rats ont cependant montré l'apparition de lésions cancéreuses au niveau des parois nasales.

Effets sur la reproduction et le développement : Les données disponibles sont insuffisantes pour évaluer les effets possibles d'une exposition directe à l'acétaldéhyde sur la reproduction, le développement, et l'état neurologique et immunologique. Cependant, sur la foi du nombre limité d'études réalisées jusqu'à maintenant, il semble qu'il n'y ait aucun effet sur la reproduction, le développement, l'état neurologique et immunologique aux concentrations inférieures à celles qui provoquent des lésions dans les voies respiratoires supérieures (Health Canada, 2000)

Classification cancérogène :

- **Union européenne :** non classé
- **CIRC – IARC :** non classé
- **US EPA (IRIS) :** B2, cancérogène probable pour l'homme (1988)

Valeurs Toxicologiques de Références

L'inhalation et l'ingestion sont concernées.

Voie d'exposition	Type d'effet	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR	Facteur d'incertitude	Référence	Année de révision
Inhalation	Non cancérigène	Système respiratoire	nez	rats	9 µg/m ³	1000	EPA	1991
		Système respiratoire	nez	rats	390 µg/m ³	100	Santé Canada	1998
	Cancérigène	Système respiratoire/Nez	cancer	rats	2,2.10-6 (µg/m ³) ⁻¹		EPA	1988
Ingestion	Non cancérigène	Non concerné						
	Cancérigène	pas de VTR						

Les VTR retenues dans le présent rapport (entourées en bleu dans le tableau) ont été choisies en appliquant la circulaire (DGS/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006) de la Direction Générale de la Santé, à savoir en sélectionnant « la VTR dans la première base dans laquelle elle est retrouvée en respectant la hiérarchisation suivante :

- pour les substances à effets à seuil : successivement EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Health Canada, RIVM et en dernier lieu OEHHA ;
- pour les substances à effets sans seuil : successivement EPA, OMS/IPCS, RIVM, OEHHA ».

Ammoniac (N° CAS : 7664-41-7)*Références bibliographiques :*

- *INERIS. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Ammoniac. 2006*

Date de mise à jour : 10/04/2014

Identification des dangers

Effets systémiques : En cas d'exposition chronique, l'ammoniac est responsable d'une irritation oculaire et respiratoire, même à de faibles concentrations dans l'air. A concentration constante, lorsque l'exposition est poursuivie, une certaine tolérance à l'ammoniac peut se développer chez certains sujets après des expositions répétées. A concentration plus importante, l'exposition à l'ammoniac peut provoquer une diminution de la capacité respiratoire.

Effets cancérigènes : aucune étude ne montre l'effet mutagène de l'ammoniac chez les mammifères. Il en est de même pour les effets cancérogènes (l'exposition à l'ammoniac n'a pas causé des tumeurs ou n'a pas augmenté l'incidence spontanée des tumeurs dans des études de vie sur des souris).

Effets sur la reproduction et le développement : aucune étude n'est disponible.

Classification cancérogène :

- **Union européenne :** non classé
- **CIRC – IARC :** non classé
- **US EPA (IRIS) :** non classé
-

Valeurs Toxicologiques de Références

Seule l'inhalation sera conservée en terme d'impact.

Voie d'exposition	Type d'effet	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR	Facteur d'incertitude	Référence	Année de révision
Inhalation	Non cancérigène	Système respiratoire	poumon	homme	100 µg/m³	30	EPA	1991
		Système respiratoire	poumon	homme	200 µg/m³	10	ATSDR	2002
	Cancérigène	Non concerné						
Ingestion	Non concerné							

Les VTR retenus dans le présent rapport (entourés en bleu dans le tableau) ont été choisis en appliquant la circulaire (DGS/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006) de la Direction Générale de la Santé a demandé, par une circulaire (DGS/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006), à savoir en sélectionnant « la VTR dans la première base dans laquelle elle est retrouvée en respectant la hiérarchisation suivante :

- pour les substances à effets à seuil : successivement EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Health Canada, RIVM et en dernier lieu OEHHA ;
- pour les substances à effets sans seuil : successivement EPA, OMS/IPCS, RIVM, OEHHA ».

Benzo(a)pyrène (N° CAS : 50-32-8)*Références bibliographiques :*

- *INERIS, fiche toxicologique du benzo(a)pyrène, juillet 2006*
- *Point sur les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR), mars 2009*

Date de mise à jour : 15/01/2014

Identification des dangers

Effets systémiques : Non concerné

Effets cancérigènes : Les études rapportées dans la littérature ne permettent pas de conclure quant au caractère cancérogène du benzo[a]pyrène à lui seul chez l'homme. Cependant, chez l'animal, les études montrent que le benzo[a]pyrène induit des tumeurs chez de nombreuses espèces animales par les trois voies d'exposition possibles : pulmonaire, orale et cutanée. Les effets rapportés correspondent à une action à la fois locale et systémique.

Effets sur la reproduction et le développement : Le benzo[a]pyrène est classé catégorie 2 par l'union européenne (substance devant être assimilée à des substances altérant la fertilité dans l'espèce humaine ou causant des effets toxiques sur le développement dans l'espèce humaine (JOCE, 2004)).

D'après la bibliographie, aucune étude n'a été effectuée chez l'homme pour rechercher un éventuel effet du benzo[a]pyrène sur la reproduction.

Classification cancérogène :

- **Union européenne : Catégorie 1B** - substance cancérogène pour l'homme (JOCE, 2004)
- **CIRC – IARC : Groupe 1** - cancérogène pour l'homme (2012)
- **US EPA (IRIS) : Classe B2** - cancérogène probable pour l'homme (1994)

Valeurs Toxicologiques de Références

L'inhalation et l'ingestion sont concernées.

Voie d'exposition	Type d'effet	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR	Facteur d'incertitude	Référence	Année de révision
Inhalation	Non cancérigène	Non concerné						
	Cancérigène	Poumon	cancer	homme	$8,7.10^{-2} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$		OMS	1999
		Système respiratoire	cancer	hamsters	$3,12.10^{-2} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$		Santé Canada	1993
		Système respiratoire	cancer	hamsters	$1,1.10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$		OEHHA	2002
Ingestion	Non cancérigène	Non concerné						
	Cancérigène	Estomac	cancer	rats	$7,3 (\text{mg}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$		EPA	1994
		Estomac	cancer	rats	$2.10^{-1} (\text{mg}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$		RIVM	2001
		Estomac	cancer	souris	$12 (\text{mg}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$		OEHHA	2002

Pour le cas très spécifique des HAPs, on retient la méthodologie recommandée par l'INERIS dans son rapport « Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs) - Évaluation de la relation dose-réponse pour des effets cancérigènes : Approche substance par substance (facteurs d'équivalence toxique - FET) et approche par mélanges ; Évaluation de la relation dose-réponse pour des effets non cancérigènes : Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) » de janvier 2006 :

- Pour une **exposition par voie orale** à un mélange de HAPs, l'INERIS propose d'utiliser l'approche substance par substance (FET). l'INERIS appuie l'avis de l'AFSSA (2003) et propose de retenir l'ERUo établi par le RIVM, soit une dose virtuellement sûre de 5 ng/kg p.c/j pour un excès de risque de cancer de 1.10^{-6} , ce qui correspond à un ERUo de $0,2 (\text{mg}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$.
- Pour une **exposition par inhalation** à un mélange de HAPs, l'INERIS conseille de prendre en compte le seul Excès de Risque Unitaire (ERUi) spécifique du benzo[a]pyrène, soit l'ERUi de $1,1.10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ proposé par l'OEHHA et de lui appliquer les FET. Dans le cas où une analyse du mélange de HAPs est réalisée et que le profil de ce mélange est similaire à celui de l'étude critique retenue par l'OMS, il est plus approprié de retenir, sans application des FET, la valeur de $8,7.10^{-2} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ proposée par l'OMS (Le benzo[a]pyrène est alors considéré comme un indicateur d'un mélange de HAPs issu de cokeries).

Benzène (N° CAS : 71-43-2)*Références bibliographiques :*

- *INERIS. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Benzène. 2006*

Date de mise à jour : 31/03/2014

Identification des dangers

Effets systémiques : De nombreuses études ont mis en évidence des effets sur le système sanguin (effets hématotoxiques et immunotoxiques) associés à des expositions par inhalation. Des effets sur le système immunitaire ont également été décrits dans le cadre d'exposition professionnelle au benzène.

Effets cancérigènes : de nombreuses études ont rapporté une augmentation des taux de cancer au cours des expositions professionnelles au benzène. La leucémie aiguë myéloïde est l'affection le plus souvent rapportée dans les études de cas mais l'épidémiologie retrouve une association significative avec les leucémies de tout type voire d'autres affections du tissu hématopoïétique.

Effets sur la reproduction et le développement : Le benzène passe la barrière placentaire et est retrouvé dans la moelle osseuse du fœtus à des niveaux supérieurs ou égaux à ceux mesurés chez la mère exposée par inhalation. Les effets sur la reproduction sont cependant insuffisants pour établir une relation causale : certaines études rapportent une augmentation des anomalies du tube neural et des avortements spontanés, mais d'autres études ne retrouvent pas ces anomalies.

