

RAPPORT D'ETUDE

30/08/2007

réf. DRC-07-83156-03837B

**Mise à jour de l'évaluation des risques  
sanitaires (ERS) liés aux activités de l'usine  
Société Le Nickel de Doniambo, Nouméa : prise  
en compte des périodes de recyclage d'huiles  
usagées dans la centrale thermique du site**



# **Mise à jour de l'évaluation des risques sanitaires (ERS) liés aux activités de l'usine Société Le Nickel de Doniambo, Nouméa : prise en compte des périodes de recyclage d'huiles usagées dans la centrale thermique du site**

Étude menée pour la Société Le Nickel (SLN)

Réalisée par Corinne MANDIN, Laure MALHERBE et Frédéric TOGNET, Direction des risques chroniques

## PREAMBULE

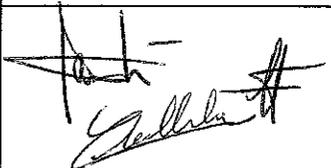
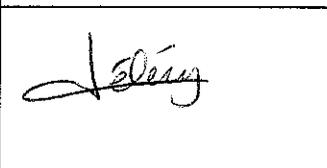
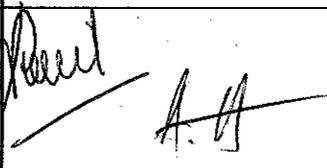
Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

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

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

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

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

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Corinne MANDIN Laure MALHERBE Frédéric TOGNET	Laure DÉLÉRY	André CICOLELLA Laurence ROUÏL
Qualité	Ingénieurs Direction des risques chroniques	Ingénieur Direction des risques chroniques	Responsables des unités Évaluation des risques sanitaires et Modélisation et analyse économique pour la gestion des risques
Visa			

# TABLE DES MATIÈRES

<b>1. RÉSUMÉ .....</b>	<b>9</b>
<b>2. INTRODUCTION .....</b>	<b>12</b>
2.1 Activités de l'usine Société Le Nickel de Nouméa .....	12
2.2 Cadre de l'étude INERIS .....	12
2.3 Rappel de la démarche d'évaluation des risques sanitaires : champs couverts, référentiels, structure et données de base .....	13
<b>3. MISE À JOUR DE L'INVENTAIRE DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES ET DU CHOIX DES TRACEURS DES RISQUES SANITAIRES .....</b>	<b>15</b>
3.1 Mise à jour de l'inventaire qualitatif et quantitatif des rejets atmosphériques tenant compte du recyclage d'huiles usagées .....	15
3.2 Mise à jour de la liste des traceurs de risques sanitaires .....	19
3.2.1 Méthode adoptée et critères décisionnels .....	19
3.2.2 Application au cas de l'usine de Doniambo .....	22
<b>4. DANGERS ET VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE DES TRACEURS DES RISQUES SANITAIRES .....</b>	<b>31</b>
4.1 Préambule .....	31
4.2 Identification des dangers .....	31
4.2.1 Acide chlorhydrique .....	31
4.2.2 Particules PM <sub>10</sub> et PM <sub>2,5</sub> .....	32
4.2.3 Oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ) .....	33
4.2.4 Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) .....	34
4.2.5 Antimoine .....	35
4.2.6 Arsenic .....	36
4.2.7 Cadmium .....	37
4.2.8 Chrome VI .....	38
4.2.9 Cobalt .....	39
4.2.10 Manganèse .....	40
4.2.11 Nickel .....	41
4.2.12 Vanadium .....	42
4.3 Recherche et sélection des valeurs toxicologiques de référence .....	43
4.3.1 Acide chlorhydrique .....	43
4.3.2 Particules PM <sub>10</sub> et PM <sub>2,5</sub> .....	43
4.3.3 Oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ) .....	44
4.3.4 Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) .....	44
4.3.5 Antimoine .....	45
4.3.6 Arsenic .....	45

4.3.7	Cadmium.....	47
4.3.8	Chrome VI.....	47
4.3.9	Cobalt.....	48
4.3.10	Manganèse .....	49
4.3.11	Nickel .....	49
4.3.12	Vanadium.....	50
4.4	Récapitulatif des VTR retenues .....	51
<b>5.</b>	<b>EVALUATION DES EXPOSITIONS DES RIVERAINS .....</b>	<b>52</b>
5.1	Rappel des populations riveraines exposées et des usages de l'environnement local.....	52
5.2	Voies et vecteurs d'exposition étudiés.....	52
5.3	Concentrations dans l'environnement.....	54
5.3.1	Concentrations dans l'air ambiant du site.....	54
5.3.2	Concentrations dans les sols.....	69
5.3.3	Concentrations dans les légumes.....	70
5.3.4	Concentrations dans le poisson de la Grande Rade de Nouméa .....	73
5.4	Scénarios d'exposition et calcul des doses inhalées et ingérées.....	74
5.4.1	Exposition par inhalation.....	75
5.4.2	Exposition par ingestion.....	76
5.4.3	Bilan des expositions .....	78
<b>6.</b>	<b>CARACTÉRISATION DU RISQUE LIÉ AUX TRACEURS DES RISQUES SANITAIRES RETENUS.....</b>	<b>79</b>
6.1	Effets à seuil.....	79
6.1.1	Effets à seuil par inhalation.....	80
6.1.2	Effets à seuil par ingestion.....	84
6.2	Effets sans seuil.....	86
6.2.1	Effets sans seuil par inhalation .....	87
6.2.2	Effets sans seuil par ingestion .....	88
6.3	Mise en perspective de la contribution de l'usine DONIAMBO par rapport au bruit de fond environnemental global.....	89
<b>7.</b>	<b>DISCUSSION ET CONCLUSIONS.....</b>	<b>90</b>
7.1	Rappel et analyse des incertitudes.....	90
7.1.1	Incertitudes relatives à la quantification des émissions et au choix des traceurs des risques sanitaires .....	90
7.1.2	Incertitudes relatives à la toxicité et aux VTR retenues.....	91
7.1.3	Incertitudes relatives à la détermination des concentrations dans l'environnement .....	92
7.1.4	Incertitudes relatives aux expositions .....	93
7.2	Conclusion générale et recommandations .....	95
<b>8.</b>	<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>96</b>
<b>9.</b>	<b>LISTE DES ANNEXES.....</b>	<b>100</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Inventaire des émissions atmosphériques des installations de Doniambo incluant le recyclage d'huiles .....	17
Tableau 2 : Quantités émises à l'atmosphère par l'usine de Doniambo (kg/an) .....	18
Tableau 3 : Valeurs toxicologiques de référence pour des expositions aiguës aux substances émises par l'usine de Doniambo .....	23
Tableau 4 : Valeurs toxicologiques de référence pour des expositions chroniques aux substances émises par l'usine de Doniambo .....	29
Tableau 5 : Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour le HCl.....	43
Tableau 6 : Valeurs guides de l'OMS proposées et utilisées pour l'ERS liés aux particules .....	43
Tableau 7 : Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour les NO <sub>x</sub> .....	44
Tableau 8 : Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour le SO <sub>2</sub> .....	44
Tableau 9 : Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour l'antimoine .....	45
Tableau 10 : Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour l'arsenic .....	45
Tableau 11 : Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour le cadmium .....	47
Tableau 12 : Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour le chrome VI .....	48
Tableau 13 : Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour le cobalt .....	48
Tableau 14 : Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour le manganèse.....	49
Tableau 15 : Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour le nickel .....	49
Tableau 16 : Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour le vanadium .....	50
Tableau 17 : VTR retenues pour chaque traceur du risque sanitaire .....	51
Tableau 18 : Bilan des milieux d'exposition retenus pour la mise à jour de l'ERS de l'usine Doniambo .....	53
Tableau 19 : Répartition des classes de stabilité pour la période 2004-2006 pour Nouméa .....	57
Tableau 20 : Flux à l'émission des 4 cheminées de la centrale (g/s) .....	60
Tableau 21 : Résultats de la modélisation des percentiles 99,9 des concentrations en particules, NO <sub>x</sub> et SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) .....	61
Tableau 22 : Résultats de la modélisation des concentrations atmosphériques moyennes (µg/m <sup>3</sup> ) .....	62
Tableau 23 : Résultats de la modélisation des dépôts moyens sur les sols (µg/m <sup>2</sup> /s) .....	63
Tableau 24 : Comparaison des concentrations et dépôts modélisés avec les concentrations et dépôts mesurés .....	65
Tableau 25 : Comparaison modélisation-mesure pour 3 périodes spécifiques .....	66
Tableau 26 : Paramètres pour la modélisation des situations particulières.....	68
Tableau 27 : Valeurs des paramètres pour le calcul des concentrations dans les légumes dues au dépôt particulaire .....	71
Tableau 28 : Facteurs de bioconcentration racinaire (kg de sol/kg frais) .....	72
Tableau 29 : Taux de matière sèche dans les produits de l'étude (sans unité).....	72
Tableau 30 : Concentrations en nickel, manganèse et cobalt dans les eaux de la Grande Rade de Nouméa (µg/L).....	73
Tableau 31 : Rations alimentaires retenues pour l'ERS (g/j) .....	77

Tableau 32 : Indices de risque pour les expositions aiguës par inhalation.....	81
Tableau 33 : Indices de risque pour les expositions chroniques par inhalation.....	83
Tableau 34 : Indices de risque pour les expositions chroniques par ingestion pour le scénario « Ducos ».....	84
Tableau 35 : Indices de risque pour les expositions chroniques par ingestion pour le scénario « Vallée du Tir».....	85
Tableau 36 : Excès de risque individuel pour les traceurs cancérigènes par inhalation .....	87
Tableau 37 : Excès de risque individuel pour les traceurs cancérigènes par ingestion .....	88
Tableau 38 : Synthétique des incertitudes et de leurs impacts sur la quantification des risques sanitaires .....	94

## LISTE DES EQUATIONS

Équation 1 : Concentration dans les végétaux due au dépôt particulaire ( $\mu\text{g}/\text{kg sec}$ ).....	70
Équation 2 : Concentration dans les végétaux due à la contamination du sol ( $\mu\text{g}/\text{kg frais}$ ) .....	71
Équation 3 : Concentration dans les poissons due à la contamination des eaux ( $\mu\text{g}/\text{kg frais}$ ).....	73
Équation 4 : Calcul de la Dose Journalière d'Exposition ( $\mu\text{g}/\text{kg/j}$ ) .....	74
Équation 5 : Calcul de la Concentration moyenne Inhalée ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) .....	74
Équation 6 : Calcul de la concentration inhalée – exposition aiguë ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	75
Équation 7 : Calcul de la concentration moyenne inhalée – exposition chronique ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	75
Équation 8 : Calcul de l'Indice de Risque (IR).....	79
Équation 9 : Calcul de l'Excès de Risque Individuel (ERI).....	86

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Rose des vents pour la période 2004-2006.....	55
Figure 2 : Répartition des vents suivant l'échelle de Beaufort .....	56
Figure 3 : Correspondance entre l'inverse de la longueur de Monin-Obukhov, les classes de Pasquill et le paramètre de rugosité de Lees .....	57
Figure 4 : Synthétique des scénarios pris en compte dans la mise à jour de l'ERS de l'usine de Doniambo .....	78

## LISTE DES ACRONYMES

**ADMS** : Atmospheric Dispersion Modelling System

**AFSSA** : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

**AFSSET** : Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (ex-AFSSE)

**AREL** : Acute Reference Exposure Level

**ATSDR** : Agency for Toxic Substances and Disease Registry

**BCF** : Bioconcentration Factor

**BTEX** : Benzène, Toluène, Éthylbenzène, xylènes

**CI** : Concentration Inhalée

**CIRC** : Centre International de Recherche sur le Cancer

**COV** : Composés Organiques Volatils

**CREL** : Chronic Reference Exposure Level

**DJA** : Dose Journalière Admissible

**DJE** : Dose Journalière d'Exposition

**DJT** : Dose Journalière Tolérable

**ERC** : Excès de Risque Collectif

**ERI** : Excès de Risque Individuel

**ERS** : Évaluation des Risques Sanitaires

**ERU** : Excès de Risque Unitaire

**FET** : Facteurs d'Équivalence Toxique

**HAP** : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

**HHRAP** : Human Health Risk Assessment Protocol

**HSDB** : Hazardous Substances Data Bank

**IC** : Installation Classée

**INERIS** : Institut National de l'Environnement industriel et des RISques

**INRS** : Institut National de Recherche et de Sécurité

**INSEE** : Institut National de la Statistique et des Études Économiques

**InVS** : Institut de Veille Sanitaire

**IPSN** : Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire (devenu **IRSN**)

**IR** : Indice de Risque

**IRD** : Institut de Recherche pour le Développement

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

**IRSN** : Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (ex **IPSN**)

**JECFA** : Joint Expert Committee on Food Additives  
**LOAEL** : Lowest Observed Adverse Effect Level  
**MEDD** : Ministère de l'Écologie et du Développement Durable  
**MRL** : Minimum Risk Level  
**NOAEL** : No Observed Adverse Effect Level  
**OEHHA** : Office of Environmental Health Hazard Assessment  
**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé (**WHO** en anglais)  
**OPERSEI** : Observatoire des Pratiques en Évaluation de Risques Sanitaires dans les Études d'Impact  
**PCDD/F** : Polychlorodibenzodioxines/furanes  
**PM<sub>10/2,5</sub>** : Particules de diamètre aérodynamique médian inférieur à 10/2,5 µm  
**RfC** : Reference Concentration  
**RfD** : Reference Dose  
**SLN** : Société Le Nickel  
**TCA** : Tolerable Concentration in Air  
**TDI** : Tolerable Daily Intake  
**TERA** : Toxicology Excellence for Risk Assessment  
**URF** : Unit Risk Factor  
**US-EPA** : United States Environmental Protection Agency  
**VG** : Valeur Guide  
**VTR** : Valeur Toxicologique de Référence  
**WHO** : World Health Organization (**OMS** en français)  
**ZEAT** : Zone d'Étude et d'Aménagement du Territoire

## 1. RÉSUMÉ

L'évaluation des risques sanitaires (ERS) liés au recyclage d'huiles usagées dans les chaudières de la centrale de l'usine SLN de Doniambo, Nouméa, a été conduite conformément aux principes de l'ERS définis par l'Académie des Sciences américaine et à la méthode décrite dans le guide INERIS « Substances chimiques, Évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des installations classées », paru en 2003.

Cette étude fait suite à la première évaluation des risques sanitaires liés au fonctionnement de l'usine de Doniambo conduite par l'INERIS en 2003-2004. Le présent rapport en constitue une mise à jour. **En plus des résultats des mesures à l'émission en période de recyclage d'huiles, il tient compte des évolutions méthodologiques et de la révision des valeurs toxicologiques de référence.**

**La configuration de recyclage d'huiles retenue pour l'étude est de 80 jours par an, à hauteur de 4 % du combustible (capacité maximale de recyclage).**

### DEMARCHE RETENUE POUR L'ETUDE

Les **4 étapes** de la démarche ont été suivies.

① L'inventaire qualitatif et quantitatif des substances émises à l'atmosphère par l'usine de Doniambo a été réalisé à partir **des campagnes de mesures récentes** réalisées aux cheminées, en dehors et pendant les périodes de recyclage d'huiles. Les rejets aqueux sont inchangés par rapport à l'étude de 2004. À partir des données transmises par la SLN, l'INERIS a procédé au choix de traceurs des risques sanitaires sur la base des quantités émises d'une part, et des toxicités des substances d'autre part. Ainsi, sont retenus pour l'évaluation *quantitative* des risques sanitaires : **les particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), l'acide chlorhydrique (HCl), l'antimoine, l'arsenic, le cadmium, le chrome VI, le cobalt, le manganèse, le nickel et le vanadium.**

② Les dangers aigus et chroniques de chacune de ces substances sont décrits précisément et les Valeurs Toxicologiques de Référence pour les expositions aiguës et chroniques, recherchées dans les bases de données reconnues, sont **mises à jour par rapport à l'étude de 2004** (valeurs révisées, arbitrages pour la sélection des VTR clarifiés).