Classification cancérogène :

- **Union européenne : Catégorie 1A (anciennement 1) :** substance que l'on sait être cancérogène pour l'homme (JOCE, 2004)
- **CIRC – IARC : Groupe 1 :** agent cancérigène pour l'homme (1987)
- **US EPA (IRIS) : Catégorie A :** substance cancérigène pour l'homme (1998).
-

Valeurs Toxicologiques de Références

Seule l'inhalation sera conservée en terme d'impact. Cependant le tableau ci-dessous présente également les VTR disponibles par ingestion.

Voie d'exposition	Type d'effet	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR	Facteur d'incertitude	Référence	Année de révision
Inhalation	Non cancérigène	Système nerveux	neurologiques	Homme	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10	ATSDR	2005
		Système sanguin	leucopénie	Homme	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	300	US-EPA	2003
		Système sanguin	Effets hématologiques	Homme	60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		OEHHA	2003
	Cancérigène	Système sanguin	Leucémie	Homme	2,2 -7,8.10⁻⁶ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)⁻¹		US-EPA	2000
				Homme	6.10 ⁻⁶ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹		OMS	2000
				Homme	3,3.10 ⁻⁶ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹		Health Canada	1991
				Homme	2,9.10 ⁻⁵ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹		OEHHA	2002
				Homme	5.10 ⁻⁶ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹		RIVM	1999
Ingestion	Non cancérigène	Système sanguin	leucopénie	Homme	4.0.10 ⁻³ mg/kg/j	300	US-EPA	2003
	Cancérigène	Système sanguin		Homme	0,015 à 0,055 (mg/kg/j) ⁻¹		US-EPA	2000

Les VTR retenues dans le présent rapport (entourées en bleu dans le tableau) ont été choisies en appliquant la circulaire (DGS/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006) de la Direction Générale de la Santé, à savoir en sélectionnant « la VTR dans la première base dans laquelle elle est retrouvée en respectant la hiérarchisation suivante :

- pour les substances à effets à seuil : successivement EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Health Canada, RIVM et en dernier lieu OEHHA ;
- pour les substances à effets sans seuil : successivement EPA, OMS/IPCS, RIVM, OEHHA ».

Cadmium (N° CAS 7440-43-8)

Références bibliographiques :

- INERIS, *fiche toxicologique du cadmium et ses dérivés*, février 2005
- *Point sur les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)* - mars 2009

Date de mise à jour : 03/03/2013

Identification des dangers

Effets systémiques : Le principal organe cible est le rein, atteint sous forme de néphropathie irréversible pouvant conduire à une insuffisance rénale, quelle que soit la voie d'exposition. Une dégénérescence des cellules tubulaires rénales se manifeste précocement, suivie d'une réaction inflammatoire interstitielle puis d'une fibrose. Pour l'exposition par voie respiratoire, il faut ajouter des troubles respiratoires (bronchite obstructive, emphysème) liés au caractère irritant des particules de cadmium. L'organe cible secondaire est l'os, quelle que soit la voie d'exposition (INERIS, 2005).

Effets cancérogènes : Différentes études de mortalité rapportées par le CIRC (1993) montrent une augmentation significative de cancers pulmonaires consécutifs à l'exposition au cadmium par voie respiratoire.

Plusieurs études rapportées par l'INERIS (2005) montrent une augmentation de la mortalité par cancer prostatique suite à l'exposition au cadmium par voie respiratoire ou digestive. Ces résultats sont controversés. Des cancers du foie et de l'estomac sont également mis en évidence dans quelques études de cohortes en milieu professionnel.

Effets sur la reproduction et le développement : Les effets du cadmium sur la reproduction et le développement seraient faibles (pas de diminution de la fertilité ni de la fonction endocrine). Chez les animaux, une toxicité sur la reproduction et le développement a été rapportée par le CIRC après une exposition aux composés du cadmium par voie orale ou respiratoire. Pour l'OMS, les études animales par voie orale n'ont pas apporté de preuves satisfaisantes du pouvoir tératogène du cadmium à des doses inférieures aux doses toxiques pour la mère.

Classification cancérogène du cadmium et de ses composés :

- **CIRC** : classés dans le **groupe 1** en 1993, substances cancérogènes pour l'homme
- **Union européenne** : classés en **catégorie 1B (anciennement 2)** en 2004, substances devant être considérées comme cancérogènes pour l'homme
- **US-EPA** : classé B1 en 1987, cancérogène probable chez l'homme

Valeurs Toxicologiques de Références

L'inhalation et l'ingestion sont concernées.

Voie d'exposition	Type d'effet	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR	Facteur d'incertitude	Référence	Année de révision
Inhalation	Non cancérigène	Système respiratoire, rein	Troubles rénaux et respiratoires	Homme	0,02 µg/m ³	30	OEHHA	2008
		Rein	Induction de dysfonctionnement tubulaire	Homme	0,005 µg/m ³	60	OMS	1999
		Rein	Troubles rénaux	Homme	0,01 µg/m³	9	ATSDR	2012
	Cancérigène	Poumon	Cancer	Homme	1,8.10 ⁻³ (µg/m ³) ⁻¹		US EPA	1992
				Homme	CT _{0,05} = 5,1 µg/m ³ soit ERUi = 9,8.10 ⁻³ (µg/m ³) ⁻¹		Health Canada	1993
				Homme	4,2.10⁻³ (µg/m³)⁻¹		OEHHA	2003
Ingestion	Non cancérigène	Rein	Protéinurie	Homme	1.10 ⁻³ mg/kg/j (alimentation) 5.10 ⁻⁴ mg/kg/j (eau)	10	US-EPA	1994
					7.10 ⁻³ mg/kg/j	-	OMS	1999
					5.10 ⁻⁴ mg/kg/j	2	RIVM	2001
					5.10 ⁻⁴ mg/kg/j	10	OEHHA	2003
					1.10⁻⁴ mg/kg/j	3	ATSDR	2012
	Cancérigène	Non concerné						

CT_{0,05} : la concentration tumorigène 0,05 (CT_{0,05}) est la concentration généralement dans l'air qui cause une augmentation de 5 % de l'incidence des tumeurs ou de la mortalité due à des tumeurs.

Les VTR retenues dans le présent rapport (entourées en bleu dans le tableau) ont été choisies conformément au choix de l'INERIS datant de 2010.

Dioxines et furanes

Références bibliographiques :

- INERIS. *Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Dioxines. 24/04/2006*

Date de mise à jour : 08/03/2011

Sont regroupés sous ce terme les polychlorodibenzo-dioxines (PCDD) et les polychlorodibenzo-furanes (PCDF) parmi lesquels 17 composés sont connus pour leur toxicité. Les dioxines peuvent se retrouver dans l'air, le sol, l'eau et contaminer les végétaux et les animaux. Du fait de leur forte affinité pour les graisses, on les retrouve surtout dans les aliments riches en graisse, tels que les poissons, les crustacés, le lait, les œufs et les abats.

Identification des dangers

Effets systémiques

De nombreuses études épidémiologiques ont été réalisées chez l'homme dans le cadre d'une exposition chronique. Les effets répertoriés sont :

- des effets dermatologiques (chloracné),
- des effets hépatiques (augmentation du volume du foie),
- des effets neuropsychiques (maux de tête, insomnie, nervosité, irritabilité, dépression, anxiété, perte de libido, encéphalopathie),
- des effets thyroïdiennes,
- des effets immunologiques,
- des effets cardiovasculaires (maladie coronarienne)

En conclusion, la toxicité de la 2,3,7,8-TCDD chez l'homme n'est actuellement avérée que pour les effets dermatologiques et l'augmentation transitoire des enzymes hépatiques mais on a de plus en plus d'indications en faveur d'une association entre l'exposition aux dioxines et les maladies cardiovasculaires (INSERM, 2000).

Effets cancérigènes

Des excès de risques faibles pour tous les cancers combinés ont été trouvés dans toutes les études de cohortes industrielles. L'excès de risque était de l'ordre de 40 % vingt ans après la première exposition. Dans toutes les cohortes industrielles étudiées, le risque augmentait en fonction de l'exposition. Cependant, ce risque semble concerner tous les cancers, les études ne mettant pas en évidence un clair excès de risque pour un cancer particulier (INSERM, 2000).

Effets sur la reproduction et le développement

Les différentes études épidémiologiques dont on dispose tendent à conclure à une diminution de la fertilité. D'autres études ont montré une diminution du poids de naissance dans les populations exposées.

Classification cancérogène

CIRC – IARC :

- 2,3,7,8-TCDD (dioxine de Seveso) : **groupe 1** (cancérogène certain chez l'homme) (IARC, 1997)
- PCDF et PCDD autres que la 2,3,7,8-TCDD : groupe 3, non classable comme cancérogène pour l'homme (1997).

Union Européenne : Les substances n'ont pas fait l'objet d'un examen par l'Union Européenne.

US EPA (IRIS) :

La 2,3,7,8-TCDD était en classe A (substance cancérigène pour l'homme) mais elle n'est plus répertoriée dans IRIS (mars 2004). Elle est en cours de réévaluation par l'US EPA. Les avis divergent quant à la classification de la 2,3,7,8-TCDD.

Valeurs Toxicologiques de Références

L'inhalation et l'ingestion sont concernées.