③ Les expositions des riverains sont ensuite déterminées. Les voies et vecteurs d'exposition pris en compte (identiques à 2004) sont :

- **l'inhalation** ;
- **l'ingestion** de :
  - sol ;
  - légumes des potagers locaux, plus particulièrement ceux de Ducos ;
  - poisson pêché dans la Grande Rade de Nouméa.

Sont ainsi **modélisées** (à défaut de mesures dans l'ensemble des compartiments environnementaux et afin d'identifier précisément la part attribuable aux rejets de la SLN) :

- les concentrations atmosphériques (moyennes annuelles et pics horaires ou journaliers) avec le logiciel gaussien ADMS3, sans recyclage d'huiles usagées dans les chaudières de la centrale d'une part, et dans la configuration de recyclage d'huiles d'autre part ;
- les concentrations dans les sols à partir des dépôts atmosphériques modélisés avec ADMS3 dans les deux configurations de fonctionnement de la centrale, en considérant que l'accumulation des polluants est totale et d'une durée de 30 ans ;
- les concentrations dans les légumes-feuilles et légumes-racines cultivés localement en tenant compte des dépôts particuliers moyens sur les parties aériennes des végétaux et de la contamination des sols par les dépôts atmosphériques (utilisation des équations du modèle HHRAP et des facteurs de bio-concentration issus de la littérature scientifique) ;
- les concentrations dans le poisson de la Grande Rade à partir des concentrations mesurées dans les eaux par l'IRD en 2003 et des facteurs de bio-concentration issus de la littérature scientifique.

Des **scénarios d'exposition aiguë et chronique** sont proposés pour les populations riveraines :

- les concentrations aiguës inhalées sont estimées par le calcul des percentiles 99,9 des concentrations atmosphériques et grâce aux maxima déterminés par des modélisations menées pour les configurations météorologiques défavorables en terme d'exposition des riverains ;
- les concentrations moyennes inhalées sont calculées tenant compte de 80 jours de recyclage d'huiles par an ;
- les doses journalières d'exposition ingérées sont calculées pour deux classes d'âge (enfant et adulte) et pour deux profils de consommation alimentaire (incluant ou non les légumes cultivés dans les jardins de la presqu'île de Ducos). **En l'absence de données propres à la population de la Nouvelle-Calédonie et considérant qu'il n'y a pas d'arguments pour extrapoler les données CIBLEX (base de données pour la France métropolitaine, non utilisée en 2004), on privilégie la cohérence des travaux en retenant les mêmes classes d'âge, poids et rations alimentaires qu'en 2004.**

④ Enfin, la quantification des risques sanitaires est réalisée par le calcul des indices de risque (substances aux effets à seuil) et des excès de risque individuel (substances aux effets sans seuil, i.e. cancérogènes génotoxiques).

## RESULTATS ET RECOMMANDATIONS

En l'état actuel des connaissances scientifiques, des localisations des populations riveraines de l'usine et des utilisations de l'environnement local, sur la base des données relatives aux émissions transmises par la SLN et enfin, considérant une capacité de recyclage de 80 jours par an à hauteur de 4 % du combustible, il ressort que, en première approche de l'ERS :

- des pics de concentrations en SO<sub>2</sub> et NO<sub>x</sub> peuvent être atteints ponctuellement dans des configurations météorologiques données et provoquer des **dépassements des valeurs repères sanitaires de l'OMS pour des expositions de courte durée au SO<sub>2</sub> et aux NO<sub>x</sub>** ;
- **il existe un risque de troubles respiratoires liés à l'inhalation chronique de nickel pour les populations riveraines de l'installation** ;
- les rejets dans l'environnement de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, HCl, antimoine, arsenic, cadmium, chrome, cobalt, manganèse et vanadium par l'usine SLN de Doniambo ne sont pas susceptibles de conduire à des dépassements des valeurs toxicologiques de référence quelle que soit la voie d'exposition.

**Le recyclage d'huiles usagées dans les chaudières de la centrale ne conduit pas à une augmentation significative des expositions des populations riveraines aux polluants émis.** Les pics de concentration en SO<sub>2</sub> et NO<sub>x</sub> sont néanmoins plus fréquents et plus intenses en configuration de recyclage d'huiles.

Les mesures de réduction des émissions de SO<sub>2</sub> par basculement vers l'utilisation de combustible à basse teneur en soufre, ainsi que les mesures de réduction des émissions de particules déjà mises en œuvre par la SLN, sont à poursuivre. Les campagnes de mesure aux cheminées de la centrale en période de recyclage d'huiles usagées sont également à pérenniser.

## **2. INTRODUCTION**

### **2.1 ACTIVITÉS DE L'USINE SOCIÉTÉ LE NICKEL DE NOUMÉA**

La Société Le Nickel, filiale du groupe ERAMET, produit sur le site de Doniambo, Nouméa, du ferronickel (80 % de la production) et de la matte (20 % de la production). Le minerai oxydé de nickel (garniérite : 2,5 à 3 % de nickel) est acheminé par minéralier des cinq centres miniers des côtes Est et Ouest de la Nouvelle-Calédonie et est traité par voie pyrométallurgique. Le ferronickel (26 à 32 % de nickel ; 65 à 71 % de fer) est commercialisé sous forme de grenailles pour la fabrication d'aciers inoxydables. La matte, sulfure de nickel et de fer (3 à 9 %), contenant des traces résiduelles de cobalt, est produite sous forme de lingots et destinée à la fabrication de nickel de haute pureté utilisé dans les superalliages des industries aéronautique et nucléaire (raffinerie ERAMET-SLN de Sandouville, Seine-Maritime).

La production du site de Doniambo nécessite environ 3,3 millions de tonnes annuelles de minerai brut et atteint plus 62 000 tonnes de nickel extrait par an (chiffres année 2006).

### **2.2 CADRE DE L'ÉTUDE INERIS**

L'usine de Doniambo dispose d'une centrale thermique fonctionnant au fuel lourd, fournissant notamment l'énergie nécessaire au process<sup>1</sup>. Or, depuis quelques années, la SLN introduit périodiquement dans les chaudières de la centrale des huiles usagées à hauteur de 4 % maximum du combustible<sup>2</sup>, ces huiles ne trouvant pas d'autres filières locales de valorisation ou destruction. Actuellement, environ 1 500 tonnes sont valorisées annuellement. Dans le futur, cette quantité est susceptible d'évoluer avec la fiabilisation du réseau de collecte sur le territoire pour atteindre la capacité maximale de recyclage (3 000 tonnes/an) liée à la fois à l'utilisation maximale de la capacité de la station amont d'« épuration » préalable des huiles usagées collectées (élimination de solides et d'eau) et au recyclage à 4 % systématique à la centrale électrique. Ainsi, **la présente étude consiste à évaluer l'impact sanitaire pour les populations riveraines de l'usine lié à ce recyclage des huiles usagées dans les chaudières de la centrale SLN. On se place dans la configuration correspondant à la capacité maximale des installations, soit 3 000 tonnes brûlées ou 80 jours de recyclage par an.**

Une première évaluation des risques sanitaires liés au fonctionnement de l'usine de Doniambo avait été conduite par l'INERIS en 2003-2004<sup>3</sup>. Le présent rapport est ainsi réalisé **dans la continuité de cette première étude et en constitue une mise à jour**. En plus des résultats des mesures à l'émission en période de recyclage d'huiles, **il tient compte des évolutions méthodologiques et de la révision des données de référence.**

---

<sup>1</sup> L'énergie restante (électricité) est utilisée localement.

<sup>2</sup> Le mélange huiles – fuel se fait préalablement à l'introduction dans les cuves d'alimentation des chaudières.

<sup>3</sup> Étude référencée INERIS DRC-04-44572-ERSA/CMa-ERS\_SLN\_R-final.doc N°69/2004

**Au bilan, les principaux points sur lesquels porte la mise à jour sont les suivants :**

- le recyclage des huiles usagées dans la centrale thermique ;
- la mise à jour des valeurs toxicologiques de référence (nouvelles VTR établies par les organismes référents, nouveaux arbitrages pour la sélection des VTR) ;
- les avancées méthodologiques en matière d'évaluation de risques sanitaires pour les installations classées qui sont désormais systématiquement prises en compte :
  - l'évaluation des expositions aiguës des populations (abordées déjà dans l'ERS d'avril 2004 à partir des pics quart-horaires mesurés localement. Une approche par la modélisation des percentiles est désormais usuelle) ;
  - l'évaluation des expositions des travailleurs riverains (et non plus uniquement des résidents) ;
  - la mise en perspective des risques sanitaires attribuables à l'installation au regard du bruit de fond environnemental dans les compartiments impactés (air, sols, aliments...).

**Cette évaluation des risques sanitaires (ERS) liés au recyclage d'huiles sur le site de Doniambo est menée de façon prospective et ne saurait être rétrospective. Les risques liés au fonctionnement passé de l'usine n'entrent pas dans le champ de la présente ERS.**

### **2.3 RAPPEL DE LA DÉMARCHE D'ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES : CHAMPS COUVERTS, RÉFÉRENTIELS, STRUCTURE ET DONNÉES DE BASE**

L'évaluation des risques sanitaires (ERS) est une démarche structurée élaborée par l'Académie des sciences américaine [NRC, 1983]. Elle repose sur les 5 principes de transparence, de cohérence, de proportionnalité, de prudence et de spécificité. Dans le cadre des Installations Classées (IC), elle s'applique de façon itérative afin, si possible, de quantifier le risque potentiel attendu autour du site. De fait, un premier niveau d'approche de cette démarche est tout d'abord effectué. Celui-ci, tout en suivant les étapes classiques de l'ERS, utilise des hypothèses simplificatrices et majorantes. L'évaluation des incertitudes reste qualitative.

Dans le cadre de cette étude, **seul le risque sur la santé de la population travaillant ou résidant autour de l'usine de Doniambo est étudié.** Les travailleurs du site lui-même, dans le cadre de leur poste de travail, n'entrent pas dans la présente évaluation (législation du travail). De même, l'étude n'évalue pas :

- les risques aigus pouvant survenir dans des situations accidentelles (dysfonctionnement de tout ou partie des équipements) ;
- les risques écotoxiques (impact sur la faune et la flore, sauf si animaux et végétaux peuvent constituer des vecteurs d'exposition des populations) ;
- les risques liés aux odeurs ;
- les risques liés aux agents physiques (bruit, champs électromagnétiques) ;
- les risques liés aux agents biologiques (légionelle, endotoxines...).

Les référentiels méthodologiques utilisés dans le cadre de cette étude, reprenant la démarche formalisée par l'Académie des sciences américaine [NRC, 1983], sont :

- le guide INERIS validé par le ministère de l'écologie et du développement durable : « Substances chimiques, Évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des installations classées », disponible sur le site Internet de l'INERIS : [www.ineris.fr](http://www.ineris.fr) [INERIS, 2003-a] ;
- le guide de l'Institut de Veille Sanitaire (InVS) : « Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact », février 2000, disponible sur le site Internet de l'InVS : [www.invs.sante.fr](http://www.invs.sante.fr) [InVS, 2000].

Conformément aux guides pré-cités, cette ERS s'articule de la façon suivante :

- caractérisation des émissions du site : inventaire qualitatif et quantitatif des substances par catégorie de rejets, choix des substances traceurs des risques sanitaires (chapitre 3) ;
- identification du danger et des relations dose-réponse : caractérisation de la toxicité des substances chez l'homme et recherche des valeurs toxicologiques de référence (VTR) (chapitre 4) ;
- évaluation des expositions : description des populations exposées, caractérisation des voies d'exposition, détermination des concentrations environnementales et des doses journalières d'exposition (chapitre 5) ;
- caractérisation des risques : estimation ponctuelle du risque (chapitre 6), puis discussion (analyse qualitative des incertitudes), conclusion et recommandations (chapitre 7).

Outre les données de la littérature scientifique, cette étude s'appuie principalement sur les données fournies par l'exploitant, à savoir :

- les résultats des campagnes de mesure des concentrations à l'émission des cheminées de la centrale réalisées en 2003 (2 campagnes), puis en 2004 (1 campagne) et 2005 (1 campagne). Ces résultats sont joints en Annexe 2 ;
- les résultats des mesures de suivi de la qualité de l'air ambiant local par le réseau de surveillance de 2003 à 2005.

### **3. MISE À JOUR DE L'INVENTAIRE DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES ET DU CHOIX DES TRACEURS DES RISQUES SANITAIRES**

Dans la mesure où l'on s'intéresse spécifiquement au recyclage d'huiles usagées dans les chaudières de la centrale et que les autres rejets dans l'environnement demeurent inchangés, **ce chapitre traite exclusivement des émissions dans l'air ambiant**. Pour l'inventaire des rejets aqueux et solides liés au fonctionnement des installations, se reporter au rapport d'ERS de 2004 <sup>3</sup>.

#### **3.1 MISE À JOUR DE L'INVENTAIRE QUALITATIF ET QUANTITATIF DES REJETS ATMOSPHÉRIQUES TENANT COMPTE DU RECYCLAGE D'HUILES USAGÉES**

Sur la base des mesures réalisées par l'exploitant, un inventaire exhaustif des substances émises dans l'air ambiant au niveau des 23 cheminées du site avait été réalisé pour l'ERS de 2004. **Dans le cadre de la présente étude, seules les émissions au niveau des 4 cheminées de la centrale (cheminée 20 à 23 selon la numérotation adoptée en 2004) sont modifiées.**

Ainsi, pour la mise à jour de l'inventaire, on considère que :

- les émissions des cheminées 1 à 19 sont **inchangées** par rapport à l'inventaire de 2004 quelle que soit la période de l'année (cf. Annexe 7 du rapport 2004) ;
- les émissions des cheminées de la centrale (20 à 23) :
  - hors période de recyclage (soit 285 jours par an selon la SLN<sup>4</sup>) : sont **mises à jour** pour inclure les campagnes de mesure les plus récentes, l'inventaire de 2004 étant basé sur une unique campagne de mesure (en date de 2003) ;
  - en période de recyclage (soit **80 jours par an** selon la SLN<sup>4</sup>) : sont calculées à partir des campagnes réalisées pendant cette période. À noter que ces campagnes sur la base desquelles les quantités émises annuellement par le recyclage sont calculées et les traceurs des risques sanitaires déterminés, sont bien conduites *avec un taux de recyclage maximal des huiles à 4 %*.

Les résultats des campagnes de mesure transmis par la SLN sont joints en Annexe 2. Les tableaux de synthèse qui en sont extraits par l'INERIS pour l'exploitation en vue de l'inventaire sont fournis en Annexe 3.

Le Tableau 1 rapporte les éléments du raisonnement suivi pour la mise à jour de l'inventaire des émissions atmosphériques annuelles. Le bilan de cet inventaire est fourni dans le Tableau 2.

---

<sup>4</sup> Comme évoqué en introduction, on se place dans une configuration maximale de recyclage, qui correspond, d'après la SLN, à 80 jours par an de brûlage d'huiles dans les chaudières de la centrale.

### **Remarques générales sur l'inventaire des émissions atmosphériques :**

- Chaque campagne de mesure aux cheminées de la centrale est réalisée pour une seule chaudière ou groupe (sauf pour les poussières). On considère alors que les concentrations mesurées peuvent être extrapolées aux 3 autres. En outre, d'après l'exploitant, en 2005 et 2006, le taux de marche de la centrale à 4 chaudières était de 73 % et à 3 chaudières de 27 %. En première approche, **on considère que la centrale fonctionne en permanence avec ses 4 groupes. Ainsi, la quantité émise par un groupe, estimée à partir des concentrations et du débit mesurés, est systématiquement multipliée par 4 pour obtenir le flux total.**
- Les pourcentages de PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> dans les poussières totales apparaissent faibles au regard des données de la littérature sur la part de ces fractions granulométriques dans les particules émises à l'atmosphère par des processus de combustion [CITEPA, 2001]. Dans le cas de la centrale de Doniambo, ceci est attendu et tient au fait qu'il n'y a pas de dispositifs d'épuration d'air, donc que la part de « grosses » particules reste très importante.
- Les quantités de nickel ne tiennent pas compte de la forme chimique ; la distinction est faite ultérieurement.
- Les émissions de chrome sont sous forme de chrome trivalent au niveau de l'ensemble des installations du site, à l'exception de la centrale pour laquelle on considère que le chrome émis est intégralement sous forme hexavalente.
- Pour les HAP, on retient la même démarche qu'en 2004, à savoir :
  - une approche considérant les HAP indépendamment les uns des autres, dans la mesure où certains des congénères disposent de VTR associées à des expositions par inhalation ou ingestion ;
  - une approche considérant les 16 HAP<sup>5</sup> simultanément en regard de leur toxicité par rapport au benzo(a)pyrène (BaP), le plus toxique d'entre eux pour la santé humaine. L'utilisation du BaP comme indicateur d'un mélange de HAP est un choix conventionnel, fondé notamment sur la cancérogénicité de ce composé et sur sa supposée non-volatilité. Malgré les inconvénients de cette approche<sup>6</sup>, elle est standardisée et permet, en l'état actuel des connaissances, d'évaluer le risque cancérogène induit par les mélanges de HAP. La table de Nisbet et Lagoy [Nisbet, 1992] a fait l'objet d'une validation récente de l'INERIS [INERIS, 2003-b]. Ce sont ainsi les facteurs d'équivalence toxique (FET) de cette table qui sont utilisés. Le 2-méthyl-naphtalène ne dispose pas de FET, on lui applique celui de 0,001 par défaut (idem hypothèse de 2004).
- Pour les dioxines/furanes, les valeurs toxicologiques de référence étant exprimées en équivalent toxique de l'OMS (I-TEQ<sub>OMS</sub>), on exprime les quantités émises à l'atmosphère avec ce même référentiel. Les facteurs d'équivalence utilisés sont ceux de l'OMS [OMS, 1998].

---

<sup>5</sup> En référence aux 16 HAP traditionnellement mesurés selon l'US-EPA, tous mesurés par SGS pour la SLN.

<sup>6</sup> Le benzo(a)pyrène n'est pas un bon indicateur pour les mélanges complexes contenant une grande quantité de composés cancérigènes autres que les HAP comme le mélange que constitue la fumée de cigarette. Cette approche est plus appropriée pour les fumées de cokeries, les gaz d'échappement d'essence, les goudrons de toitures, les fumées de charbon et les fumées de bois.

	SANS RECYCLAGE D'HUILES – 285 JOURS/AN		AVEC RECYCLAGE D'HUILES – 80 JOURS/AN	
	Centrale	Autres cheminées	Centrale	Autres cheminées
<b>HCl / HF</b>	quantités 2004 au prorata du nombre de jours « sans » (1)	non émis	quantités estimées à partir des campagnes « avec » et prorata → cf. Annexe 3-1	non émis
<b>PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub></b>		quantités 2004 au prorata du nombre de jours « sans »		quantités 2004 au prorata du nombre de jours « avec »
<b>BTEX</b>	quantités 2004 revue au prorata du nombre de jours « sans » (2)	non émis		non émis
<b>Aldéhydes</b>	quantités 2004 au prorata du nombre de jours « sans »	quantité 2004 au prorata du nombre de jours « avec »		
<b>Sb, As, Ba, Be, Cd, Cr VI, Tl, V, Sn, Mo, Hg, Cu, Ti</b>	quantités estimées à partir des campagnes « sans » et prorata → cf. Annexe 3-2	non émis	quantités estimées à partir des campagnes « avec » et prorata → cf. Annexe 3-2	non émis
<b>Ni, Mn, Co, Pb, Se, Zn</b>		quantités 2004 au prorata du nombre de jours « sans »		quantités 2004 au prorata du nombre de jours « avec »
<b>Fe, Si, Mg, Cr III, Al</b>	quantités 2004 au prorata du nombre de jours « sans » (3)	quantités 2004 au prorata du nombre de jours « avec » (3)		
<b>HAP</b>	quantités estimées à partir des campagnes « sans » et prorata → cf. Annexe 3-3	quantités 2004 au prorata du nombre de jours « sans »	quantités estimées à partir des campagnes « avec » et prorata → cf. Annexe 3-3	quantité 2004 au prorata du nombre de jours « avec »
<b>Dioxines/furanes</b>	quantités estimées à partir des campagnes « sans » et prorata → cf. Annexe 3-4	quantités 2004 au prorata du nombre de jours « sans »	quantités estimées à partir des campagnes « avec » et prorata → cf. Annexe 3-4	quantité 2004 au prorata du nombre de jours « avec »

Tableau 1 : Inventaire des émissions atmosphériques des installations de Doniambo incluant le recyclage d'huiles

**Légende :** « sans » = sans recyclage d'huiles ; « avec » = en période de recyclage d'huiles ; « quantités 2004 » = quantités émises à l'atmosphère estimées à l'occasion de l'ERS de 2004 à partir de l'unique campagne de mesure alors disponible, i.e. la 1<sup>ère</sup> campagne de l'année 2003

**Notes :** (1) Pour les gaz et les PM<sub>10</sub> / PM<sub>2,5</sub>, après la campagne de mesure « sans huiles » réalisée en 2003 et exploitée pour le rapport 2004, seule la seconde campagne 2003 a mesuré les concentrations de ces composés en configuration « sans huiles » (+ les poussières ont été mesurées en 2005). Les concentrations mesurées ultérieurement à la 1<sup>ère</sup> campagne de 2003 étant globalement identiques, on a conservé la quantité estimée pour l'ERS de 2004.

(2) On parle de quantité « revue » car en 2004, les concentrations mesurées étant au niveau du seuil de détection, les BTEX et aldéhydes émis par la centrale n'avaient pas été considérés. Dans la présente mise à jour, on considère qu'en première approche, il convient d'intégrer ces émissions en basant le calcul sur le seuil de détection.

(3) Ces composés ne sont pas mesurés dans les rejets des chaudières de la centrale. On conserve les estimations de 2004 basées sur une analyse de la composition chimique des particules collectées dans ces rejets, y compris pour la période de recyclage à défaut de mesures.

en kg/an	Recyclage (80 j/an)	Hors recyclage (285 j/an)	TOTAL ANNUEL
HCl	5 069	20 689	25 757
HF / fluor	276	65	341
Poussières PM <sub>10</sub>	88 278	283 465	371 743
Poussières PM <sub>2,5</sub>	24 328	75 437	99 765
SO <sub>2</sub>	6 153 314	17 010 937	23 164 252
NO <sub>x</sub>	901 541	2 485 194	3 386 735
Benzène	829	919	1 749
Formaldéhyde	3 911	1 905	5 817
Acétaldéhyde	961	3 107	4 068
Cadmium (Cd)	1	11	11
Thallium (Tl)	7	25	32
Mercuré (Hg)	0	1	1
Arsenic (As)	10	57	67
Antimoine (Sb)	11	33	44
Baryum (Ba)	30	90	120
Béryllium (Be)	15	49	65
Chrome VI (Cr VI ; centrale)	8	76	83
Cr III (autres émissions)	2 240	7 981	10 221
Cobalt (Co)	168	559	726
Cuivre (Cu)	26	66	92
Fer (Fe)	52 448	186 848	239 296
Magnésium (Mg)	27 196	96 887	124 083
Manganèse (Mn)	536	1 969	2 504
Molybdène (Mo)	17	34	51
Nickel (Ni)	8 632	30 464	39 096
Plomb (Pb)	56	169	226
Vanadium (V)	3 537	12 312	15 849
Aluminium (Al)	7 028	25 035	32 063
Sélénium (Se)	56	197	253
Silice (SiO <sub>2</sub> )	15 305	54 526	69 831
Étain (Sn)	303	825	1 128
Titane (Ti)	61	325	386
Zinc (Zn)	447	452	899
Naphtalène	9	33	42
Acénaphène	0,4	2	2,5
Anthracène	0,1	0,3	0,5
Fluorène	1,5	5,8	7,3
Fluoranthène	0,6	1,6	2,3
Phénanthrène	1,5	5,8	7,4
Pyrène	0,2	0,4	0,6
Benzo(g,h,i)pérylène	0,1	0,3	0,4
Benzo(a)pyrène	0,1	0,4	0,5
HAP exprimés en éq BaP	0,2	0,9	1,1
Dioxines	1,6E-05	5,6E-05	7,2E-05

Tableau 2 : Quantités émises à l'atmosphère par l'usine de Doniambo (kg/an)

## 3.2 MISE À JOUR DE LA LISTE DES TRACEURS DE RISQUES SANITAIRES

### 3.2.1 MÉTHODE ADOPTÉE ET CRITÈRES DÉCISIONNELS

#### 3.2.1.1 INTRODUCTION GÉNÉRALE

À partir de la quantification des émissions atmosphériques mise à jour, on procède à la révision du choix des traceurs des risques sanitaires. **On entend par « traceurs des risques sanitaires » les substances retenues pour l'évaluation quantitative des risques sanitaires liés aux activités de la SLN.** L'objectif de cette sélection est d'identifier les substances toxiques émises qui seront les déterminants des expositions et/ou des risques potentiels liés aux activités du site.

Le choix repose sur un ensemble de critères (dangerosité, quantité, caractéristiques physico-chimiques...) appliqués de façon identique à toutes les substances inventoriées. Un seul critère pris indépendamment des autres n'est pas suffisant pour justifier du choix (ou non) d'une substance. **Quantités émises et toxicité des substances sont les 1<sup>ers</sup> critères de sélection des traceurs.** Cependant, des critères autres que quantité et toxicité peuvent intervenir dans le choix des substances. Ainsi, la bio-accumulation dans l'environnement constitue un critère important. Par ailleurs, une problématique locale liée à l'inquiétude de la population pour une substance ou, de façon générale, le fait pour une substance d'être systématiquement associée au type d'activité étudié (exemple des dioxines pour les incinérateurs), sont des raisons supplémentaires d'inclure les substances concernées.

La mise à jour du choix des traceurs des risques sanitaires proposée ci-après est basée sur une **hiérarchisation des polluants** au regard des quantités émises à l'atmosphère d'une part<sup>7</sup>, et des toxicités aiguë et chronique d'autre part, permise par le **calcul de scores. Ces scores ne sont utilisés d'aucune manière dans la suite de l'ERS.** Il convient de préciser que cette démarche n'est pas formalisée dans les guides méthodologiques de référence [InVS, 2000 ; INERIS, 2003-a]. Elle est néanmoins de plus en plus fréquemment utilisée, car elle apparaît rigoureuse, transparente et suffisamment discriminante pour faire ressortir de façon satisfaisante les polluants d'intérêt sanitaire. Ainsi, la circulaire interministérielle du 25 février 2002<sup>8</sup> pour l'évaluation des risques sanitaires liés aux infrastructures routières suit cette même démarche, proposée initialement par l'Institut de veille sanitaire dans le cadre du travail préparatoire de ce texte. En outre dans cette circulaire, les scores proposés tiennent compte du nombre de personnes en bordure de ces infrastructures existantes ou en projet. Ceci n'apparaît pas nécessaire dans le présent contexte d'étude, puisque les populations sont clairement identifiées et restent relativement groupées dans l'espace. En conséquence, il n'apparaît pas utile d'ajouter un niveau supplémentaire de hiérarchisation des traceurs correspondant au nombre de personnes potentiellement exposées.

---

<sup>7</sup> S'agissant des rejets aqueux, ceux-ci restent inchangés et ne sont pas déterminants pour la sélection des polluants d'intérêt sanitaire (cf. ERS de 2004).

<sup>8</sup> Circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n°2005-273 du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières

### 3.2.1.2 DESCRIPTIF DE LA DÉMARCHE

#### **Notion de VTR :**

Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) traduisent la relation quantitative qui existe entre la dose ou la concentration d'exposition et la probabilité d'apparition d'un effet sanitaire liée à une exposition aiguë ou à une exposition chronique continue ou répétée dans le temps.

#### **La démarche suivie se décompose en 2 étapes :**

① Afin de pouvoir hiérarchiser les substances **en tenant compte à la fois des quantités émises et de leur toxicité respective**, sont calculés :

- pour les substances aux effets à seuil : les scores « **flux / VTR** ». Ils le sont :
  - pour l'inhalation, dans un contexte d'exposition aiguë d'une part (VTR 1h ou durée la plus proche de 1h à défaut, pour des raisons d'homogénéité et de cohérence), puis chronique d'autre part ;
  - pour l'ingestion, tenant compte des apports atmosphériques d'une part, et des rejets aqueux d'autre part ;
- pour les substances aux effets sans seuil : les scores « **flux × VTR** » pour l'inhalation d'une part, et l'ingestion d'autre part.

② En outre, les substances non retenues mais **susceptibles de se bio-accumuler** dans l'environnement et la chaîne alimentaire doivent être examinées et éventuellement retenues.

### 3.2.1.3 DONNÉES NÉCESSAIRES ET MÉTHODE DE CHOIX DES VTR UTILISÉES

Il s'agit de collecter :

- d'une part, **les quantités** émises dans l'atmosphère tenant compte du recyclage des huiles usagées (cf. paragraphe 3.1) ;
- d'autre part, **les VTR**. Elles sont issues d'un choix parmi les VTR disponibles dans les bases de données internationales de référence. La démarche pour le choix des VTR est décrite ci-après [INERIS, 2006-a ; Doornaert, 2006].

#### 3.2.1.3.1 BASES DE DONNÉES CONSULTÉES

*Ces bases de données utilisent des acronymes différents pour les VTR, mais qui renvoient au même concept.*

**En premier lieu, on se réfère aux expertises nationales de statut validé.** Si une VTR a été élaborée dans ce contexte, elle est retenue.

À défaut, on consulte les **six bases de données recommandées, qui sont celles de :**

- l'Agence américaine de l'environnement (*US Environmental Protection Agency*) : base de données IRIS<sup>9</sup>, *Integrated Risk Information System* ;
- l'Agence américaine des substances toxiques et du registre des maladies (ATSDR<sup>10</sup>, *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*) ;

<sup>9</sup> <http://www.epa.gov/iris/>

<sup>10</sup> <http://www.atsdr.cdc.gov/mrls.html>

- l'Organisation mondiale de la santé (OMS) <sup>11</sup> ;
- Santé Canada<sup>12</sup> ;
- du RIVM<sup>13</sup>, Institut National de Santé Publique des Pays-Bas ;
- l'OEHHA<sup>14</sup>, *Office of Environmental Health Hazard Assessment*.

Pour la recherche du potentiel cancérigène, les classifications de l'US-EPA<sup>9</sup>, du Centre international de recherche sur le cancer (monographies CIRC<sup>15</sup>) et de l'Union européenne sont consultées. La recherche des VTR disponibles pour les effets cancérigènes se poursuit uniquement si la substance est classée comme cancérigène certain, probable ou possible. Dans ce cas, les bases de données consultées sont les 6 bases citées précédemment, à l'exception de celle de l'ATSDR qui ne fournit pas ce type de VTR.