Voie d'exposition	Type d'effet	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR	Facteur d'incertitude	Référence	Année de révision
Inhalation	Non cancérigène	système respiratoire, système hépatique	-	rat	4.10^{-5} TEQ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Dibenzodioxines polychlorées et dibenzofuranes polychlorés)	100	OEHHA	2003
	Cancérigène	Tumeurs hépatiques	-	Souris	$38 (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ (2,3,7,8 TCDD)	-	OEHHA	2003
Ingestion	Non cancérigène	Développement	-	Singe	1 pg/kg/j (2,3,7,8 TCDD)	90	ATSDR	1998
		Système nerveux, Développement	-	Rat et singe	1 à 4 pg/kg/j (Dioxines et composés dioxine like)	10	OMS	2000
		Développement	-	Rongeur	10 pg/kg/j (Dibenzodioxines polychlorées et dibenzofuranes polychlorés)	100	Santé Canada	1989
		Système nerveux, Développement	-	Rat et singe	1 à 4 pg/kg/j (Dibenzodioxines polychlorées, dibenzofuranes polychlorés et PCBs coplanaires)	10	RIVM	2001
		système respiratoire, système hépatique	-	rat	10 pg/kg/j (Dibenzodioxines polychlorées et dibenzofuranes polychlorés)	100	OEHHA	2003
	Cancérigène	Tumeurs hépatiques	-	Souris	$1,3.10^5 (\text{mg}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$ (2,3,7,8 TCDD)	-	OEHHA	2003

Les VTR retenues dans le présent rapport (entourées en bleu dans le tableau) ont été choisies en appliquant la circulaire (DGS/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006) de la Direction Générale de la Santé, à savoir en sélectionnant « la VTR dans la première base dans laquelle elle est retrouvée en respectant la hiérarchisation suivante :

- pour les substances à effets à seuil : successivement EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Health Canada, RIVM et en dernier lieu OEHHA ;
- pour les substances à effets sans seuil : successivement EPA, OMS/IPCS, RIVM, OEHHA ».

Dioxyde d'azote (N° CAS 10102-44-0)*Références bibliographiques :*

- *INERIS, Fiche toxicologique pour les oxydes d'azote, juillet 2005*
- *WHO : Air quality guidelines for Europe. Global update 2005, Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide*

Date de mise à jour : 06/03/2012

Identification des dangers

Effets systémiques : Les études de cohorte suggèrent une association entre l'exposition au dioxyde d'azote (concentrations au domicile) et l'incidence de l'asthme chez l'enfant. Des symptômes de toux et de bronchite se trouvent également augmentés. Il est également rapporté des atteintes de la fonction pulmonaire chez les enfants (5 fois plus de valeurs inférieures aux 80 % prédit) qui persistent dans la vie adulte. Il est difficile de dissocier les effets du dioxyde d'azote de ceux d'autres polluants présents dans les mêmes lieux d'exposition (particules ultra-fines, oxyde nitreux, particules, benzène).

Effets cancérogènes : La pollution associée au trafic automobile est associée avec des cancers chez l'enfant et des cancers pulmonaires chez l'adulte mais sans qu'il soit montré une association spécifiquement avec le dioxyde d'azote.

Effets sur la reproduction et le développement : La pollution de l'air est associée à la naissance de bébés à petits poids, à des retards de croissance intra-utérine, à des naissances avant-terme et à une mortalité périnatale. Ces effets sont liés à la pollution d'origine automobile sans que le dioxyde d'azote ait été incriminée individuellement (OMS, 2006).

Classification cancérogène du cadmium et de ses composés :

- **CIRC :** non classé ;
- **Union européenne :** non classé ;
- **US-EPA :** non classé.

Valeurs Toxicologiques de Références pour les risques chroniques

Seule l'inhalation est concernée.

Voie d'exposition	Type d'effet	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR	Facteur d'incertitude	Référence	Année de révision
Inhalation	Non cancérigène	Poumon	Affections respiratoires chez l'enfant	Homme	40 µg/m³	2	OMS	2005
	Cancérigène	non concerné						
Ingestion	Non cancérigène	non concerné						
	Cancérigène	non concerné						

Valeurs Toxicologiques de Références pour les risques aigus

Voie d'exposition	Type d'effet	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR	Facteur d'incertitude	Référence	Année de révision
Inhalation	Non cancérigène	système respiratoire	-	Homme	200 µg/m³	2	OMS	2003
		système respiratoire	-	Homme	470 µg/m ³	1	OEHHA	1999

Les VTR retenues dans le présent rapport (entourées en bleu dans le tableau) ont été choisies en appliquant la circulaire de la Direction Générale de la Santé (DGS/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006), à savoir en sélectionnant « la VTR dans la première base dans laquelle elle est retrouvée en respectant la hiérarchisation suivante :

- pour les substances à effets à seuil : successivement EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Health Canada, RIVM et en dernier lieu OEHHA ;
- pour les substances à effets sans seuil : successivement EPA, OMS/IPCS, RIVM, OEHHA ».

Dioxyde de soufre (N° CAS : 7446-09-05)*Références bibliographiques :*

- *INERIS, Fiche toxicologique pour le dioxyde de soufre, 2005*
- *INRS, Fiche toxicologique pour le dioxyde de soufre, 2006*
- *OMS, Guidelines for Air Quality, Genève 2000*
- *Organisation Mondiale de la Santé, Air quality Guidelines – Global Update 2005 – Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, 2005*

Date de mise à jour : 06/03/2012

Identification des dangers

Effets systémiques : L'exposition prolongée augmente l'incidence de pharyngites et de bronchites chroniques qui peuvent s'accompagner d'emphysème et d'altération de la fonction pulmonaire. Ces effets respiratoires sont augmentés par la présence de particules respirables, le tabagisme et l'effort physique. Le dioxyde de soufre peut aggraver l'asthme et les maladies pulmonaires inflammatoires ou fibrosantes. Aux concentrations urbaines de certaines villes canadiennes (moyenne : 5 µg.m⁻³) et américaines (moyenne : 85 µg.m⁻³), il est associé une apparition ou une aggravation des affections respiratoires (toux, dyspnée) et une augmentation du taux de mortalité par maladie respiratoire ou cardiovasculaire. Le dioxyde de soufre peut également provoquer des irritations oculaires.

Effets cancérigènes : il n'existe pas de données suffisantes pour conclure à ce sujet.

Effets sur la reproduction et le développement : Il n'a pas été mis en évidence de lien de causalité entre l'exposition au dioxyde de soufre et des effets sur la reproduction et le développement.

Classification cancérogène :

- **CIRC : groupe 3** (1992), ne peut être classé pour sa cancérogénicité chez l'homme
- **Union européenne :** non classé
- **US-EPA :** non classé

Valeurs Toxicologiques de Références

Seule l'inhalation est concernée.

Voie d'exposition	Type d'effet	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR	Facteur d'incertitude	Référence	Année de révision
Inhalation	Non cancérigène	Appareil respiratoire	Bronchoconstriction	Homme	50 µg/m ³		OMS	2000
	Cancérigène	non concerné						
Ingestion	Non cancérigène	non concerné						
	Cancérigène	non concerné						

Valeurs Toxicologiques de Références pour les risques aigus

Voie d'exposition	Type d'effet	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	Facteur d'incertitude	VTR	Facteur d'incertitude	Référence	Année de révision
Inhalation	Non cancérigène	système respiratoire	-	Homme	-	20 µg/m ³		OMS	2005
		système respiratoire	-	Homme	9	30 µg/m ³		ATSDR	1998

Formaldéhyde (N° CAS : 50-00-0)*Références bibliographiques :*

- INERIS, *Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, Formaldéhyde, mai 2005*

Date de mise à jour : 15/01/2014

Identification des dangers

Effets systémiques : De nombreuses études réalisées sur la population générale exposée au formaldéhyde dans l'air intérieur des logements ont pu confirmer le pouvoir irritant du formaldéhyde au niveau des voies aériennes supérieures, initialement observé en milieu professionnel.

Effets cancérogènes : Les principaux cancers étudiés chez les sujets exposés au formaldéhyde par inhalation concernent les voies respiratoires supérieures et la cavité buccale, et plus marginalement le cerveau, les leucémies et les maladies de Hodgkin. Le formaldéhyde par voie digestive ne conduit pas au développement de tumeur cancéreuse (OMS, 1996).

Effets sur la reproduction et le développement : Deux études décrivent l'absence de différence sur la qualité du sperme d'hommes exposés par inhalation professionnellement au formaldéhyde par comparaison à des témoins, de même que chez la femme (275 sujets) un taux d'avortements spontanés observé jugé compatible avec le taux basal d'avortements.

Classification cancérogène :

Union européenne : catégorie 3, substance préoccupante pour l'homme en raison d'effets cancérogènes possibles

CIRC – IARC : groupe 1, cancérogène pour l'homme (2004)

US EPA (IRIS) : Classe B1 : probablement cancérogène pour l'homme. Des données limitées chez l'homme sont disponibles.

Valeurs Toxicologiques de Références pour les risques chroniques

L'inhalation et l'ingestion sont concernées.