### 3.2.1.3.2 TYPES D'EFFETS, DURÉES ET VOIES D'EXPOSITION CONSIDÉRÉS

De façon générale, on distingue **deux types d'effets** :

- les effets non cancérigènes pour lesquels il existe un seuil d'effet (phénomène déterministe). L'US-EPA exprime ce mécanisme par une dose (RfD) ou une concentration (RfC) de référence (respectivement pour l'ingestion ou l'inhalation). Ces doses de référence sont déterminées à partir des Doses Sans Effet Nocif Observé (DSENO ou NOAEL) ou des Doses Minimales induisant un Effet Nocif Observé (DMENO ou LOAEL), divisées par des facteurs de sécurité (facteur 10 tenant compte de la variabilité inter-espèce, facteur 10 tenant compte de la variabilité intra-espèce, facteur tenant compte de l'existence de personnes sensibles...) ;
- les effets cancérigènes génotoxiques pour lesquels la relation entre l'exposition et l'apparition de l'effet est sans seuil (phénomène probabiliste). L'US-EPA exprime ce mécanisme par un excès de risque unitaire (ERU) correspondant à l'excès de risque pour un individu exposé durant toute sa vie à une unité de dose (inhalation de 1 µg/m<sup>3</sup> ou ingestion de 1 mg/kg/j). Par exemple, un ERU<sub>i</sub> de 6.10<sup>-6</sup> (µg/m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> (cas du benzène) signifie qu'une exposition de 1 million de personnes, pendant 70 ans, à une concentration de 1 µg/m<sup>3</sup> de benzène est susceptible d'induire 6 cas supplémentaires de leucémie pendant la même période (par rapport à une population non exposée de même taille).

Si pour une même voie d'exposition, les deux types de VTR (respectivement pour les effets cancérigènes et non cancérigènes) sont disponibles, alors les deux types d'effets considérés sont retenus.

---

<sup>11</sup> Les *Guidelines* de l'OMS sont établies comme les VTR sur des critères de santé publique. Néanmoins pour certaines substances, l'OMS précise que les VG ne sont pas établies uniquement sur des critères sanitaires, mais sont limitées par des considérations techniques (limites de détection pour l'arsenic dans l'eau, par exemple).

<sup>12</sup> <http://www.ec.gc.ca/substances/ese/eng/psap/psap.cfm>

<sup>13</sup> <http://www.rivm.nl/>

<sup>14</sup> <http://www.oehha.ca.gov/>

<sup>15</sup> <http://monographs.iarc.fr/>

**Les VTR sont recherchées pour les voies d'exposition attendues, à savoir l'inhalation et l'ingestion.** Il n'existe à ce jour pas de VTR pour les expositions cutanées. En outre, dans le contexte d'une évaluation des risques sanitaires de première approche associés au fonctionnement des installations de Doniambo, les expositions par voie cutanée n'apparaissent pas prioritaires.

**Les VTR sont collectées pour des expositions aiguës d'une part (inhalation seulement), et chroniques d'autre part (inhalation et ingestion).** En effet, des configurations particulières de fonctionnement (phase transitoire de redémarrage d'une installation, par exemple, impliquant un fonctionnement dégradé temporaire) ou bien des configurations météorologiques particulières peuvent conduire à des pics d'exposition des riverains. Ceci concerne par ailleurs uniquement l'inhalation ; les expositions par ingestion étant dues à un impact environnemental chronique, un rejet ponctuel dans l'environnement n'est *a priori* pas susceptible d'avoir une influence directe immédiate (sauf dans les situations accidentelles non traitées ici). L'ingestion aiguë n'est ainsi pas concernée.

#### 3.2.1.3.3 ARBITRAGES EN L'ABSENCE DE VTR

Pour le cas où une VTR est disponible pour une autre voie d'exposition que celle étudiée, une extrapolation voie à voie peut être proposée. Cette dérivation doit être évitée autant que possible du fait de l'absence d'une réelle signification en terme de toxicologie. La méthode de dérivation n'a donc pas été utilisée ici. **En l'absence de VTR, les substances ont été exclues de l'ERS.**

#### 3.2.1.3.4 ARBITRAGES EN CAS D'EXISTENCE DE PLUSIEURS VTR

Les **critères utilisés pour faire un choix de VTR**, lorsqu'un tel choix s'impose, sont présentés ci-dessous par ordre de prise en compte :

1. qualité des données utilisées : étude source récente et de préférence chez l'homme ;
2. qualité de la justification scientifique pour l'élaboration de la valeur : mode de calcul (type de modèle), hypothèses accessibles et explicites, cohérence des facteurs de sécurité utilisés.

À qualité de VTR égale et à défaut d'éléments complémentaires permettant de retenir une valeur plutôt qu'une autre, c'est **la valeur la plus protectrice de la santé humaine** qui est retenue pour la quantification des risques sanitaires.

### 3.2.2 APPLICATION AU CAS DE L'USINE DE DONIAMBO

#### 3.2.2.1 CALCUL DES SCORES POUR LA HIÉRARCHISATION DES SUBSTANCES ÉMISES

Les quantités émises dans l'atmosphère sont celles du Tableau 2.

Les VTR retenues sont rassemblées dans les Tableau 3 et Tableau 4. Pour les substances retenues *in fine* pour l'ERS, les arguments ayant conduit au choix des VTR utilisées sont fournis en détails dans le chapitre 4. Ces tableaux tiennent compte des éventuelles révisions de VTR survenues depuis l'ERS de 2004.

→ **Les tableaux de calcul des scores sont joints en Annexe 4.**

Substance	Dangerosité aiguë		
	Exposition	Effets (“espèce”, source, date de l’évaluation)	VTR
<b>PM<sub>10</sub></b>	Inhalation	Effets respiratoires et cardiovasculaires (homme, OMS, 2005)	VG = 50 µg/m <sup>3</sup> (24 h)
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	Inhalation	Effets respiratoires et cardiovasculaires (homme, OMS, 2005)	VG = 25 µg/m <sup>3</sup> (24 h)
<b>Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)</b>	Inhalation	Effets respiratoires (homme, OMS, 2005)	VG = 20 µg/m <sup>3</sup> (24 h)
<b>Oxydes d’azote (NO<sub>x</sub>)</b>	Inhalation	Effets respiratoires (homme, OMS, 2005)	VG = 200 µg/m <sup>3</sup> (1 h)
<b>Acide chlorhydrique (HCl)</b>	Inhalation	Irritation des yeux et des voies respiratoires (homme, OEHHA, 1999)	AREL = 2 100 µg/m <sup>3</sup> (1 h)
<b>Acide fluorhydrique (HF)</b>	Inhalation	Irritation des yeux et des voies respiratoires (homme, ATSDR, 2003)	MRL = 16 µg/m <sup>3</sup> (0 – 15 j)
<b>Benzène</b>	Inhalation	Troubles immunologiques (homme, ATSDR, 2005) Troubles de la reproduction (rat, OEHHA, 1999)	MRL = 30 µg/m <sup>3</sup> (0 – 15 j) AREL = 1 300 µg/m <sup>3</sup> (6 h)
<b>Formaldéhyde</b>	Inhalation	Irritation oculaire (homme, ATSDR, 1999) Irritation oculaire (homme, OEHHA, 1999) Irritation des voies respiratoires (homme, OMS, 2000)	MRL = 50 µg/m <sup>3</sup> (0-14 j) AREL = 94 µg/m <sup>3</sup> (1 h) VG = 100 µg/m <sup>3</sup> (30 min)

*Tableau 3 : Valeurs toxicologiques de référence pour des expositions aiguës aux substances émises par l’usine de Doniambo*

Substance	Dangerosité chronique			Substance retenue ?
	Exposition	Effets ("espèce", source, date de l'évaluation)	VTR	
<b>PM<sub>10</sub></b>	Inhalation	Effets respiratoires et cardiovasculaires (homme, OMS, 2005)	VG = 20 µg/m <sup>3</sup>	<u><b>OUI</b></u>
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	Inhalation	Effets respiratoires et cardiovasculaires (homme, OMS, 2005)	VG = 10 µg/m <sup>3</sup>	<u><b>OUI</b></u>
<b>Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)</b>	Inhalation	Effets respiratoires (homme, OMS, 2000)	VG = 50 µg/m <sup>3</sup>	<u><b>OUI</b></u>
<b>Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)</b>	Inhalation	Effets respiratoires (homme, OMS, 2005)	VG = 40 µg/m <sup>3</sup>	<u><b>OUI</b></u>
<b>Acide chlorhydrique (HCl) et ions chlorures</b>	Inhalation	Troubles respiratoires (homme, OEHHA, 1999)	CREL = 9 µg/m <sup>3</sup>	<u><b>OUI</b></u>
	Ingestion	Pas d'effets observés (rat, US-EPA/IRIS, 1994)	RfD = 100 µg/kg/j	
<b>Acide fluorhydrique (HF) et ions fluorures</b>	Inhalation	Fluorose (homme, OMS, 2000)	VG = 1 µg/m <sup>3</sup>	NON
	Ingestion	Fluorose du squelette (homme, OEHHA, 2003)	CREL = 40 µg/kg/j	
<b>Benzène</b>	Inhalation	Troubles immunologiques (homme, ATSDR, 2005)	MRL = 10 µg/m <sup>3</sup>	NON
		Leucémies (homme, OMS, 2000)	ERU <sub>i</sub> = 6.10 <sup>-6</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	
<b>Formaldéhyde</b>	Inhalation	Atteintes de l'épithélium nasal (homme, ATSDR, 1999)	MRL = 10 µg/m <sup>3</sup>	NON
		Cancer du nasopharynx (rat, US-EPA/IRIS, 1991)	ERU <sub>i</sub> = 1,3.10 <sup>-5</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	
<b>Antimoine (Sb)</b>	Inhalation	<u>Trioxyde d'antimoine</u> : inflammation pulmonaire (rat, US-EPA/IRIS, 1995)	RfC = 0,2 µg/m <sup>3</sup>	<u><b>OUI</b></u>
	Ingestion	Effets sur le sang (rat, US-EPA/IRIS, 1991)	RfD = 0,4 µg/kg/j	

Suite en page suivante

Substance	Dangerosité chronique			Substance retenue ?
	Exposition	Effets ("espèce", source, date de l'évaluation)	VTR	
<b>Arsenic (As)</b>	Inhalation	Effets respiratoires, cardio-vasculaires et nerveux (souris, OEHHA, 2005)	CREL = 0,03 µg/m <sup>3</sup>	<u><b>OUI</b></u>
		Cancer du poumon (homme, OEHHA, 2005)	ERU <sub>i</sub> = 3,3.10 <sup>-3</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	
	Ingestion	Hyper-pigmentation, kératose (homme, ATSDR, 2000)	MRL = 0,3 µg/kg/j	
		Cancer de la peau (homme, OEHHA, 2005)	ERU <sub>o</sub> = 1,5.10 <sup>-3</sup> (µg/kg/j) <sup>-1</sup>	
<b>Cadmium (Cd)</b>	Inhalation	Effets rénaux (homme, OMS, 2000)	VG = 5.10 <sup>-3</sup> µg/m <sup>3</sup>	<u><b>OUI</b></u>
		Cancer du poumon (homme, OEHHA, 2005)	ERU <sub>i</sub> = 4,2.10 <sup>-3</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	
	Ingestion	Effets rénaux (homme, US-EPA/IRIS, 1994)	RfD = 1 µg/kg/j	
<b>Chrome III</b>	Inhalation	Pas d'effets spécifiques corrélés (homme, RIVM, 2001)	TCA = 60 µg/m <sup>3</sup>	NON
	Ingestion	Pas d'effets spécifiques corrélés (rat, US-EPA/IRIS, 1998)	RfD = 1 500 µg/kg/j	
<b>Chrome VI</b>	Inhalation	Troubles de la fonction respiratoire (homme, US-EPA/IRIS, 1998)	RfC = 0,1 µg/m <sup>3</sup>	<u><b>OUI</b></u>
		Cancer du poumon (homme, OEHHA, 2005)	ERU <sub>i</sub> = 1,5.10 <sup>-1</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	
	Ingestion	Pas d'effets spécifiques corrélés (rat, US-EPA/IRIS, 1998)	RfD = 3 µg/kg/j	
		Cancer de l'estomac (souris, OEHHA, 2005)	ERU <sub>o</sub> = 4,2.10 <sup>-4</sup> (µg/kg/j) <sup>-1</sup>	
<b>Cobalt (Co)</b>	Inhalation	Effets respiratoires (homme, ATSDR, 2004)	MRL = 0,1 µg/m <sup>3</sup>	<u><b>OUI</b></u>
	Ingestion	Cardiomyopathie (homme, RIVM, 2000)	TDI = 1,4 µg/kg/j	

Suite en page suivante

Substance	Dangerosité chronique			Substance retenue ?
	Exposition	Effets (“espèce”, source, date de l’évaluation)	VTR	
<b>Cuivre (Cu)</b>	Inhalation	Effets sur les poumons (homme, RIVM, 2001)	TCA = 1 µg/m <sup>3</sup>	NON
	Ingestion	Pas d’effets spécifiques corrélés (souris, RIVM, 2001)	TDI = 140 µg/kg/j	
<b>Étain</b>	Inhalation et ingestion	Pas de VTR		NON
<b>Manganèse (Mn)</b>	Inhalation	Effets neuro-comportementaux (homme, ATSDR, 2000)	MRL = 0,04 µg/m <sup>3</sup>	<u><b>OUI</b></u>
	Ingestion	Atteintes neurologiques (homme, US-EPA/IRIS, 1996)	RfD = 140 µg/kg/j	
<b>Mercure (Hg)</b>	Inhalation	Effets neuro-comportementaux (homme, OEHHA, 2005)	CREL = 0,09 µg/m <sup>3</sup>	NON
	Ingestion	Effets neurologiques (homme, US-EPA/IRIS, 2001)	RfD = 0,1 µg/kg/j	
<b>Nickel (Ni)</b>	Inhalation	<u>Monoxyde de Ni</u> : Atteintes pulmonaires (rat, Santé Canada, 1994)	VTR = 0,02 µg/m <sup>3</sup>	<u><b>OUI</b></u>
		<u>Ni poussières de raffinage</u> : Cancer du poumon (homme, OMS, 2000)	ERU <sub>i</sub> = 3,8.10 <sup>-4</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	
		<u>Sous-sulfure de nickel</u> : Cancer du poumon (homme, US-EPA/IRIS, 1991)	ERU <sub>i</sub> = 4,8.10 <sup>-4</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	
	Ingestion	<u>Sels solubles de nickel</u> : Perte de poids (rat, US-EPA/IRIS, 1996)	RfD = 20 µg/kg/j	
<b>Plomb (Pb)</b>	Inhalation	Plombémie : limite à 100 µg/L (homme, OMS, 2000)	VG = 0,5 µg/m <sup>3</sup>	NON
	Ingestion	Troubles du développement (homme, JECFA, 1996)	TDI = 3,5 µg/kg/j	

Suite en page suivante

Substance	Dangerosité chronique			Substance retenue ?
	Exposition	Effets ("espèce", source, date de l'évaluation)	VTR	
<b>Sélénium (Se)</b>	Inhalation	Effets cardio-vasculaires et nerveux (homme, OEHHA, 2005)	CREL = 20 µg/m <sup>3</sup>	NON
	Ingestion	Sélénose (homme, US-EPA/IRIS, 1991)	RfD = 5 µg/kg/j	
<b>Thallium (Tl)</b>	Ingestion	<u>Carbonate et chlorure de thallium</u> : modifications enzymatiques (rat, US-EPA/IRIS, 1990)	RfD = 0,08 µg/kg/j	NON
<b>Vanadium (V)</b>	Inhalation	Effets respiratoires (homme, OMS, 2000)	VG = 1 µg/m <sup>3</sup>	<b><u>OUI</u></b>
	Ingestion	<u>Pentoxyde de vanadium</u> : Diminution des teneurs en cystine (rat, US-EPA/IRIS, 1996)	RfD = 9 µg/kg/j	
<b>Zinc (Zn)</b>	Ingestion	Anémie (homme, US-EPA/IRIS, 1992)	RfD = 300 µg/kg/j	NON
<b>Baryum (Ba)</b>	Inhalation	Effets cardiovasculaires (rat, RIVM, 2001)	TCA = 1 µg/m <sup>3</sup>	NON
	Ingestion	Effets cardiovasculaires (homme, RIVM, 2001)	TDI = 20 µg/kg/j	
<b>Béryllium (Be)</b>	Inhalation	Effets respiratoires (homme US-EPA/IRIS, 1998)	RfC = 0,02 µg/m <sup>3</sup>	NON
	Ingestion	Troubles intestinaux (chien, ATSDR, 2002)	MRL = 2 µg/kg/j	
<b>Fer (Fe)</b>	Inhalation et ingestion	Pas de VTR		NON
<b>Magnésium (Mg)</b>	Inhalation et ingestion	Pas de VTR		NON
<b>Aluminium (Al)</b>	Ingestion	Troubles neurologiques (souris, ATSDR, 2006)	MRL = 1 000 µg/kg/j	NON

Suite en page suivante

Substance	Dangerosité chronique			Substance retenue ?
	Exposition	Effets ("espèce", source, date de l'évaluation)	VTR	
Molybdène (Mo)	Inhalation	Perte de poids (rat/souris, RIVM, 2001)	TCA = 12 µg/m <sup>3</sup>	NON
	Ingestion	Augmentation des niveaux d'acide urique (homme, US-EPA/IRIS, 1992)	RfD = 5 µg/kg/j	
Silice (SiO <sub>2</sub> )	Inhalation et ingestion	Pas de VTR		NON
Titane (Ti)	Inhalation et ingestion	Pas de VTR ( <i>il existe une VTR pour le tétrachlorure de titane, mais le titane émis n'est pas sous cette forme chimique</i> )		NON
PCDD/PCDF	Ingestion	Effets tératogènes et fœtotoxiques (homme, OMS, 1998 et CSHPF, 1999)	DJT = 1 pg I-TEQ <sub>OMS</sub> /kg/j	NON
		Cancer de sites multiples (homme, US-EPA/IRIS, 2000) <b><u>valeur provisoire</u></b>	ERU <sub>o</sub> = 10 <sup>-3</sup> (pg I-TEQ <sub>OMS</sub> /kg/j) <sup>-1</sup>	
Naphtalène	Inhalation	Atteintes respiratoires et nasales (souris, US-EPA/IRIS, 1998)	RfC = 3 µg/m <sup>3</sup>	NON
		Tumeurs de l'épithélium nasal (rat, OEHHA, 2005)	ERU <sub>i</sub> = 3,4.10 <sup>-5</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	
	Ingestion	Perte de poids (rat, US-EPA/IRIS, 1998)	RfD = 20 µg/kg/j	
Acénaphène	Ingestion	Hépatotoxicité (souris, US-EPA/IRIS, 1994)	RfD = 60 µg/kg/j	NON
Anthracène	Ingestion	Pas d'effets spécifiques observés (homme, RIVM, 2001)	TDI = 40 µg/kg/j	NON
Fluoranthène	Ingestion	Effets rénaux et hématologiques (rat, US-EPA/IRIS, 1993)	RfD = 40 µg/kg/j	NON

Suite en page suivante

Substance	Dangérosité chronique			Substance retenue ?
	Exposition	Effets ("espèce", source, date de l'évaluation)	VTR	
Fluorène	Ingestion	Effets sur le système sanguin (souris, US-EPA/IRIS, 1990)	RfD = 40 µg/kg/j	NON
Phénanthrène	Ingestion	Pas d'effets spécifiques observés (homme, RIVM, 2001)	TDI = 40 µg/kg/j	NON
Pyrène	Ingestion	Effets rénaux (souris, US-EPA/IRIS, 1993)	RfD = 30 µg/kg/j	NON
Benzo(g,h,i)pérylène	Ingestion	Pas d'effets spécifiques observés (homme, RIVM, 2001)	TDI = 30 µg/kg/j	NON
Benzo(a)pyrène	Inhalation	Cancer du poumon (homme, OMS, 2000)	ERU <sub>i</sub> = 8,7.10 <sup>-2</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	NON
	Ingestion	Cancer de l'estomac (rat et souris, US-EPA/IRIS, 1994)	ERU <sub>o</sub> = 7,3.10 <sup>-3</sup> (µg/kg/j) <sup>-1</sup>	
Benzo(a)pyrène <u>traceur d'un mélange de HAP</u>	Inhalation	Cancer du tractus respiratoire (hamster, OEHHA, 1993)	ERU <sub>i</sub> = 1,1.10 <sup>-3</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	
	Ingestion	Cancer des voies digestives (rat et souris, RIVM, 2001, dérivée)	ERU <sub>o</sub> = 2.10 <sup>-4</sup> (µg/kg/j) <sup>-1</sup>	

Tableau 4 : Valeurs toxicologiques de référence pour des expositions chroniques aux substances émises par l'usine de Doniambo

Le calcul des scores à partir des quantités émises annuellement et de la toxicité fait apparaître une échelle de valeurs permettant de discriminer les composés entre eux pour chaque voie d'exposition, pour chaque durée et pour chaque type d'effet. Des seuils peuvent être identifiés, conduisant à conserver les substances ayant des scores supérieurs à ceux-ci et exclure les autres substances de l'ERS.

**Les substances ainsi retenues comme traceurs des risques sanitaires sont :  
les PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, le SO<sub>2</sub>, les NO<sub>x</sub>, le HCl,  
le nickel, le manganèse, le cobalt, le vanadium, le cadmium, l'arsenic,  
le chrome VI et l'antimoine.**

Le recyclage des huiles et la mise à jour de certaines VTR conduisent à ajouter l'acide chlorhydrique, le cadmium, l'arsenic, le chrome VI et l'antimoine aux traceurs des risques sanitaires retenus en 2004.

S'agissant des substances exclues, les arguments proposés en 2004 pour justifier ces arbitrages sont encore valables. L'examen des concentrations mesurées dans les fumées de la centrale sans combustion d'huiles, puis en période de recyclage d'huiles montre que les rejets de HAP et de dioxines/furanes, que l'on aurait pu penser plus élevés durant le recyclage car ces composés sont associés à des procédés de combustion, ne sont pas plus élevés dans cette configuration de fonctionnement. Au regard de leur toxicité, il est ainsi toujours recevable de ne pas les considérer. Pour rappel, les expositions les plus critiques à ces substances se font via l'alimentation, en particulier les graisses animales s'agissant des PCDD/F. Compte tenu des usages de l'environnement local (pas de pâturages, pas d'élevages de volailles, peu de jardins potagers), l'exclusion de ces substances de l'évaluation quantitative des risques sanitaires n'apparaît pas problématique, en l'état actuel des connaissances.

Les expositions chroniques sont étudiées pour l'ensemble de ces composés ; l'étude de l'exposition aiguë est pertinente uniquement pour les PM<sub>10</sub> et les PM<sub>2,5</sub>, le SO<sub>2</sub> et les NO<sub>x</sub> (cf. Tableau 18 pour le bilan des durées et voies d'exposition par traceur).

## **4. DANGERS ET VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE DES TRACEURS DES RISQUES SANITAIRES**

### **4.1 PRÉAMBULE**

Ce chapitre présente :

- d'une part les dangers associés à chacune des substances traceurs des risques sanitaires retenues. La classification cancérogène est rapportée ;
- d'autre part, les VTR sélectionnées pour l'évaluation quantitative des risques sanitaires. Pour chaque substance, l'ensemble des VTR disponibles dans les bases de données de référence est répertorié dans un tableau. Puis les arguments conduisant au choix des VTR utilisées pour l'ERS sont fournis. Les VTR retenues sont signalées par un cadre noir dans chaque tableau d'inventaire.

Les bases de données consultées sont identiques à celles compulsées pour la recherche des valeurs toxicologiques de référence (cf. paragraphe 3.2.1.3.1).

### **4.2 IDENTIFICATION DES DANGERS**

#### **4.2.1 ACIDE CHLORHYDRIQUE**

La dangerosité de l'acide chlorhydrique pour des expositions à faible dose est encore mal évaluée. Des données concernant les effets systémiques existent. Ses voies d'exposition peuvent être percutanée, par inhalation ou par ingestion accidentelle.

Par inhalation, voie d'exposition concernée dans le cas présent, l'acide chlorhydrique est irritant pour les voies respiratoires.

#### **Classification cancérogène de l'acide chlorhydrique :**

- **CIRC** : classé dans le groupe 3 en 1992, substance ne pouvant être classée pour sa cancérogénicité pour l'homme ;
- **Union européenne** : non classé ;
- **US-EPA** : non classé.

#### 4.2.2 PARTICULES PM<sub>10</sub> ET PM<sub>2,5</sub>

Il n'est aujourd'hui pas possible de décrire précisément les phénomènes physiopathologiques à l'origine de l'agression de la muqueuse respiratoire par les particules puisque ce sont des matériaux composites et qu'il n'y a pas d'effet sanitaire entièrement spécifique de ce type de polluant. La taille et la composition des particules émises et inhalées déterminent largement leur devenir après émission, ainsi que la nature de leurs effets biologiques et sanitaires. On distingue ainsi les PM<sub>10</sub> et les PM<sub>2,5</sub> correspondant respectivement aux particules de diamètre aérodynamique médian inférieur à 10 et 2,5 µm. Les études épidémiologiques dans des contextes d'exposition variés, avec différents types de population, ont permis d'observer une corrélation entre l'augmentation des particules dans l'air ambiant (PM<sub>10</sub> ou PM<sub>2,5</sub>) et l'augmentation des manifestations sanitaires telles que le taux de mortalité, la fréquence des hospitalisations d'urgence pour cause cardio-vasculaire et respiratoire, la consommation de broncho-dilatateur, l'incidence de la toux ou la diminution des performances respiratoires.

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. **On fait le choix, dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires liés au fonctionnement de l'usine de Doniambo, de ne retenir qu'une approche à seuil pour les particules rejetées par l'installation et de ne pas quantifier les impacts sanitaires sans seuil.**

##### **Classification cancérogène des particules :**

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

### 4.2.3 OXYDES D'AZOTE (NO<sub>x</sub>)

La nature et la concentration des dérivés azotés dépendent largement du lieu, de l'heure et de la saison. On désigne généralement par NO<sub>x</sub> l'ensemble (NO + NO<sub>2</sub>), car une fois libéré dans l'air, le NO est rapidement oxydé en NO<sub>2</sub> par les oxydants présents (en particulier l'ozone). Les oxydes d'azote sont des précurseurs déterminants de la pollution atmosphérique par les oxydants photochimiques, qui débouchent sur la formation d'ozone et de smog. De nombreuses études ont été effectuées dans le but d'évaluer les effets des NO<sub>x</sub> sur la santé.

Chez l'animal, l'effet chronique du dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> à une concentration de 1 880 µg/m<sup>3</sup> (1 ppm), pendant des durées de plusieurs semaines à plusieurs mois, touche essentiellement les voies respiratoires, mais aussi éventuellement la rate, le foie ou le sang [OMS, 2000]. En ce qui concerne les voies respiratoires, les effets peuvent aller de quelques modifications des cellules de la trachée ou des régions pulmonaires, jusqu'à des effets de type emphysème. On constate en parallèle une augmentation de la susceptibilité à l'infection pulmonaire d'origine microbienne ou virale pour des concentrations de 940 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub>. Chez l'homme, les nombreuses études épidémiologiques conduites sur l'exposition répétée à long terme au NO<sub>2</sub> ne permettent pas de mettre clairement en relation la concentration à laquelle les individus sont exposés et les symptômes induits par cette exposition. On relève une incidence de l'inhalation de NO<sub>2</sub> sur les voies respiratoires (altération de la fonction pulmonaire par broncho-constriction) pour les enfants et les personnes asthmatiques. Chez les enfants âgés de 5 à 12 ans, il a été estimé qu'il y avait une augmentation de 20 % des symptômes respiratoires pour chaque augmentation de la concentration du NO<sub>2</sub> au dessus de 28 µg/m<sup>3</sup> (exposition moyenne de 2 semaines). Des études réalisées sur des volontaires ont montré que la population asthmatique était plus sensible. Ainsi, l'exposition à 564 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> pendant 60 minutes durant un exercice intermittent et modéré induit une diminution de la capacité de la force vitale uniquement chez les sujets asthmatiques [Koenig, 1988]. En revanche, chez les adultes en bonne santé, la relation dose-effet n'a pas encore pu être clairement établie. Enfin, des études ont également été menées sur des expositions à des mélanges de polluants contenant du NO<sub>2</sub>. Il ne semble pas que la présence de NO<sub>2</sub> accroisse les réactions aux autres polluants au-delà de ce qui serait observé en présence de ces polluants seuls, sauf dans le cas d'une co-exposition à l'ozone auquel une exposition préalable au NO<sub>2</sub> rend les voies aériennes encore plus sensibles.

Lorsqu'il est inhalé à une concentration supérieure à 6 000 µg/m<sup>3</sup>, le monoxyde d'azote NO peut provoquer une vasodilatation des vaisseaux pulmonaires qui ne s'étend pas à la circulation générale. La concentration minimale capable de produire cet effet n'a pas été établie. Des concentrations relativement élevées ont été utilisées en clinique (supérieures à 40 000 µg/m<sup>3</sup>) pendant de courtes périodes (inférieures à 1 heure) sans que l'on observe d'effets indésirables.

Dans la suite de l'étude, **on assimile les NO<sub>x</sub> émis par l'installation à du NO<sub>2</sub>.**

#### **Classification cancérogène des oxydes d'azote :**

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

#### 4.2.4 DIOXYDE DE SOUFRE (SO<sub>2</sub>)

Il s'agit d'un irritant des voies respiratoires largement décrit par de nombreuses études épidémiologiques provoquant par ailleurs à moindre degré des troubles cardiaques et hématologiques. Il agit en synergie avec les particules en suspension dans l'atmosphère. Deux types d'effets respiratoires sont associés à cette substance : les effets à court terme (broncho-constriction avec altération des débits ventilatoires, toux et sifflements expiratoires) et les effets à long terme. Les phénomènes de mortalité sont également bien décrits, particulièrement chez les populations sensibles (asthmatiques notamment). Un rapport récent de surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain [Glorennec, 2000] rapporte des excès de risque de l'ordre de 3, 4 et 5 % respectivement pour la mortalité totale, cardio-vasculaire et respiratoire, pour une augmentation de 0,05 mg/m<sup>3</sup> de SO<sub>2</sub>.

Concernant les effets cancérogènes, il n'existe en revanche pas de données suffisantes pour conclure à ce sujet.

Par ailleurs, le dioxyde de soufre aurait un effet sur la reproduction et le développement. Il a été montré que l'exposition de femmes enceintes au dioxyde de soufre et à la poussière de soufre était corrélée à la baisse de poids des nouveau-nés [Wang, 1997]. Une relation entre les pics de dioxyde de soufre et la diminution de la fécondité a été observée chez des couples vivant près d'une centrale (à moins de 3,5 km). Cette relation serait due à une anomalie des spermatozoïdes durant leur maturation [Dejmek, 2000].