Voie d'exposition	Type d'effet	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR	Facteur d'incertitude	Référence	Année de révision
Inhalation	Non cancérigène	système respiratoire	lésions nasales	Homme	10 µg/m ³	30	ATSDR	1999
		système respiratoire	lésions nasales	Homme	9 µg/m ³	10	OEHHA	2003
	Cancérigène	Système respiratoire	tumeurs nasales	Rat	1,3.10 ⁻⁵ (µg/m ³) ⁻¹		EPA	1991
		Système respiratoire	tumeurs nasales	Rat	5,3.10 ⁻⁶ (µg/m ³) ⁻¹		Health Canada	2000
		Système respiratoire	tumeurs nasales	Rat	6.10 ⁻⁶ (µg/m ³) ⁻¹		OEHHA	2002
Ingestion	Non cancérigène	système digestif	irritation de l'estomac	Rat	0,2 mg/kg/j	100	EPA	1990
		système digestif	irritation de l'estomac	Rat	0,15 mg/kg/j	100	OMS	2004
		système digestif	irritation de l'estomac	Rat	0,2 mg/kg/j	100	ATSDR	1999
		système digestif	effets gastrointestinaux	Rat	2,6 mg/L	100	Health Canada	1999
	Cancérigène	non concerné						

Les VTR retenues dans le présent rapport (entourées en bleu dans le tableau) ont été choisies en appliquant la circulaire (DGS/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006) de la Direction Générale de la Santé, à savoir en sélectionnant « la VTR dans la première base dans laquelle elle est retrouvée en respectant la hiérarchisation suivante :

- *pour les substances à effets à seuil : successivement EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Health Canada, RIVM et en dernier lieu OEHHA ;*
- *pour les substances à effets sans seuil : successivement EPA, OMS/IPCS, RIVM, OEHHA ».*

Acide chlorhydrique (N° CAS 7647-01-0)*Références bibliographiques :*

- INERIS, Annick Pichard, *Toxicité aiguë de l'acide chlorhydrique (HCl), Rapport final, Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, Janvier 2000*
- INRS, *Fiche toxicologique N°13. Edition 1997. 4p.*
- US-EPA, *fiche IRIS : Hydrogene chloride, Last revised 07/01/1995*

Date de mise à jour : 10/04/2014

Identification des dangers

Effets locaux : L'exposition répétée à l'acide chlorhydrique est responsable de gingivostomatites et érosions dentaires, de dermatoses, d'irritation des voies respiratoires se traduisant par des épistaxis et des ulcérations nasales pouvant aller jusqu'à une bronchite chronique (INRS, 2006).

Effets cancérogènes : Les expérimentations animales n'ont pas mis en évidence d'augmentation de la mortalité ou de l'incidence des tumeurs malignes chez les animaux exposés à l'acide chlorhydrique (INRS, 2006).

Effets sur la reproduction et le développement : Il n'a pas été recueilli de données sur les effets de l'acide chlorhydrique sur la reproduction et le développement.

Classification cancérogène du cadmium et de ses composés :

CIRC – IARC (1989) : classé 3 (inclassables quant à leur cancérogénicité pour l'Homme).

Valeurs Toxicologiques de Références

Seule l'inhalation est concernée.

Voie d'exposition	Type d'effet	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR	Facteur d'incertitude	Référence	Année de révision
Inhalation	Non cancérigène	Système respiratoire	hyperplasie de la muqueuse nasale	rats	20 µg/m³	300	US-EPA	1995
		Système respiratoire		rats	9 µg/m³	100	OEHHA	2005
	Cancérigène	Non concerné						
Ingestion	Non concerné							

Les VTR retenus dans le présent rapport (entourés en bleu dans le tableau) ont été choisis en appliquant la circulaire (DGS/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006) de la Direction Générale de la Santé a demandé, par une circulaire (DGS/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006), à savoir en sélectionnant « la VTR dans la première base dans laquelle elle est retrouvée en respectant la hiérarchisation suivante :

- pour les substances à effets à seuil : successivement EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Health Canada, RIVM et en dernier lieu OEHHA ;
- pour les substances à effets sans seuil : successivement EPA, OMS/IPCS, RIVM, OEHHA ».

Acide fluorhydrique (N° CAS 7664-39-3)

Références bibliographiques :

- INERIS, G. Aubertin, F. Schorsch, 1999, Toxicité aigüe de l'acide fluorhydrique (HF), Rapport final, Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement.
- INRS, Fiche toxicologique N°6, édition 1997. 6p.
- Office of Environmental Health Hazard Assessment, Air- Hot Spots Guidelines, Fluoride including hydrogen fluoride

Date de mise à jour : 10/04/2014

Identification des dangers

Effets locaux : Toxicité aiguë :

L'exposition au fluorure d'hydrogène gazeux ou à des aérosols de solutions aqueuses produit une irritation des muqueuses oculaires et respiratoires. Le HF est caustique pour la peau et les muqueuses avec lesquelles il entre en contact. L'ingestion d'une solution de HF est suivie de douleurs buccales, rétrosternales et épigastriques. Les vomissements sont fréquents, parfois sanglants. Les complications pouvant apparaître dans les jours qui suivent l'ingestion sont une hémorragie digestive ou gastrique, une perforation oesophagienne ou gastrique, une détresse respiratoire...

Toxicité chronique :

L'exposition répétée au HF et à ses dérivés minéraux est responsable d'une irritation de la peau, des muqueuses oculaires et respiratoires. Elle peut entraîner une surcharge fluorée, la fluorose. Cette intoxication se traduit par une augmentation de la densité osseuse. L'atteinte dentaire est due à la fixation du fluor sur les bourgeons dentaires et ne s'observe que lorsque l'intoxication a eu lieu dans l'enfance.

Effets cancérigènes : Les fluorures inorganiques ont été classés pour le risque de cancer par le CIRC dans la catégorie 3 (Inclassables quant à leur cancérogénicité pour l'Homme).

Classification cancérogène du cadmium et de ses composés : Non classé

Valeurs Toxicologiques de Références

Seule l'inhalation est concernée.

Voie d'exposition	Type d'effet	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR	Facteur d'incertitude	Référence	Année de révision
Inhalation	Non cancérigène	Os	Fluorose	homme	14 µg/m ³	10	OEHHA	2003
	Cancérigène	Non concerné						
Ingestion	Non concerné							

Les VTR retenues dans le présent rapport (entourées en bleu dans le tableau) ont été choisies en appliquant la circulaire (DGS/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006) de la Direction Générale de la Santé, à savoir en sélectionnant « la VTR dans la première base dans laquelle elle est retrouvée en respectant la hiérarchisation suivante :

- pour les substances à effets à seuil : successivement EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Health Canada, RIVM et en dernier lieu OEHHA ;
- pour les substances à effets sans seuil : successivement EPA, OMS/IPCS, RIVM, OEHHA ».

mercure (N° CAS 7439-97-6)

Références bibliographiques :

- INERIS, *fiche toxicologique du mercure et ses dérivés*, novembre 2006
- *Point sur les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)* - mars 2009

Date de mise à jour : 10/04/2014

Identification des dangers

Effets systémiques :

mercure élémentaire : Les organes cibles sont le **système nerveux central** et les **reins**. Les effets observés sont les mêmes que pour une exposition aiguë : tremblements, troubles de la mémoire, irritabilité, baisse des performances intellectuelles et gingivite. Les atteintes rénales sont observées pour des concentrations supérieures à 50 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de créatinine. Il s'agit de protéinurie accompagnée de lésions tubulaires rénales, puis glomérulaires pour des concentrations plus élevées.

Chez les enfants, l'exposition respiratoire au mercure peut entraîner l'apparition de la « maladie rose » (pink disease) qui est une tuméfaction froide et humide des extrémités.

Les effets de l'exposition au mercure des amalgames dentaires sont controversés.

L'exposition digestive au mercure élémentaire entraîne des troubles cardiaques, gastro-intestinaux, neurologiques et rénaux.

Certaines personnes développent des stomatites par contact cutané avec les amalgames dentaires.

mercure inorganique : Il n'y a pas de données sur les effets du mercure inorganique par voie respiratoire, chez l'homme.

Par ingestion, le mercure inorganique a des **effets rénaux et neurotoxiques**. Des troubles cardiovasculaires ont été observés chez les enfants, accompagnés de douleurs abdominales, de diarrhée, de crampes et de troubles neurologiques.

L'exposition cutanée conduit à des troubles cardiovasculaires, gastro-intestinaux, rénaux, neurologiques et immunologiques.

mercure organique : Par voie respiratoire, l'exposition au mercure organique entraîne des troubles respiratoires, gastro-intestinaux, musculaires, hépatiques et neurologiques.

Par voie digestive, le **cerveau** est le principal organe cible du mercure organique avec une atteinte particulière des organes, des sens et de la motricité. A long terme, l'exposition chronique par voie digestive au mercure organique est mortelle.

L'exposition cutanée est mal renseignée.

Effets cancérogènes : Les effets cancérogènes du mercure métallique chez l'homme sont controversés ce qui justifie son classement en groupe 3 par le CIRC. Il n'y a pas d'étude sur la cancérogénicité du mercure inorganique chez l'homme. La cancérogénicité du mercure organique est encore incertaine.

Effets sur la reproduction et le développement

Concernant le mercure élémentaire : des études menées, sur des femmes enceintes, chez les dentistes et leur personnel, au Danemark, aux USA, en Pologne, en Suède, en Union Soviétique décrivent une augmentation des malformations congénitales et des avortements. De même, une diminution du poids des enfants à la naissance a été notée

Concernant le mercure organique, plusieurs études menées dans des endroits différents ont étudié l'effet du méthylmercure sur le développement des enfants dont les mères furent exposées pendant

toute la grossesse à du méthylmercure par voie orale. Ces publications ont principalement étudié les paramètres neuropsychologiques et les effets sur le neurocomportement des enfants.

Classification cancérigène

L'Union Européenne

- Mercure élémentaire : non classé (JOCE, 1998).
- Dichlorure de mercure ou chlorure mercurique: non classé (JOCE, 1998).