##### **Classification cancérogène du SO<sub>2</sub> :**

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

#### 4.2.5 ANTIMOINE

Source documentaire principale : [ATSDR, 1992 ; INERIS, 2007-a]

Globalement, on constate qu'il existe peu de données sur la toxicité des composés de l'antimoine et qu'il est en conséquence difficile de déterminer précisément leurs impacts sur la santé humaine.

Les expositions par inhalation sont les plus décrites chez les travailleurs. Elles concernent plus spécifiquement le trioxyde d'antimoine. Les troubles les plus fréquemment rencontrés suite à une exposition professionnelle à ce composé sont des atteintes des muqueuses (irritation broncho-pulmonaire, irritation des voies aériennes supérieures), des irritations cutanées (irritation primaire) et des troubles pulmonaires.

S'agissant des effets systémiques par ingestion, chez l'homme, aucune étude épidémiologique ayant décrit les effets toxiques résultant d'une exposition orale chronique aux composés de l'antimoine n'est disponible. En revanche, chez l'animal, les effets toxiques de l'antimoine sont décrits pour des sels trivalents d'antimoine. Une réduction de la longévité et une altération des taux de glucose sanguin et de cholestérol ont été observés chez des rats exposés via l'eau de boisson.

Concernant les effets cancérogènes, les données épidémiologiques sont jugées peu concluantes. L'INRS rapporte qu'une augmentation du nombre des cancers pulmonaires a été notée lors d'une enquête épidémiologique effectuée dans la métallurgie de l'antimoine et en particulier dans des unités de production du trioxyde d'antimoine.

Les études des effets mutagènes des composés de l'antimoine se sont révélées ni concordantes, ni concluantes. Les résultats de différents tests de génotoxicité du trioxyde d'antimoine d'une étude récente [Elliot, 1998] n'ont pas montré de génotoxicité *in vivo* et l'auteur conclut que le trioxyde d'antimoine ne constitue pas un danger génotoxique pour l'homme.

Enfin, s'agissant des effets sur la reproduction et le développement, une étude épidémiologique ancienne réalisée chez des salariées travaillant dans une usine métallurgique a montré que l'exposition à un mélange de composés de l'antimoine (poussières d'antimoine métallique, trioxyde d'antimoine, antimoine pentasulfide) pouvait augmenter la fréquence des affections gynécologiques, des avortements spontanés tardifs et des accouchements prématurés [Belyaeva, 1967].

##### **Classification cancérogène de l'antimoine :**

- **CIRC** : trioxyde d'antimoine classé dans le groupe 2B en 1989 (cancérogène possible chez l'homme) et le trisulfure d'antimoine dans le groupe 3 en 1989 (ne peut être classé pour sa cancérogénicité chez l'homme) ;
- **Union européenne** : trioxyde d'antimoine classé dans la catégorie 3 en 1994 (substance préoccupante pour l'homme en raison d'effets cancérogènes possibles) ;
- **US-EPA** : non déterminée.

## 4.2.6 ARSENIC

Sources documentaires principales : [ATSDR, 2005-a ; INERIS, 2006-b ; OMS, 2000]

La toxicité systémique de l'arsenic se manifeste essentiellement au niveau de la peau sous la forme d'une d'hyper-kératose associée à des excroissances situées sur la paume des mains et sous la plante des pieds, et à une alternance de zones d'hyper- et hypo-pigmentation sur la face, le cou et le dos. Ces effets sont rapportés dans la majorité des études lors d'expositions sub-aiguës ou chroniques. Pour ces mêmes durées d'exposition, des effets hématologiques consécutifs à l'ingestion de dérivés inorganiques de l'arsenic (anémie par ex.) sont également rapportés. Des engourdissements des mains et des pieds et des faiblesses musculaires avec atteinte des nerfs moteurs et sensoriels sont rapportés pour des expositions par ingestion à des concentrations supérieures à 1 µg/kg/j. Enfin, des effets hépatiques, ainsi que des nausées, vomissements, diarrhées et douleurs abdominales sont rapportés pour des expositions prolongées à de faibles doses de dérivés inorganiques de l'arsenic par voie orale.

S'agissant des effets cancérogènes, un excès significatif de cancer de la peau chez les populations ayant consommé de l'eau de boisson contaminée par l'arsenic a été mis en évidence. Les études épidémiologiques les plus récentes montrent que l'ingestion d'arsenic augmente également le niveau de risque des cancers internes (principalement foie, vessie, rein et poumons). Concernant l'exposition par inhalation, différentes études épidémiologiques conduites chez les travailleurs de la sidérurgie et les salariés de l'industrie des pesticides ont décrit la relation entre exposition par inhalation à l'arsenic et la mortalité par cancer pulmonaire.

Concernant les effets sur la reproduction et le développement, les études épidémiologiques disponibles semblent montrer une augmentation du taux de malformations à la naissance et du nombre de mort-nés lors de l'exposition aux doses les plus fortes supérieures à 100 ng/m<sup>3</sup> chez les femmes exposées professionnellement ou résidant à proximité d'usines de pesticides. Cependant, les résultats de ces études sont le plus souvent le fruit de co-expositions et aucune conclusion n'a pu être formulée.

### **Classification cancérogène de l'arsenic :**

- **CIRC** : classé dans le groupe 1 en 1987, cancérogène pour l'homme ;
- **Union européenne** : trioxyde et pentoxyde d'arsenic classés en catégorie 1 en 1998, substances cancérogènes pour l'homme ;
- **US-EPA** : classé A en 1998, cancérogène pour l'homme.

#### 4.2.7 CADMIUM

Sources documentaires principales : [ATSDR, 1999 ; INERIS, 2005-a ; OMS, 2000]

Chez l'homme, l'exposition à long terme et à faible dose par inhalation et ingestion occasionne une néphrotoxicité (altération de la fonction rénale). Les effets ont été principalement mis en évidence chez les travailleurs. Diverses affections respiratoires (bronchites chroniques obstructives par exemple) et des signes radiologiques d'emphysème (consécutifs à la destruction des alvéoles pulmonaires) ont été rapportés. Les fonctions pulmonaires peuvent également être diminuées. Certaines études ont mis en évidence une augmentation de la mortalité par pathologies respiratoires non malignes. De manière générale, la plupart des ouvriers exposés plus de 20 ans au cadmium présentent des signes de dysfonctionnement rénal pouvant persister après l'arrêt de l'exposition. A noter que s'agissant de la population générale, au Japon dans les années 1950, l'ingestion par consommation de riz et d'eau contaminés par le cadmium dans une région en aval d'une ancienne mine de zinc a été à l'origine de la maladie « itai-itai » se manifestant par des lésions rénales.

Du point de vue des effets cancérogènes, plusieurs études épidémiologiques en milieu professionnel suggèrent un rôle favorisant du cadmium dans le cancer broncho-pulmonaire (le chlorure de cadmium étant le plus suspect). L'exposition concomitante fréquente des travailleurs à d'autres substances chimiques (nickel, arsenic...) gêne l'évaluation du pouvoir cancérogène propre au cadmium. L'incidence élevée de cancers de la prostate chez de petits groupes de travailleurs de l'industrie de fabrication des piles nickel-cadmium dans les années 1960, en Grande Bretagne, n'a pas été confirmée par les études plus récentes.

S'agissant des effets mutagènes, chez des travailleurs de l'industrie métallurgique exposés à divers métaux dont le cadmium, une augmentation des aberrations chromosomiques est observée dans la moitié des études. Dans une étude suédoise ciblée sur des ouvriers fabriquant des piles à base de cadmium, aucun effet mutagène n'a été rapporté suite à l'exposition au cadmium. Chez des sujets atteints de la maladie « itai-itai », une augmentation de la fréquence et de la sévérité des aberrations chromosomiques a été décrite.

Enfin, 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 2 en 2004, substances devant être considérées comme cancérogènes pour l'homme ;
- **US-EPA** : classé B1 en 1987, cancérogène probable chez l'homme.

## 4.2.8 CHROME VI

Sources documentaires principales : [ATSDR, 2000-a ; INERIS, 2005-b ; OMS, 2000]

Les trois formes les plus stables sous lesquelles on retrouve le chrome dans l'environnement sont le chrome 0, c'est-à-dire le métal, et ses alliages, chrome III principalement et chrome VI. Le chrome VI est largement transformé en chrome III dans les sols et les sédiments (transformation favorisée en conditions anaérobiques et à pH faible).

Concernant les effets systémiques du chrome VI, le tractus respiratoire est l'organe cible des effets lors des expositions par inhalation aux dérivés du chrome III et du chrome VI. Il s'agit alors d'atteintes au site de contact. Lors de l'exposition au chrome VI, les principaux effets observés sont l'épistaxis, une rhinorrhée chronique, une irritation et des démangeaisons nasales, une atrophie de la muqueuse nasale, des ulcérations et des perforations du septum nasal, des bronchites, des pneumoconioses, une diminution des fonctions pulmonaires et des pneumonies. Ces pathologies sont largement décrites dans de nombreuses études. En outre, le chrome et ses dérivés peuvent avoir un effet sensibilisant chez des individus exposés professionnellement, qui se manifeste par de l'asthme ou des dermatites.

Pour ce qui concerne les effets cancérigènes du chrome VI, plusieurs études épidémiologiques ont montré une corrélation entre l'exposition au chrome et le cancer du poumon, sans pouvoir identifier la forme spécifique du chrome responsable de l'induction d'un cancer. La valeur de risque unitaire a été élaborée à partir d'une étude chez les travailleurs du chrome. Le nombre de cancers du poumon augmentait avec le niveau d'exposition au chrome total, mais la relation directe avec le chrome trivalent ou hexavalent était moins claire.

### **Classification cancérigène du chrome VI et du chrome III :**

- **CIRC** : composés du chrome VI classés dans le groupe 1 en 1990, cancérigènes chez l'homme, et composés du chrome III classés dans le groupe 3 en 1990, ne pouvant être classés pour leur cancérigénicité pour l'homme ;
- **Union européenne** : trioxyde de chrome VI classé en catégorie 1 en 2004, substance cancérigène pour l'homme ;
- **US-EPA** : composés du chrome VI classés A, cancérigènes chez l'homme, en 1998 pour l'exposition par inhalation et classés D, non classifiables quant à la cancérigénicité pour l'homme, en 1998 pour l'exposition par ingestion ; composés du chrome III classés D en 1998

#### 4.2.9 COBALT

Sources documentaires principales : [ATSDR, 2004 ; INERIS, 2006-e]

Chez l'homme, les effets systémiques qui découlent de l'inhalation chronique de cobalt sont nombreux : effets sur les systèmes respiratoire, cardiovasculaire et hématologique. Les effets respiratoires sont bien documentés pour les travailleurs chez lesquels sifflements, asthme, irritation des voies respiratoires, voire pneumonie et fibrose peuvent apparaître pour des expositions à des concentrations de l'ordre de 7 à 893  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en composés du cobalt (sels et oxydes). Les effets cardiovasculaires ont pu être observés chez des travailleurs sans que pour autant des niveaux de concentrations puissent être proposés. Enfin, une seule étude rapportée par l'ATSDR met en évidence une diminution des globules rouges et de l'hémoglobine totale par inhalation chronique chez 82 travailleurs exposés au cobalt à une concentration de 125  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Il existe peu d'études d'exposition par ingestion chez l'homme ou l'animal. L'ingestion expérimentale par 6 hommes en bonne santé âgés de 20 à 47 ans, d'une solution de sel de cobalt à 2 % dilué dans de l'eau ou du lait pendant 22 jours a mis en évidence des troubles hématologiques, à savoir une augmentation des globules rouges et de l'hémoglobine.

Concernant les effets cancérogènes, les études épidémiologiques, quelle que soit la voie d'exposition, sont rares ou font apparaître des résultats contradictoires quant à l'augmentation significative des cancers du poumon. Les quelques études épidémiologiques menées ne montrent aucune augmentation de mortalité par cancer broncho-pulmonaire ou bien rapportent l'augmentation de l'incidence de mortalité par cancer du poumon chez des ouvriers exposés au cobalt, mais sans que la différence ne soit statistiquement significative et alors que les ouvriers étaient également exposés à d'autres composés sur leur lieu de travail [INRS, 2000].

##### **Classification cancérogène du cobalt :**

- **CIRC** : classé dans le groupe 2B en 1991 (cancérogène possible chez l'homme) (cobalt sans chlorure de tungstène) ;
- **Union européenne** : non classé cancérogène, à l'exception du sulfate de cobalt et du chlorure de cobalt, classés en catégorie 2 (substances pouvant être assimilées à des substances cancérogènes chez l'homme) ;
- **US-EPA** : non déterminée.

#### 4.2.10 MANGANÈSE

Sources documentaires principales : [ATSDR, 2000-b ; INERIS, 2007-b ; OMS, 2000]

Le manganèse est un élément essentiel à l'homme. Il participe au métabolisme des lipides et est nécessaire à la formation de certains tissus, ainsi qu'au développement embryonnaire des fonctions reproductrices. Cependant à des doses plus élevées, le manganèse peut avoir des effets systémiques.

Par ingestion, le manganèse est relativement peu toxique. Chez l'homme, il n'existe pas de preuves évidentes de la toxicité du manganèse après consommation d'eau [OMS, 2004].

En revanche, la toxicité du manganèse par inhalation chronique a été mise en évidence chez les travailleurs exposés aux particules de manganèse. Les troubles se caractérisent par des manifestations psychologiques et neurologiques apparentées aux signes cliniques de la maladie de Parkinson. La dose minimale produisant un effet sur le système nerveux central n'est cependant pas connue. Par ailleurs, une augmentation de l'incidence des pneumonies a également été rapportée chez des populations de travailleurs. Il semble cependant que la distribution de la taille des particules, ainsi que la spéciation du manganèse aient plus d'influence sur l'apparition des effets toxiques que la concentration massique de manganèse présente dans l'air. Des effets toxiques ont également été mis en évidence au niveau des populations vivant à proximité d'usines émettrices de manganèse. En 1939, une augmentation de la morbidité et de la mortalité due à des pneumonies a été rapportée dans la population de la ville de Sauda en Norvège, où était implantée une usine émettrice de manganèse. Le taux de mortalité était corrélé avec la quantité d'alliage de manganèse produit. Le manganèse présent dans l'air était sous une forme oxydée ( $Mn_3O_4$ ) et les concentrations étaient de l'ordre de  $45 \mu g/m^3$ . Dans une autre étude, les enfants d'une école exposés à des concentrations de manganèse dans l'air allant de 4 à  $7 \mu g/m^3$  ont montré une prévalence plus élevée pour des symptômes portant sur le nez et la trachée ainsi qu'une diminution de la fonction respiratoire, par rapport au groupe de contrôle non exposé. Enfin, une étude réalisée pendant 4 ans dans la population résidant à proximité d'une usine produisant des ferromanganèses indique qu'une exposition à des concentrations de manganèse dans l'air de  $1 \mu g/m^3$  serait reliée avec une augmentation du taux des maladies respiratoires aiguës. Il est cependant possible que d'autres facteurs, insuffisamment contrôlés, aient influencé ces résultats.

Concernant les effets cancérogènes, en l'absence de données humaines et devant l'insuffisance des données animales, le manganèse est considéré comme inclassable en terme de cancérogénicité.

##### **Classification cancérogène du manganèse :**

- **CIRC** : non classé ;
- **Union européenne** : non classé. Le dioxyde et le sulfate de manganèse ont été examinés en 1993, mais n'ont pas été classés ;
- **US-EPA** : classé D, non classifiable quant à la cancérogénicité pour l'homme, en 1998.