CIRC – IARC : groupe 3 (ne peut être classé pour sa cancérigénicité pour l'homme) (IARC, 1987)

US EPA (IRIS)

- Mercure élémentaire : classe D – ne peut être classé pour sa cancérigénicité pour l'homme (US EPA, 1995)
- Chlorure mercurique : classe C – cancérigène possible pour l'homme (US EPA, 1995).

Valeurs Toxicologiques de Références

L'inhalation et l'ingestion sont concernées.

Substance	Voie d'exposition	Type d'effet	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR	Facteur d'incertitude	Référence	Année de révision
Mercure élémentaire	Inhalation	Non cancérigène	Système nerveux	troubles de la mémoire, tremblement	homme	0,3 µg/m³	30	EPA	1995
					homme	0,2 µg/m³	30	ATSDR	1999
					homme	0,2 µg/m³	30	RIVM	2001
					homme	0,03 µg/m³	300	OEHHA	2008
		Cancérigène	Non concerné						
	Ingestion	Non cancérigène	Pas de VTR						
Cancérigène		Non concerné							
Hg inorganique	Inhalation	Non cancérigène	Rein	-	Homme	1 µg/m³	20	OMS	2000
			Système nerveux	tremblement	homme	0,03 µg/m³	300	OEHHA	2008
		Cancérigène	Non concerné						
	Ingestion	Non cancérigène	Rein	-	rats	2.10 ⁻³ mg/kg/j	100	RIVM	2001
			Rein	-	rats	3.10 ⁻⁴ mg/kg/j (HgCl2)	1000	EPA	1995
			Rein	-	-	2 µg/kg/j	100	OMS	2006
		Cancérigène	Non concerné						
	Hg organique	Ingestion	Non cancérigène	Développement	-	homme	1.10 ⁻⁴ mg/kg/j (méthylHg)	10	EPA
-					homme	3.10 ⁻⁴ mg/kg/j (méthylHg)	4	ATSDR	1999
Rein				-	homme	1,6.10 ⁻³ mg/kg/j (méthylHg)	-	OMS	2004
Développement				-	homme	1.10 ⁻⁴ mg/kg/j	10	RIVM	2001

Substance	Voie d'exposition	Type d'effet	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR	Facteur d'incertitude	Référence	Année de révision
		Cancérogène	Non concerné						

Les VTR retenues dans le présent rapport (entourées en bleu dans le tableau) ont été choisies selon les prescriptions de l'INERIS qui suivent la circulaire de la Direction Générale de la Santé (DGS/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006), à savoir en sélectionnant « la VTR dans la première base dans laquelle elle est retrouvée en respectant la hiérarchisation suivante :

- pour les substances à effets à seuil : successivement EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Health Canada, RIVM et en dernier lieu OEHHA ;
- pour les substances à effets sans seuil : successivement EPA, OMS/IPCS, RIVM, OEHHA ».

Nickel (N° CAS : 7440-02-0)*Références bibliographiques :*

- INERIS, *fiche toxicologique du nickel et ses dérivés*, juillet 2006
- *Point sur les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)*, mars 2009

Date de mise à jour : 15/06/2014

Identification des dangers**Effets systémiques :**

Des données en population humaine montrent que des expositions prolongées à très fortes doses par inhalation provoquent des pathologies respiratoires telles que la bronchite chronique, l'asthme, et une capacité respiratoire réduite, ces pathologies pouvant aller jusqu'au décès.

Par voie cutanée, les effets systémiques les plus courants sont les réactions allergiques consécutives à un contact avec des objets en nickel : il s'agit le plus souvent d'un eczéma au point de contact.

Pour les effets par ingestion, seules des données de toxicité aiguë sont disponibles. Chez l'homme, des effets sur le système nerveux ont été observés après exposition à forte dose aux sels hydrosolubles de nickel (chlorure et sulfate). Par ailleurs, suite à l'ingestion de boissons contaminées par des sels de nickel, des manifestations de types nausées, crampes, diarrhées et vomissements ont été observées. Enfin, des effets hépatiques (modification du poids du foie) ont été observés.

Effets cancérogènes : Les différentes études épidémiologiques en milieu professionnel portant sur les effets cancérogènes du nickel ont mis en évidence une augmentation du risque de cancer du poumon et du nez pour une exposition par inhalation. Concernant la voie orale, il n'existe pas à l'heure actuelle d'étude disponible concernant les effets cancérogènes chez l'homme.

Effets sur la reproduction et le développement : Il n'existe pas d'études chez l'homme quant aux effets sur la reproduction et le développement du nickel par voie orale ou cutanée (OMS IPCS, 1991 ; ATSDR, 1997). Cependant, des études sur les rats ont montré une augmentation des problèmes de gestation (augmentation des fausses-couches, des naissances prématurées et de la proportion de morts-nés dans les portées).

Classification cancérogène :

- **CIRC : composés du nickel** classés dans le **groupe 1**, cancérogènes chez l'homme, par inhalation en 1990 et **nickel métal classé dans le groupe 2B**, cancérogène probable chez l'homme, en 1990
- **Union européenne : monoxyde de nickel, dioxyde de nickel et trioxyde de dinickel classés en catégorie 1A**, cancérogènes pour l'homme en 2001. Le **nickel métal** est classé en **catégorie 2** depuis 1993, substance préoccupante pour ses effets cancérogènes possibles
- **US-EPA : poussières de raffinage et sous-sulfure de nickel (Ni3S2) classés A**, cancérogènes pour l'homme en 1991.

Valeurs Toxicologiques de Références

L'inhalation et l'ingestion sont concernées.

Voie d'exposition	Type d'effet	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR	Facteur d'incertitude	Référence	Année de révision
Inhalation	Non cancérigène	Appareil respiratoire	Atteinte des épithéliums	Rat	0,09 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	30	ATSDR	2005
		Appareil respiratoire	Atteinte des épithéliums	Rat	0,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	30	RIVM	2001
		Appareil respiratoire	Atteinte des épithéliums	Rat	0,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	30	OEHHA	2000
		Appareil respiratoire	Atteinte des épithéliums	Lapin	0,018 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (provisoire)	1000	Health Canada	1993
	Cancérigène	Poumon	Cancer	Homme	$3,8 \cdot 10^{-4} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$		OMS	2000
		Poumon	Cancer	Homme	(sous-sulfure de nickel) $4,8 \cdot 10^{-4} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$		EPA	1991
		Poumon	Cancer	Homme	(poussières de raffineries de Ni) $2,4 \cdot 10^{-4} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$		EPA	1991
		Poumon	Cancer	Homme	$2,6 \cdot 10^{-4} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$		OEHHA	2005
		Poumon	Cancer	Homme	(soluble) $\text{CT}_{0,05} = 0,07 \text{ mg}/\text{m}^3$		Health Canada	1993
Ingestion	Non cancérigène	Développement	Perte de poids	Rat	20 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	300	EPA	1996
		Développement	Perte de poids	Rat	50 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	100	RIVM	2001
		Développement	Perte de poids	Rat	50 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	300	OEHHA	2000
		Développement	Perte de poids	Homme	12 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	ND	OMS	2006
	Cancérigène	Non concerné						

$\text{CT}_{0,05}$: la concentration tumorigène 0,05 ($\text{CT}_{0,05}$) est la concentration généralement dans l'air qui cause une augmentation de 5 % de l'incidence des tumeurs ou de la mortalité due à des tumeurs.

Les VTR retenues dans le présent rapport (entourées en bleu dans le tableau) ont été choisies conformément au choix de l'INERIS datant de 2009. Elles sont également conformes à la circulaire de la DGS de 2006.

Plomb (N° CAS 7439-92-1)*Références bibliographiques :*

- *INERIS, fiche toxicologique du plomb et ses dérivés, février 2003*
- *Point sur les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR), mars 2009*

Date de mise à jour : 10/04/2014

Identification des dangers**Effets systémiques :**

Effets sur le système nerveux central : Chez l'adulte comme chez l'enfant il est observé des troubles neurologiques (troubles du sommeil, irritabilité, anxiété, perte de mémoire, confusion, sensation de fatigue. Certains auteurs suggèrent l'absence de seuil de plombémie pour ces effets. Les personnes âgées (effets sur la mémoire, l'orientation spatiale, la concentration et la dextérité) et les enfants (impact sur le développement des fonctions cognitives) sont particulièrement sensibles (INERIS, 2003).

Effets sur le système nerveux périphérique se traduisant essentiellement par une faiblesse musculaire (INERIS, 2003).

Effets hématologiques : Anémie liée à l'inhibition de la synthèse de l'hème et à la réduction de la vie des érythrocytes (INERIS, 2003).

D'autres effets, rénaux (altération de la filtration glomérulaire), cardiovasculaires (hypertension artérielle) et immunitaires sont évoqués par plusieurs études portant sur de fortes expositions, mais elles restent controversés (INERIS, 2003).

Effets cancérogènes : Des études en milieu professionnel montrent une augmentation significative des cancers bronchiques et rénaux (INERIS, 2003).

Effets sur la reproduction et le développement : Plusieurs études montrent des effets de l'exposition au plomb sur la reproduction (diminution hormonale, diminution du nombre de spermatozoïdes, avortements, petits poids à la naissance...), ou le développement, en particulier neurologique (INERIS, 2003).

Classification cancérogène :

- **CIRC : groupe 3** (1992), ne peut être classé pour sa cancérogénicité chez l'homme pour les chromates, sulfochromates et sulfochromates molybdates de plomb
Groupe 1 (cancérogène pour l'homme) pour l'arséniate de plomb
- **Union européenne :** non classé
- **US-EPA :** B2, potentiellement cancérogène pour l'homme (1989)

Valeurs Toxicologiques de Références

L'inhalation et l'ingestion sont concernées.

Voie d'exposition	Type d'effet	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR	Facteur d'incertitude	Référence	Année de révision
Inhalation	Non cancérigène	Système hématologique, système nerveux	Plombémie	Homme	0,5 µg/m ³	-	OMS	2000
	Cancérigène	Rein	Cancer	rat	1,2.10 ⁻⁵ (µg/m ³) ⁻¹		OEHHA	2002
Ingestion	Non cancérigène	Système hématologique, système nerveux	Plombémie	Homme	Pb inorganique : 3,5 µg/kg/j (DHTP=25 µg/kg)	-	OMS	2004
		Système hématologique, système nerveux	Plombémie	Homme	3,6 µg/kg/j	-	RIVM	2001
	Cancérigène	Rein	Cancer	rat	8,5.10 ⁻³ (mg/kg/j) ⁻¹		OEHHA	2002

DHTP : Dose Hebdomadaire Tolérable Admissible Provisoire

Les seules VTR disponibles pour les effets cancérogènes du plomb par voie respiratoire et par voie orale sont fournies par l'OEHHA. Or, il s'avère que le plomb est un cancérogène à seuil. Ainsi, une VTR à seuil, et non sans seuil, devrait être proposée. Les VTR de l'OEHHA étant sans seuil, l'INERIS conseille de ne pas les retenir (Note sur le plomb, 2002). Cette position est également partagée par l'US-EPA.

Les VTR retenues dans le présent rapport (entourées en bleu dans le tableau) ont été choisies conformément au choix de l'INERIS datant de 2009. A noter que l'INERIS conseille de ne pas retenir de VTR pour les effets cancérogènes (plomb considéré comme cancérogène à seuil, Note sur le plomb, 2002).

Poussières (PM10 et PM2,5)

Références bibliographiques :

- Health Canada, Liste des substances d'intérêt prioritaire : rapport d'évaluation – particules inhalables de 10 µm ou moins, mai 2000
- Organisation Mondiale de la Santé, Air quality Guidelines – Global Update 2005 – Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, 2005
- Observatoire des pratiques de l'évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact, Q54 : Quelles VTR appliquer dans les problématiques « poussières », Décembre 2007

Date de mise à jour : 23/01/2014

Identification des dangers

Effets systémiques : Augmentation de la mortalité, des symptômes de maladies respiratoires, diminution de la fonction et de la capacité pulmonaire chez les enfants et augmentation des cas de bronchite chronique et d'asthme chez certains adultes.

Dans l'Union Européenne, l'exposition aux PM2,5 produites par les activités humaines réduit en moyenne l'espérance de vie de 8,6 mois.

Effets cancérogènes : Il n'existe pas de concentration en poussières en dessous de laquelle il n'ait pas été constaté une augmentation de la mortalité. Il a été constaté une augmentation des cancers pulmonaires dans des études transversales en association avec une exposition aux PM10 et aux PM2,5.

Effets sur la reproduction et le développement : L'exposition de femmes aux poussières a été rapprochée d'effets sur la reproduction et le développement, mais ces effets doivent encore être confirmés par d'autres études.

Classification cancérogène

CIRC : 1 pour les particules diesel (2012) ;

Union européenne : non classées ;

US-EPA : non classées.

Valeurs Toxicologiques de Références

Seule l'inhalation est concernée.

Il n'existe pas de VTR à seuil pour les particules, étant admis par la communauté scientifique que les particules ont des effets sanitaires sans seuil à court et long terme. Pour autant, aucune VTR sans seuil n'existe dans les bases de données de référence

En l'état actuel des pratiques d'évaluation de risque sanitaire pour les installations classées, la quantification des risques liés aux effets sans seuil des particules est rarement réalisée. Elle n'est donc pas retenue.

Néanmoins, il existe des VTR pour les particules issues des gaz d'échappement des moteurs diesel. Ces VTR sont retenues pour les études liées au trafic automobile.

Le tableau ci-dessous présente donc les valeurs guides ou réglementaires disponibles.

Substance	Voie d'exposition	Type d'effet	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR	Facteur d'incertitude	Référence	Année de révision
PM10	Inhalation	Non cancérigène	Système respiratoire			50 µg/m³ (valeur limite qualité de l'air)		EPA	-
						20 µg/m³ (valeur guide moyenne annuelle)		OMS	2005
						30 µg/m³ (moyenne annuelle qualité de l'air)		France	
	Cancérigène	Non concerné							
	Ingestion	Non concerné							
PM2,5	Inhalation	Non cancérigène	Système respiratoire			15 µg/m³ (valeur limite qualité de l'air)		EPA	-
						10 µg/m³ (valeur guide moyenne annuelle)		OMS	2005
						25 µg/m³ (valeur cible moyenne annuelle au 01/01/2010)		UE	2007
	Cancérigène	Non concerné							
	Ingestion	Non concerné							
Particules diesel	Inhalation	Non cancérigène	Système respiratoire	inflammation pulmonaire	Rat	5 µg/m³	30	EPA	2003
		Non cancérigène	Système respiratoire	-	animal	5,6 µg/m³	25	OMS	1996
		Cancérigène	Poumon	-	animal	3,4.10 ⁻⁵ (µg/m³) ⁻¹		OMS	1996

Pour les sites industriels, compte tenu de la sensibilité de la problématique des particules pouvoir apprécier le risque sanitaire, **on propose d'avoir recours aux valeurs guides de qualité de l'air** proposées par l'OMS lors de la mise à jour récente des *Air Quality Guidelines* [OMS, 2005] **tout en gardant à l'esprit que ces valeurs constituent des valeurs de gestion non exclusivement basées sur des critères sanitaires**. Cette approche est préconisée par l'INERIS et par l'Observatoire des pratiques de l'évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact (décembre 2007).

Styrène (N° CAS : 100-42-5)

Références bibliographiques :

- *INERIS. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Styrène. 2011*

Date de mise à jour : 13/01/2014

Identification des dangers

Effets systémiques : Chez l'homme, l'exposition chronique au styrène par inhalation provoque principalement des effets neurologiques (altération de l'équilibre, augmentation des temps de réaction et des vitesses de conduction nerveuse, troubles de l'audition,...) mais également des effets pulmonaires (irritation des voies respiratoires supérieures), hématologiques, et hépatiques (augmentation des enzymes hépatiques).

Effets cancérogènes : Les informations disponibles ne sont pas suffisantes pour établir un lien de causalité entre l'exposition professionnelle au styrène et l'apparition de cancers. Le nombre de cas reste faible et les travailleurs sont exposés à d'autres polluants comme le butadiène ou le benzène. L'IARC est le seul organisme à avoir classé le styrène comme pouvant être cancérogène pour l'homme.

Effets sur la reproduction et le développement : Chez l'homme, plusieurs études montrent des effets sur la reproduction (oligoménorrhées, anomalies et diminution des spermatozoïdes) suite à une exposition au styrène. Cependant, certaines études présentent des résultats discordants, et ne permettent pas de conclure sur la reprotoxicité du styrène.

Classification cancérogène :

- **Union européenne : non classé**
- **CIRC – IARC : Groupe 1** : groupe 2B (cancérogène possible).
- **US EPA (IRIS) : non classé**

Valeurs Toxicologiques de Références

Seule l'inhalation sera conservée en terme d'impact. Cependant le tableau ci-dessous présente également les VTR disponibles par ingestion.

Voie d'exposition	Type d'effet	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR	Facteur d'incertitude	Référence	Année de révision
Inhalation	Non cancérigène	système nerveux central		travailleurs	860 µg/m3 (0,2 ppm)	30	ATSDR	2010
		système nerveux central		travailleurs	1000 µg/m3 (0,2 ppm)	30	EPA	1993
		système nerveux central		rats	92 µg/m3	500	Health Canada	1993
		système nerveux central		travailleurs	900 µg/m3	30	RIVM	2001
		système nerveux central		travailleurs	900 µg/m3	10	OEHHA	2003
	Cancérigène	non concerné						
Ingestion	Non cancérigène	système sanguin		chien	0.2 mg/kg/j	1000	EPA	1990
		diminution du poids corporel		rats	7.7 µg/kg/j	1000	OMS	2008
		reproduction		rats	0.12 mg/kg/j	100	Health Canada	1993
		développement		rats	0.12 mg/kg/j	100	RIVM	2001
	Cancérigène	non concerné						

Les VTR retenues dans le présent rapport (entourées en bleu dans le tableau) ont été choisies selon les préconisations de l'INERIS (compatibles avec les choix préconisés par la circulaire de la DGS de 2006).

Toluène (N° CAS : 108-88-3)

Références bibliographiques :

- *US-EPA (fiche IRIS, septembre 2005)*
- *ATSDR, Toxicological Profile for toluene, Sept. 2000*
- *INERIS, fiche toxicologique du toluène, avril 2005*
- *OMS IPCS, fiche internet du toluène*

Date de mise à jour : 10/04/2014

Identification des dangers

Effets systémiques : Plusieurs études ont montré l'absence d'effets génotoxiques dans les lymphocytes circulants de travailleurs exposés au toluène et les essais réalisés chez les procaryotes et chez les eucaryotes ont tous été négatifs, à quelques exceptions près.