#### 4.2.11 NICKEL

Sources documentaires principales : [ATSDR, 2005-b ; INERIS, 2006-c ; OMS, 2000]

Le nickel sous ses différentes formes (nickel métal ; nickel tétracarbonyle  $\text{Ni}(\text{CO})_4$  ; composés oxydés du nickel :  $\text{NiO}$ ,  $\text{Ni}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NiCO}_3$  ; composés sulfurés du nickel :  $\text{NiS}$ ,  $\text{Ni}_3\text{S}_2$  ; composés hydrosolubles du nickel :  $\text{NiCl}_2$ ,  $\text{NiSO}_4$ ) pénètre dans l'organisme par inhalation, ingestion et contact cutané.

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.

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'emphysème et une capacité respiratoire réduite, ces pathologies pouvant aller jusqu'au décès.

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.

Du point de vue des effets cancérogènes, une exposition par inhalation, principalement aux formes les moins solubles du nickel, peut induire des effets cancérogènes : cancers des fosses nasales et des poumons. Les classes de cancérogénicité définies par les instances internationales varient en fonction des diverses formes du nickel. Concernant la voie orale, il n'existe pas à l'heure actuelle d'étude disponible concernant les effets cancérogènes chez l'homme.

Selon l'ATSDR, aucune étude n'a été destinée à évaluer les effets génotoxiques chez l'homme après exposition orale au nickel. D'après l'OMS, des dommages au niveau de l'ADN ont été observés sur des cellules de mammifères exposées.

L'étude des effets sur la reproduction et le développement chez l'homme suite à des expositions au nickel demanderait à être approfondie. Chez les rats, une étude [Ambrose, 1976] au cours de laquelle trois générations de rats ont été exposées au nickel via l'eau de boisson a mis en évidence une augmentation des incidences de naissances prématurées chez les rats de première génération. Pour les plus fortes doses de nickel dans l'eau, toutes les générations ont présenté des baisses de poids corporel.

##### **Classification cancérogène du nickel :**

- **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 di-nickel classés en catégorie 1, cancérogènes pour l'homme en 2001. Le nickel métal est classé en catégorie 3 depuis 1993, substance préoccupante pour ses effets cancérogènes possibles ;
- **US-EPA** : poussières de raffinage et sous-sulfure de nickel ( $\text{Ni}_3\text{S}_2$ ) classés A, cancérogènes pour l'homme en 1991.

## 4.2.12 VANADIUM

Sources documentaires principales : [ATSDR, 1993 ; IPCS, 1988 ; OMS, 2000]

Concernant les effets systémiques du vanadium, les effets liés à une exposition par inhalation sont bien connus grâce à des études épidémiologiques chez les travailleurs. Les effets respiratoires vont des irritations de l'appareil respiratoire supérieur (toux, inflammation du pharynx) détectables à  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , à des effets plus marqués tels des bronchites chroniques et des pneumonies qui apparaissent à des niveaux d'exposition supérieurs à  $1 \text{mg}/\text{m}^3$ .

En revanche, les effets liés à une exposition chronique aux composés du vanadium par ingestion sont mal connus. On dispose de quelques études expérimentales chroniques chez le rat et la souris rapportés par l'ATSDR. Les effets rapportés incluent des effets sur le poids corporel chez le rat et la souris exposés au sulfate de vanadyle ( $\text{VOSO}_4$ ) et des effets sur le développement chez des rats (altération du métabolisme du collagène pulmonaire) exposés au métavanadate de sodium ( $\text{NaVO}_3$ ). La base de données IRIS (1996) rapporte les résultats d'une étude expérimentale chez le rat exposé au pentoxyde de vanadium ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ) dans son alimentation pendant 2,5 ans. Une diminution du taux de cystéine dans les poils de l'animal, ainsi qu'une réduction de co-enzyme A dans le foie ont été mis en évidence.

Concernant les effets cancérigènes du vanadium, dans le cadre du NTP (*National Toxicology Program*), programme américain de recherche qui dépend du *US Department of Health and Human Services*, piloté par le NIEHS (*National Institute of Environmental Health Sciences*), le pentoxyde de vanadium a été classé comme probablement cancérigène [NTP, 2001]. En outre, le Centre Internationale de recherche sur le cancer a classé le pentoxyde de vanadium cancérigène possible (groupe 2B) chez l'homme en 2006 (volume 86 des monographies du CIRC). Chez les rongeurs, les expositions au  $\text{V}_2\text{O}_5$  par inhalation peuvent générer des néoplasmes alvéolaires et bronchiolaires.

Concernant la mutagénicité du vanadium, très peu d'informations sont disponibles. Seules quelques études *in vitro* ont montré des effets clastogènes sur des cellules de mammifères.

Enfin, pour ce qui est des effets sur la reproduction et le développement, l'administration de vanadate d'ammonium à des hamsters en gestation et de pentoxyde de vanadium (subcutané et intraveineux) à des rates en gestation a eu pour résultat une augmentation de la mortalité fœtale, ainsi qu'une augmentation significative du nombre d'anormalités squelettiques. Ces études montrent un éventuel effet tératogène du vanadium.

### **Classification cancérigène du vanadium :**

- **CIRC** : pentoxyde de vanadium classé 2B (cancérigène possible chez l'homme) ;
- **Union européenne** : non classé ;
- **US-EPA** : non classé.

## 4.3 RECHERCHE ET SÉLECTION DES VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE

### 4.3.1 ACIDE CHLORHYDRIQUE

Seule l'exposition par inhalation est concernée.

Type d'effet (exposition par INHALATION)		Organe / système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR (unité)	Facteur d'incertitude	Référence, année révision
Non cancérogène	Aigu	Muqueuses	Irritation des yeux et des voies respiratoires	Homme	AREL = 2 100 µg/m <sup>3</sup> (1 heure)	1	OEHHA, 1999
	Chronique	Muqueuses	Hyperplasie des muqueuses nasales, du larynx et de la trachée	Rat	RfC = 20 µg/m <sup>3</sup>	300	US-EPA, 1995
		Appareil respiratoire	Perturbations de la fonction respiratoire		CREL = 9 µg/m <sup>3</sup>	100	OEHHA, 1999

Tableau 5 : Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour le HCl

À qualité égale, les valeurs **les plus protectrices pour la santé** sont retenues.

### 4.3.2 PARTICULES PM<sub>10</sub> ET PM<sub>2,5</sub>

Seule l'exposition par 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. Seules des fonctions exposition-risque sont proposées, notamment par l'OMS. Néanmoins leur utilisation dans le contexte des évaluations de risque sanitaire pour les installations classées n'est pas usuelle. En conséquence, on fait le choix, dans le cadre de l'ERS liés au fonctionnement de l'usine SLN de Doniambo, de ne pas quantifier les impacts sanitaires sans seuil. Souhaitant néanmoins, 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.**

	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>
Exposition aiguë (24 heures)	25 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>
Exposition chronique (année)	10 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>

Tableau 6 : Valeurs guides de l'OMS proposées et utilisées pour l'ERS liés aux particules

### 4.3.3 OXYDES D'AZOTE (NO<sub>x</sub>)

Dans la suite de l'étude, on assimile les NO<sub>x</sub> émis par l'installation à du NO<sub>2</sub> pour lequel des VTR sont disponibles.

Seule l'exposition par inhalation est concernée.

Type d'effet (exposition par INHALATION)		Organe / système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR (unité)	Facteur d'incertitude	Référence, année révision
Non cancérogène	Aigu	Poumon	Diminution de la fonction pulmonaire	Homme	VG = 200 µg/m <sup>3</sup> (1 heure)	2	OMS, 2005
			Augmentation de la réactivité bronchique chez les asthmatiques		AREL = 470 µg/m <sup>3</sup> (1 heure)	1	OEHHA, 2000
	Chronique	Poumon	Affections respiratoires chez l'enfant	Homme	VG = 40 µg/m <sup>3</sup>	2	OMS, 2005

Tableau 7 : Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour les NO<sub>x</sub>

À qualité égale, les valeurs les plus protectrices pour la santé sont retenues.

### 4.3.4 DIOXYDE DE SOUFRE (SO<sub>2</sub>)

Seule l'exposition par inhalation est concernée.

Type d'effet (exposition par INHALATION)		Organe / système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR (unité)	Facteur d'incertitude	Référence, année révision
Non cancérogène	Aigu	Appareil respiratoire	Admissions hospitalières	Homme	VG = 500 µg/m <sup>3</sup> (10 minutes) VG = 20 µg/m <sup>3</sup> (24 heures)	-	OMS, 2005
			Bronchoconstriction chez les asthmatiques		MRL = 30 µg/m <sup>3</sup> (0-15 jours)	9	ATSDR, 1998
			Bronchoconstriction		AREL = 660 µg/m <sup>3</sup> (1 heure)	1	OEHHA, 1999
	Chronique	Appareil respiratoire	Bronchoconstriction	Homme	VG = 50 µg/m <sup>3</sup>	-	OMS, 2000

Tableau 8 : Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour le SO<sub>2</sub>

À qualité égale, les valeurs les plus protectrices pour la santé sont retenues.

### 4.3.5 ANTIMOINE

L'inhalation et l'ingestion sont concernées.

Voie exposition	Type d'effet		Organe / système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR (unité)	Facteur d'incertitude	Référence, année révision
Inhalation	Non cancérigène	Chronique	Poumon	Troubles de la fonction respiratoire	Homme	RfC = 0,2 µg/m <sup>3</sup>	300	US-EPA, 1995
Ingestion (1)	Non cancérigène	Chronique	Sang	-	Rat	RfD = 0,4 µg/kg/j	1 000	US-EPA, 1987

Tableau 9 : Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour l'antimoine

Note : (1) La VTR pour une exposition via l'eau de boisson proposée par l'OMS n'est pas examinée, car les expositions n'ont pas lieu via ce vecteur.

Les VTR retenues sont **les seules disponibles** dans les bases de données.

### 4.3.6 ARSENIC

L'inhalation et l'ingestion sont concernées.

Voie exposition	Type d'effet		Organe / système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR (unité)	Facteur d'incertitude	Référence, année révision	
Inhalation	Non cancérigène	Chronique	Système cardio-vasculaire et système nerveux	Diminution du poids foetal, retard de croissance intra-utérin et malformation osseuse	Souris	CREL = 0,03 µg/m <sup>3</sup>	1 000	OEHHA, 2005	
	Cancérigène non génotoxique		Poumon	Cancer	Homme	TCA = 1 µg/m <sup>3</sup>	10	RIVM, 2001	
	Cancérigène		Poumon	Cancer	Homme	ERU <sub>i</sub> = 4,3 10 <sup>-3</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	US-EPA, 1988	
						ERU <sub>i</sub> = 1,5.10 <sup>-3</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	OMS, 2000	
						URF = 3,3.10 <sup>-3</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	OEHHA, 2005	
Ingestion	Non cancérigène		Peau	Hyperkératose	Homme	MRL / RfD = 0,3 µg/kg/j	3	ATSDR, 2000 US-EPA, 1993 OEHHA, 2003	
							TDI = 1 µg/kg/j	10	RIVM, 2001
	Cancérigène		Peau	Cancer	Homme	ERU <sub>o</sub> / URF = 1,5 (mg/kg/j) <sup>-1</sup>	-	US-EPA, 1988 OEHHA, 2005	
							ERU <sub>o</sub> = 2,5 (mg/kg/j) <sup>-1</sup>	-	Santé Canada, 2004

Tableau 10 : Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour l'arsenic

Des recommandations pour le choix des VTR de l'arsenic ont été publiées en 2006 par l'INERIS [INERIS, 2006-d]. Les principaux arguments sont rapportés ici.

Pour l'inhalation, on retient :

- pour les effets à seuil, la **VTR proposée par l'OEHHA après une analyse approfondie** de chaque valeur :
  - Le RIVM a établi en 2001 une TCA de  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour une exposition chronique par voie pulmonaire à l'arsenic inorganique. Cette valeur a été établie à partir du LOAEC de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  évalué pour les effets induits par l'arsenic trivalent. Ce LOAEC a été établi chez l'homme pour un cancer des poumons après une exposition par voie pulmonaire à l'arsenic trivalent [ATSDR, 2005-a]. Le RIVM applique à cette valeur un facteur d'incertitude de 10 afin de tenir compte de la variabilité au sein de la population humaine. Cette valeur est proposée aussi bien pour l'arsenic trivalent que pour l'arsenic pentavalent. Contrairement à l'OMS, l'US-EPA, Santé Canada et l'OEHHA, le RIVM considère que les effets cancérigènes induits par l'arsenic sont des effets à seuil (mode d'action non génotoxique). En ce qui concerne l'élaboration de la VTR, le RIVM ne cite que l'ATSDR et ne mentionne pas l'étude source ayant permis d'établir cette valeur. De plus, le LOAEC de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  n'a pas été retrouvé dans le rapport [ATSDR, 2005-a]. **Compte tenu du manque de transparence dans l'établissement de la TCA proposée par le RIVM, l'INERIS ne retient pas cette valeur ;**
  - En 2003, l'OEHHA a établi un REL de  $0,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour une exposition chronique par voie pulmonaire à l'arsenic inorganique. L'étude retenue pour l'élaboration de la VTR est de qualité moyenne. Le LOAEL de  $0,2 \text{ mg}/\text{m}^3$  proposé par l'OEHHA est basé sur l'effet observé le plus sensible qui est la diminution du poids des fœtus des souris. Le choix de retenir la diminution du poids fœtal comme effet critique pour établir le LOAEL peut être discuté. Cependant, en l'absence de certitude, l'OEHHA a décidé d'adopter une approche protectrice et considère que la réduction du poids du fœtus chez l'animal peut avoir une signification biologique. Ainsi, en l'état actuel des connaissances et des données disponibles, **il est recommandé de retenir la VTR de  $0,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$  proposée par l'OEHHA ;**
- pour les effets sans seuil, les VTR proposées par l'US-EPA et par l'OEHHA sont de qualité similaire. L'ensemble des données épidémiologiques montre une relation entre la mortalité due aux cancers du poumon et l'exposition à l'arsenic. L'US-EPA retient six études réalisées dans des fonderies situées aux États-Unis et l'OEHHA retient une étude menée sur 8 fonderies américaines. L'avantage que présente la VTR proposée par l'OEHHA est que les données issues des 8 fonderies ont été analysées dans la même étude et de la même façon. De plus, un ajustement a été fait en tenant compte du tabagisme. **Il est donc conseillé de retenir la VTR de  $3,3 \cdot 10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$  de l'OEHHA.**

Pour l'ingestion :

- pour les effets à seuil, les VTR de l'ATSDR, de l'US-EPA et de l'OEHHA sont homogènes, égales à  **$0,3 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$** . Par ailleurs, compte tenu du manque de transparence dans l'établissement de la TDI proposée par le RIVM, l'INERIS ne retient pas cette valeur ;
- pour les effets sans seuil, la VTR de Santé Canada n'est pas jugée valide. **L'ERU proposé par l'US-EPA et l'OEHHA est retenu préférentiellement.**

### 4.3.7 CADMIUM

L'inhalation et l'ingestion sont concernées.