La voie principale d'exposition est l'inhalation. Le toluène a un effet irritant sur les voies respiratoires. Des effets neurologiques ont également été mis en évidence par des études épidémiologiques sur des travailleuses.

Effets cancérigènes : Le toluène, homologue supérieur du benzène, ne lui est pas comparable du point de vue du métabolisme et de la toxicité, car il ne possède pas de propriétés cancérogènes ou mutagènes.

Effets sur la reproduction et le développement : Des effets sur le développement et sur les synthèses hormonales sont considérés comme possibles : plusieurs études ont en effet montré une fréquence accrue de troubles menstruels, d'anomalies dans le développement du fœtus, avec augmentation des taux d'avortements spontanés, chez certaines femmes exposées au toluène en ambiance professionnelle, à des concentrations de l'ordre de 332 mg/m³, concentrations pour lesquelles sont aussi observés des troubles d'ordre neurologique.

Classification cancérogène :

- **Union européenne :** L'ECB, n'a pas classé le toluène au titre des effets cancérogènes. Pour les effets toxiques hors cancer l'**ECB** classe le toluène, Xn (Nocif) avec la phrase de risque R 20 (Nocif par inhalation).
- **CIRC – IARC :** L'IARC (1999) a placé le toluène dans le Groupe 3 en l'absence de preuves chez l'homme et en mentionnant qu'il existait des études montrant que le toluène n'était pas cancérogène chez l'animal.
- **US EPA (IRIS) :** L'US-EPA avait placé en 1994 le toluène en classe D, selon une analyse sensiblement identique à celle de l'IARC, en soulignant que la majorité des recherches de génotoxicité réalisées sont négatives.

Valeurs Toxicologiques de Références

L'inhalation et l'ingestion sont concernées.

Voie d'exposition	Type d'effet	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR	Facteur d'incertitude	Référence	Année de révision
Inhalation	Non cancérigène	Système nerveux	Vision et audition détériorées	homme	5 000 µg/m ³	10	US-EPA	2005
		Système nerveux	Vision et audition détériorées	homme	3000 µg/m ³		ANSES	2012
		Système nerveux	Vision détériorée	homme	300 µg/m ³	100	ATSDR	2000
		Système nerveux	-	rat homme	300 µg/m ³	100	OEHHA	2003
		Systèmes respiratoire et nerveux	-	homme	3 750 µg/m ³	10	Health Canada	1991
		Système nerveux	-	homme	400 µg/m ³	300	RIVM	2001
	Cancérigène	Non concerné						
Ingestion	Non cancérigène	Reins	-	rat	0,08 mg/kg/j	3 000	US-EPA	2005
		Foie	-	Souris	0,223 mg/kg/j	1 000	RIVM	1999
		Foie, reins	Augmentation poids relatif	rat	0,22 mg/kg/j	1 000	Health Canada	1991
		Foie	-	homme	0,223 mg/kg/j	1 000	OMS	2004
	Cancérigène	Non concerné						

Les VTR retenus sont celles choisies par l'ANSES.

Xylènes (N° CAS : 1330-20-7)

Références bibliographiques :

- *US-EPA (fiche IRIS, 2003)*
- *ATSDR, Toxicological Profile for toluene, Août 1995*
- *INERIS, fiche toxicologique du xylène, juin 2005*
- *OMS IPCS, fiche internet du xylène*

Date de mise à jour : 10/04/2014

Identification des dangers

Effets systémiques : Les effets systémiques hors cancer liés à une exposition chronique aux xylènes, généralement réversibles, sont principalement des troubles neuropsychiques, céphalées, asthénies, vertiges, confusions et nausées pouvant s'accompagner d'altération des fonctions psychomotrices, ils peuvent correspondre en particulier au syndrome dit psycho-organique parfois irréversible.

Les xylènes peuvent aussi être responsables de dermatoses d'irritation chroniques, et ils peuvent provoquer des inflammations et des irritations des voies respiratoires ; dans certains cas d'exposition professionnelle, des troubles menstruels et une augmentation du risque d'avortements spontanés ont été rapportés, mais correspondent souvent à des co-expositions.

Effets cancérigènes : Les xylènes n'ont pas de propriétés cancérogènes ou mutagènes.

Effets sur la reproduction et le développement : aucune étude n'est disponible.

Classification cancérogène :

- **Union européenne :** L'ECB classe le benzène Xn (Nocif) pour les effets toxiques hors cancer, avec la phrase de risque associée R 20/21 (Nocif par inhalation et par contact avec la peau) et Xi (Irritant) avec la phrase de risque R 38 (Irritant pour la peau).
- **CIRC – IARC :** groupe 3.
- **US EPA (IRIS) :** non classé.

Valeurs Toxicologiques de Références

L'inhalation et l'ingestion sont concernées.

Voie d'exposition	Type d'effet	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR	Facteur d'incertitude	Référence	Année de révision
Inhalation	Non cancérigène	Système nerveux	Incoordination motrice	rat	100 µg/m³	300	US-EPA	2003
		Système nerveux et respiratoire	-	homme	200 µg/m ³	300	ATSDR	2007
		Fœtus	Retard développement	rat	180 µg/m ³	1 000	Health Canada	1991
		Fœtus	Développement	rat	870 µg/m ³	1 000	RIVM	2001
		Système nerveux et respiratoire	-	homme	700 µg/m ³	30	OEHHA	2003
	Cancérigène	Non concerné						
Ingestion	Non cancérigène	Développement	Diminution du poids	rat	0,2 mg/kg/j	1 000	US-EPA	2003
		Système nerveux	-	rat	0,179 mg/kg/j	1 000	OMS	2004
		Système nerveux	-	rat	0,2 mg/kg/j	1 000	ATSDR	2007
		Système hépatique	-	rat	1,5 mg/kg/j	100	Health Canada	1991
		Système rénal	-	rat	0,15 mg/kg/j	1 000	RIVM	2001
	Cancérigène	Non concerné						

Les VTR retenus dans le présent rapport (entourés en bleu dans le tableau) ont été choisis en appliquant la circulaire (DGS/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006) de la Direction Générale de la Santé a demandé, par une circulaire (DGS/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006), à savoir en sélectionnant « la VTR dans la première base dans laquelle elle est retrouvée en respectant la hiérarchisation suivante :

- pour les substances à effets à seuil : successivement EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Health Canada, RIVM et en dernier lieu OEHHA ;
- pour les substances à effets sans seuil : successivement EPA, OMS/IPCS, RIVM, OEHHA ».

Annexe 2 : Caractéristiques d'émission utilisées pour la modélisation de la dispersion atmosphérique

Caractéristiques d'émission utilisées pour la modélisation de la dispersion atmosphérique par ARIA Technologies, cf. rapport ARIA/2014.040.

Tableau 60 : caractéristiques des cheminées

Source canalisée	Unités	Centrale C Tranche 1	Centrale C Tranche 2
Localisation du point de rejets en UTM 58	X en m	648427,63	648427,63
	Y en m	7538880,64	7538880,64
Hauteur par rapport au sol	m	63,00	63,00
Diamètre cheminée au niveau de l'éjection	m	3,24	3,24
Température des rejets	°C	67	67
Vitesse d'éjection (au débouché)	m/s	15	15
Débit sec des gaz	Nm ³ /h	292 000	292 000
Débit réel	m ³ /h	455 000	455 000
Période de fonctionnement	-	toute l'année sauf semaines 9, 10 et 11	toute l'année sauf semaines 18, 19 et 20

Tableau 61 : concentrations à l'émission

	Unités	Délibération de la Province Sud de Nouvelle Calédonie relative aux installations de combustion d'une puissance thermique supérieure à 50 MW	
		Centrale C Tranche 1	Centrale C Tranche 2
SO ₂	mg/Nm ³	150	150
NO _x	mg/Nm ³	150	150
CO	mg/Nm ³	50	50
COV	mg/Nm ³	50	50
PM10	mg/Nm ³	10	10
PM2,5	mg/Nm ³	10	10
Cd	mg/Nm ³	0,05	0,05
Hg	mg/Nm ³	0,05	0,05
Pb	mg/Nm ³	1	1
Tl	mg/Nm ³	0,05	0,05
As+Se+Te	mg/Nm ³	1	1
Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn	mg/Nm ³	5	5
HAP	mg/Nm ³	0,01	0,01
HCl	mg/Nm ³	10	10
HF	mg/Nm ³	5	5
PCDD	ng-ITEQ/m ³	0,1	0,1
NH ₃	mg/Nm ³	5	5

Annexe 3 :

Estimation de la contribution de la centrale actuelle aux concentrations en dioxyde de soufre

Selon le réseau de surveillance de la qualité de l'air SCAL'Air, le dioxyde de soufre sur Nouméa est d'origine principalement industrielle. Ce polluant est également émis par les véhicules mais selon le CITEPA⁴⁴, les émissions induites par le trafic routier pour ce polluant sont négligeables.

Actuellement, sur Nouméa, les sources de dioxyde de soufre sont donc :

- la centrale électrique actuelle (« centrale B ») ;
- l'usine de Doniambo (hors centrale) ;
- d'autres sources industrielles non identifiées.

Afin d'estimer un bruit de fond réel (i.e. sans la centrale actuelle) pour la situation avec la mise en route de la future centrale, il est nécessaire d'estimer la part de contribution de la centrale actuelle aux concentrations en SO₂ mesurées au niveau des capteurs SCAL'Air.

ARIA Technologies a réalisé en 2011⁴⁵ une étude de dispersion des rejets en SO₂ de la « centrale B ». Cette étude a notamment permis d'estimer les concentrations en SO₂ imputable à la « centrale B » au niveau des deux capteurs du réseau SCAL'Air : Logicoop et Anse Vata (les Lys). Les résultats sont présentés dans le Tableau 62.

Tableau 62 : concentrations en SO₂ au niveau de 2 capteurs SCAL'Air – résultats de la modélisation et mesures SCAL'Air

Station SCAL'Air	Unités	Moyenne modèle 2008-2010		Différence
		Estimation Modèle	Mesures SCAL'Air	
Logicoop	µg/m ³	8.6	9.0	0.4
Anse Vata	µg/m ³	1.6	2.0	0.4

Le Tableau 62 indique que les concentrations estimées par la modélisation et imputables à la « centrale B » représentent environ 95% des concentrations totales en SO₂ pour les stations de Logicoop et d'Anse Vata. Au niveau de ces deux stations, la concentration imputable aux autres sources de SO₂ est estimée à 0,4 µg/m³.

⁴⁴ <http://www.citepa.org/fr/pollution-et-climat/polluants/aep-item/dioxyde-de-soufre>

⁴⁵ « Impact des rejets en SO₂ des cheminées de la centrale B de l'usine de Doniambo (Nouvelle-Calédonie) - Calage du modèle » - Rapport ARIA 2011.102 (décembre 2011)

Annexe 4 : Paramètres de consommation

Teneurs en éléments traces dans les aliments (INRA, 2004)

Certaines catégories d'aliments données par l'INRA pour la teneur en éléments traces ont dû être regroupées afin de correspondre aux catégories d'aliments plus larges de l'étude Alliance-SOFRES-CHU/Dijon (1997) et de l'étude INCA (1999) ainsi qu'aux catégories de l'INSEE (1993). La teneur en éléments traces recalculée pour ces nouvelles catégories d'aliments (**en gras**) correspond à la moyenne des teneurs de chacune des catégories d'aliments qu'elles contiennent, pondérée par la quantité consommée correspondante (données de consommation pour les individus de plus de 15 ans normoévaluants, INCA, 1999).

<i>Teneurs en éléments traces dans les aliments ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ de produit frais)</i>			
Catégories d'aliments utilisées	Cadmium	Mercur	Plomb
Produits céréaliers	2,1	11	22
Pâtes	2,2	3	12
Riz et semoule	3,2	5	5
Total céréales	2,2	9	18
Lait	0,4	3	3
Ultra-frais laitier	0,4	3	4
Fromages	0,4	3	16
Beurre	0,4	3	7
Total lait et laitages	0,4	3	5
Oeufs et dérivés	0,4	4	11
Huiles	0,4	3	5
Viandes (hors volaille)	3,6	4	6
Charcuteries	6,3	4,0	14
Poissons	1,6	62,0	23
Total viande + poissons	3,6	13,4	11
Volailles et gibiers	1,9	5,0	15
Crustacés et mollusques	82,7	17,0	98
Légumes	10,8	5,0	15
Légumes secs	1,2	16,0	12
Total légumes	8,0	5,8	14
Pommes de terre et apparentés	10,9	7,0	5
Fruits	1,8	3,0	10
Fruits secs et graines oléagineuses	18,7	5,0	22
Compote et fruits cuits	0,4	5,0	17
Total fruits	2,4	3,2	11
Sucre et dérivés	0,4	7,5	32
Chocolat	0,4	42,0	28
Eaux	0,4	3,0	3
BRSA	0,4	4,0	8
Boissons alcoolisées	0,4	3,0	15
Café	0,4	3,0	4
Boissons chaudes	0,4	3,0	4
Soupes	0,4	3,0	19
Pizzas, quiches	0,4	3,0	4
Sandwiches...	0,4	3,0	9
Plats composés	0,7	11,0	12
Entrées	0,4	3,0	22
Entremets	0,4	8,0	10
Condiments et sauces	1,4	3,0	11

Pourcentage d'aliments non consommés localement

Pourcentage d'aliments non-autoconsommés pour l'ensemble de la France métropolitaine (INSEE, 1993)

Catégories d'aliments utilisées	% non-autoconsommé
Produits céréaliers	99.84%
Pâtes	99.83%
Riz et semoule	100.00%
Total céréales	99.85%
Lait	96.41%
Ultra-frais laitier	99.81%
Fromages	99.62%
Beurre	99.60%
Total lait et laitages	98.87%
Œufs et dérivés	83.14%
Huiles	100.00%
Viande (hors volaille)	92.89%
Charcuteries	96.30%
Poissons	95.66%
Total viande + poisson	93.96%
Volailles et gibiers	82.89%
Crustacés et mollusques	95.90%
Légumes	73.04%
Légumes secs	91.57%
Total légumes	73.30%
Pommes de terre et apparentés	76.33%
Fruits	92.76%
Fruits secs et graines oléagineuses	90.08%
Compote et fruits cuits	82.80%
Total fruits	92.19%
Sucres et dérivés	99.52%
Chocolat	100.00%
Eaux	100.00%
BRSA	99.93%
Boissons alcoolisées	96.17%
Café	100.00%
Boissons chaudes	100.00%

Annexe 5 : Résultats par tranche d'âge de la caractérisation des risques sanitaires pour l'exposition par voie digestive

Tableau 63 : doses journalières d'exposition pour la voie digestive – détails

			Cadmium	Méthylmercure	mercure inorganique	Nickel	Plomb	2,3,7,8 dioxines	BaP
Enfant (0 - 1 an)	Apport lié à l'installation	mg/kg/j	2.1E-06	9.5E-09	6.4E-06	1.1E-04	1.6E-05	7.2E-13	6.4E-08
	- par ingestion de sol	mg/kg/j	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	- par ingestion d'aliments	mg/kg/j	2.1E-06	9.5E-09	6.4E-06	1.1E-04	1.6E-05	7.2E-13	6.4E-08
Enfant (1 - 2 ans)	Apport lié à l'installation	mg/kg/j	2.8E-06	1.5E-08	5.0E-06	1.8E-04	2.6E-05	8.1E-13	7.8E-08
	- par ingestion de sol	mg/kg/j	1.6E-06	9.6E-09	4.7E-07	1.3E-04	1.9E-05	4.2E-13	4.2E-08
	- par ingestion d'aliments	mg/kg/j	1.2E-06	5.5E-09	4.5E-06	4.9E-05	7.3E-06	3.9E-13	3.6E-08
Enfant (2 - 7 ans)	Apport lié à l'installation	mg/kg/j	1.5E-06	8.1E-09	2.4E-06	1.0E-04	1.5E-05	4.4E-13	4.2E-08
	- par ingestion de sol	mg/kg/j	1.0E-06	6.0E-09	3.0E-07	8.3E-05	1.2E-05	2.7E-13	2.7E-08
	- par ingestion d'aliments	mg/kg/j	5.1E-07	2.1E-09	2.1E-06	1.9E-05	2.8E-06	1.8E-13	1.6E-08
Enfant (7 - 12 ans)	Apport lié à l'installation	mg/kg/j	5.2E-07	2.5E-09	1.4E-06	2.7E-05	4.0E-06	1.6E-13	1.5E-08
	- par ingestion de sol	mg/kg/j	1.9E-07	1.1E-09	5.5E-08	1.6E-05	2.2E-06	5.0E-14	5.0E-09
	- par ingestion d'aliments	mg/kg/j	3.3E-07	1.4E-09	1.3E-06	1.2E-05	1.8E-06	1.1E-13	9.9E-09
Enfant (12 - 17 ans)	Apport lié à l'installation	mg/kg/j	3.2E-07	1.6E-09	8.8E-07	1.7E-05	2.5E-06	1.0E-13	9.3E-09
	- par ingestion de sol	mg/kg/j	1.1E-07	6.7E-10	3.3E-08	9.2E-06	1.3E-06	2.9E-14	2.9E-09
	- par ingestion d'aliments	mg/kg/j	2.1E-07	8.9E-10	8.5E-07	7.9E-06	1.2E-06	7.1E-14	6.4E-09
Adulte (> 17 ans)	Apport lié à l'installation	mg/kg/j	3.2E-07	1.5E-09	9.2E-07	1.7E-05	2.4E-06	1.0E-13	9.5E-09
	- par ingestion de sol	mg/kg/j	9.1E-08	5.5E-10	2.7E-08	7.6E-06	1.1E-06	2.4E-14	2.4E-09
	- par ingestion d'aliments	mg/kg/j	2.3E-07	9.3E-10	8.9E-07	9.2E-06	1.4E-06	8.0E-14	7.1E-09
DJE pondérée sur 30 ans	Apport lié à l'installation	mg/kg/j	3.0E-07	1.5E-09	6.7E-07	1.8E-05	2.6E-06	9.2E-14	8.5E-09
	- par ingestion de sol	mg/kg/j	1.3E-07	8.0E-10	3.9E-08	1.1E-05	1.6E-06	3.5E-14	3.5E-09
	- par ingestion d'aliments	mg/kg/j	1.6E-07	7.0E-10	6.3E-07	6.7E-06	9.9E-07	5.6E-14	5.0E-09