Voie exposition	Type d'effet		Organe / système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR (unité)	Facteur d'incertitude	Référence, année révision
Inhalation	Non cancérigène	Chronique	Rein	Induction de dysfonctionnement tubulaire	Homme	VG = $5.10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$	60	OMS, 2000
			Rein et poumon	Troubles rénaux et respiratoires	Homme	REL = $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$	30	OEHHA, 2005
	Cancérigène		Poumon	Cancer	Homme	ERUi = $1,8 \cdot 10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	-	US-EPA, 1999
						URF = $4,2 \cdot 10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	-	OEHHA, 2005
Ingestion (1)	Non cancérigène		Rein	Protéinurie	Homme	MRL = $0,2 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	10	ATSDR, 1999
						DHTP = $7 \cdot 10^{-3} \text{mg}/\text{kg}/\text{j}$ soit $1 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ RfD = $1 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	10	OMS/JECFA, 2004 US-EPA, 1994

Tableau 11 : Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour le cadmium

Note : (1) Seules les VTR pour une exposition par ingestion via l'alimentation sont rapportées (puisque les expositions considérées se font principalement via l'alimentation, et non pas par l'eau de boisson).

Pour l'inhalation, à qualité égale, ce sont les VTR **les plus protectrices pour la santé** qui sont retenues.

Pour l'ingestion, une analyse approfondie des VTR a été conduite. Dans l'étude princeps considérée par l'ATSDR pour l'élaboration de la VTR, les auteurs ont mesuré la  $\beta$ 2-microglobulinurie. Or, **cette dernière ne s'avère pas être un bon paramètre pour évaluer la toxicité rénale. La VTR proposée par l'ATSDR n'est donc pas retenue par l'INERIS.** L'US-EPA et l'OMS/JECFA proposent une VTR de  $1 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ . Les informations de la littérature considérées sont de bonne qualité et le même raisonnement a été tenu pour établir les facteurs de sécurité. **C'est ainsi cette valeur de  $1 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$  qui est retenue.**

### 4.3.8 CHROME VI

Dans le cadre de cette étude, à défaut d'information sur la valence du chrome émis par la centrale (avec ou sans recyclage d'huiles), **on considère qu'il s'agit exclusivement de chrome hexavalent.**

L'inhalation et l'ingestion sont concernées.

Voie exposition	Type d'effet		Organe / système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR (unité)	Facteur d'incertitude	Référence, année révision
Inhalation	Non cancérigène	Chronique	Appareil respiratoire	Troubles de la fonction respiratoire	Rat	Particules de chrome VI RfC = 0,1 µg/m <sup>3</sup>	300	US-EPA, 1998
				Atrophie du septum nasal	Homme	Vapeurs de chrome VI RfC = 8.10 <sup>-3</sup> µg/m <sup>3</sup>	90	US-EPA, 1998
				Troubles de la fonction respiratoire	Rat	CREL = 0,2 µg/m <sup>3</sup>	100	OEHHA, 2000
	Cancérigène		Poumon	Cancer	Homme	ERUi = 1,2.10 <sup>-2</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	US-EPA, 1998
						URF = 4,2.10 <sup>-2</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	OMS, 2000
						URF = 1,5.10 <sup>-1</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	OEHHA, 2005
Ingestion	Non cancérigène	-	-	Effets divers	Rat	RfD = 3 µg/kg/j	300	US-EPA, 1998
	Cancérigène	-	Estomac	Cancer	Souris	URF = 4,2.10 <sup>-4</sup> (µg/kg/j) <sup>-1</sup>	-	OEHHA, 2005

Tableau 12 : Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour le chrome VI

Pour l'inhalation :

- pour les effets à seuil, les VTR proposées par l'US-EPA sont préférées à celle de l'OEHHA qui est moins protectrice pour la santé. Ensuite, dans la mesure où **le chrome en présence est sous forme particulaire** et non pas d'aérosols d'acide chromique, **on retient la VTR la plus adaptée dans ce contexte** ;
- pour les effets sans seuil, à qualité similaire, on retient préférentiellement la VTR de l'OEHHA **la plus protectrice pour la santé**.

Pour l'ingestion, les seules VTR disponibles sont retenues.

#### 4.3.9 COBALT

L'inhalation et l'ingestion sont concernées.

Voie exposition	Type d'effet		Organe / système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR (unité)	Facteur d'incertitude	Référence, année révision
Inhalation	Non cancérigène	Chronique	Appareil respiratoire	Troubles de la fonction respiratoire	Homme	MRL = 0,1 µg/m <sup>3</sup>	10	ATSDR, 2004
			Poumons	Troubles pulmonaires	Homme	TCA = 0,5 µg/m <sup>3</sup>	100	RIVM, 2000
Ingestion	Non cancérigène	-	Cœur	Cardio-myopathie	Souris	TDI = 1,4 µg/kg/j	30	RIVM, 2000

Tableau 13 : Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour le cobalt

Pour l'inhalation, on retient la VTR la plus protectrice pour la santé humaine.

Pour l'ingestion, une seule VTR est disponible.

### 4.3.10 MANGANÈSE

L'inhalation et l'ingestion sont concernées.

Voie exposition	Type d'effet		Organe / système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR (unité)	Facteur d'incertitude	Référence, année révision
Inhalation	Non cancérogène	Chronique	Système nerveux central	Troubles neurocomportementaux	Homme	MRL = 0,04 µg/m <sup>3</sup>	500	ATSDR, 2000
						RfC = 0,05 µg/m <sup>3</sup>	1 000	US-EPA, 1993
						VG = 0,15 µg/m <sup>3</sup>	50	OMS, 2000
						CREL = 0,2 µg/m <sup>3</sup>	300	OEHHA, 2005
Ingestion	Non cancérogène		Système nerveux central	Fatigue, tremblement	Homme	TDI = 140 µg/kg/j	1	US-EPA, 1996

Tableau 14 : Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour le manganèse

Pour l'inhalation, à qualité égale des données et raisonnements pour l'élaboration des VTR, on retient la plus protectrice pour la santé humaine.

Pour l'ingestion, une seule VTR est disponible.

### 4.3.11 NICKEL

L'inhalation et l'ingestion sont concernées.

Voie exposition	Type d'effet		Organe / système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR (unité)	Facteur d'incertitude	Référence, année révision	
Inhalation	Non cancérogène	Chronique	Appareil respiratoire	Atteinte des épithéliums	Rat	MRL = 0,09 µg/m <sup>3</sup> draft	30	ATSDR, 2003 draft	
						TCA = 0,05 µg/m <sup>3</sup>	100	RIVM, 2000	
						CREL = 0,05 µg/m <sup>3</sup>	30	OEHHA, 2005	
	Cancérogène			Poumon	Cancer	Homme	Monoxyde de nickel : TCA = 0,02 µg/m <sup>3</sup>	1 000	Santé Canada, 1994
							ERUi = 3,8.10 <sup>-4</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	OMS, 2000
							Sous-sulfure de nickel : ERUi = 4,8.10 <sup>-4</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	US-EPA, 1991
							ERUi = 2,4.10 <sup>-4</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	US-EPA, 1991
						ERUi = 2,6.10 <sup>-4</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	OEHHA, 2005	
Ingestion (1)	Non cancérogène			Perte de poids	Rat	RfD = 20 µg/kg/j	300	US-EPA, 1996	
						TDI = 50 µg/kg/j	100	RIVM, 2000	

Tableau 15 : Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour le nickel

Note : (1) La VTR pour une exposition via l'eau de boisson proposée par l'OMS/JECFA n'est pas examinée, car les expositions n'ont pas lieu via ce vecteur.

Pour l'inhalation et pour l'ingestion, à qualité égale des données, on retient les VTR **les plus protectrices pour la santé humaine. Compte tenu des émissions spécifiques de sous-sulfure de nickel au niveau de certaines installations, la VTR pour les effets cancérigènes liés à l'inhalation de cette forme du nickel est également prise en compte.**

#### 4.3.12 VANADIUM

L'inhalation et l'ingestion sont concernées.

Voie exposition	Type d'effet		Organe / système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR (unité)	Facteur d'incertitude	Référence, année révision
Inhalation	Non cancérigène	Chronique	Système respiratoire	Troubles de la fonction respiratoire	Homme	VG = 1 µg/m <sup>3</sup>	-	OMS, 2000
Ingestion	Non cancérigène		-	Diminution de la cystine dans les poils	Rat	RfD = 9 µg/kg/j	100	US-EPA, 1996

*Tableau 16 : Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour le vanadium*

Les VTR retenues sont **les seules disponibles** dans les bases de données.

#### 4.4 RÉCAPITULATIF DES VTR RETENUES

Le Tableau 17 récapitule les VTR retenues pour la suite de l'étude.

	Effet à seuil		Effet sans seuil	
	Inhalation VTR en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ingestion VTR en $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	Inhalation VTR en $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	Ingestion VTR en $(\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$
<b>Particules assimilées à des PM<sub>10</sub></b>	aiguë (24h) : 50 (OMS, 2005)	-	-	-
	chronique : 20 (OMS, 2005)			
<b>Particules assimilées à des PM<sub>2,5</sub></b>	aiguë (24h) : 25 (OMS, 2005)	-	-	-
	chronique : 10 (OMS, 2005)			
<b>NO<sub>x</sub> assimilés à du NO<sub>2</sub></b>	aiguë (1h): 200 (OMS, 2005)	-	-	-
	chronique : 40 (OMS, 2005)			
<b>SO<sub>2</sub></b>	aiguë (10 min / 24h): 500 / 20 (OMS, 2005)	-	-	-
	chronique : 50 (OMS, 2000)			
<b>HCl</b>	9 (OEHHA, 1999)	-	-	-
<b>Sb</b>	0,2 (US-EPA, 1995)	0,4 (US-EPA, 1987)	-	-
<b>As</b>	0,03 (OEHHA, 2005)	0,3 (ATSDR, 2000)	$3,3 \cdot 10^{-3}$ (OEHHA, 2005)	$1,5 \cdot 10^{-3}$ (US-EPA, 1998)
<b>Cd</b>	$5 \cdot 10^{-3}$ (OMS, 2000)	1 (US-EPA, 1994)	$4,2 \cdot 10^{-3}$ (OEHHA, 2005)	-
<b>Co</b>	0,1 (ATSDR, 2004)	1,4 (RIVM, 2000)	-	-
<b>Cr VI</b>	0,1 (US-EPA, 1998)	3 (US-EPA, 1998)	$1,5 \cdot 10^{-1}$ (OEHHA, 2005)	$4,2 \cdot 10^{-4}$ (OEHHA, 2005)
<b>Mn</b>	0,04 (ATSDR, 2000)	140 (US-EPA, 1996)	-	-
<b>Ni (formes non sulfurées)</b>	0,02 (Santé Canada, 1994)	20 (US-EPA, 1991)	$3,8 \cdot 10^{-4}$ (OMS, 2000)	-
<b>NiS / Ni<sub>3</sub>S<sub>2</sub></b>			$4,8 \cdot 10^{-4}$ (US-EPA, 1991)	-
<b>V</b>	1 (OMS, 2000)	9 (US-EPA, 1996)	-	-

Tableau 17 : VTR retenues pour chaque traceur du risque sanitaire

## **5. EVALUATION DES EXPOSITIONS DES RIVERAINS**

### **5.1 RAPPEL DES POPULATIONS RIVERAINES EXPOSÉES ET DES USAGES DE L'ENVIRONNEMENT LOCAL**

Dans le cadre de l'ERS de 2004, le recensement du nombre d'habitants par quartier et l'inventaire des établissements « sensibles » à proximité de l'usine ont été réalisés (Tableaux 7 et 8 du rapport INERIS 2004). Depuis, il n'y a pas eu de modifications majeures ; les effectifs de ces établissements ont évolué, mais non significativement. On note seulement :

- l'existence d'un nouveau collège dans le quartier des Portes de Fer (distance 2 km ; 815 élèves) ;
- l'implantation d'un plateau sportif dans le quartier de Ducos (au nord du site).

Concernant l'environnement local, ce dernier n'a pas non évolué de façon notable depuis l'étude de 2004. On considère donc toujours que :

- l'environnement proche est industriel (entreprises de taille moyenne) et urbain ;
- **l'élevage est quasi inexistant à Nouméa ;**
- les cultures sont limitées (1 % de surface agricole utilisée, incluant 0,2 % de jardins potagers familiaux) et il s'agit exclusivement de **légumes-racines** (ignames, pommes de terre, carottes...) et de **légumes-feuilles** (laitue...) ;
- **il n'y a pas lieu de tenir compte des expositions via l'eau de boisson**, cette dernière provenant du barrage et des stations de pompage de Dumbéa non impactées par les activités du site de Doniambo ;
- bien qu'interdite, **la pêche dans la Grande Rade de Nouméa est pratiquée.**

### **5.2 VOIES ET VECTEURS D'EXPOSITION ÉTUDIÉS**

Les voies d'exposition prises en compte sont donc :

- **l'inhalation** *pour toutes les substances*. En outre, il convient d'étudier spécifiquement l'impact des maxima des concentrations en PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>x</sub> et SO<sub>2</sub> dans un contexte d'exposition aiguë ;
- **l'ingestion** :
  - de **poussières** pour les substances susceptibles de se déposer sur les sols. Il s'agit exclusivement des composés particuliers, à savoir tous les *métaux* retenus, les gaz étant dispersés ou se dégradant par photochimie ;
  - de **légumes-racines et légumes-feuilles**. Dans l'ERS de 2004, les transferts aux végétaux n'avaient pas été étudiés pour tous les métaux. Depuis lors, la revue bibliographique des facteurs de bioconcentration réalisée dans le cadre de l'expertise du groupe radioécologie Nord-Cotentin est exploitée [GRNC, 2001] et la contamination des légumes par *tous les métaux* prise en compte ;

- de **poissons pêchés dans la Grande Rade**. D'après la littérature scientifique et la base de données HSDB<sup>16</sup>, parmi les métaux étudiés, l'arsenic et le vanadium ne sont pas susceptibles d'être transférés dans la chair de poisson [INERIS, 2006-b]. Par ailleurs, la contamination de la Grande Rade de Nouméa attribuable à l'usine de Doniambo est principalement liée aux rejets aqueux du site, contenant du nickel, du manganèse et du cobalt<sup>17</sup>. Autrement dit, la contamination des eaux de la Grande Rade attribuable uniquement aux dépôts atmosphériques particuliers d'antimoine, de chrome VI et de cadmium apparaît négligeable au regard de la contribution directe des rejets aqueux. En première approche de l'ERS, les expositions des riverains à l'antimoine, au chrome hexavalent et au cadmium via l'ingestion de poissons pêchés dans la Grande Rade ne sont pas considérées.

Enfin, **les expositions suivantes, exclues lors de l'ERS de 2004, car non pertinentes ou négligeables, le sont également dans cette mise à jour :**

- l'exposition cutanée lors de la baignade dans la Grande Rade, en l'absence de données scientifiques sur la perméation cutanée des substances étudiées et de valeurs toxicologiques de référence pour cette voie d'exposition ;
- l'absorption cutanée des gaz et particules en suspension dans l'air ;
- l'inhalation de particules de sol remises en suspension dans l'air ;
- l'ingestion d'animaux terrestres chassés dans la zone d'influence des rejets atmosphériques de l'installation ;
- l'ingestion de lait maternel, en l'absence de données relatives au transfert des substances étudiées vers cette matrice.

Le Tableau 18 propose la synthèse des voies et vecteurs d'exposition étudiés.

	Inhalation		Ingestion					
	Aiguë	Chronique	Sol	Légumes-racines et légumes-feuilles	Viande, lait et œufs	Poisson	Eau de boisson	Lait maternel
<b>PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>x</sub> et SO<sub>2</sub></b>	✓	✓						
<b>HCl</b>		✓						
<b>Sb, As, Cd, Cr VI et V</b>		✓	✓	✓				
<b>Co, Mn et Ni</b>		✓	✓	✓		✓		

*Tableau 18 : Bilan des milieux d'exposition retenus pour la mise à jour de l'ERS de l'usine Doniambo*

<sup>16</sup> <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>

<sup>17</sup> parmi les composés étudiés (cf. inventaire exhaustif des rejets aqueux dans le rapport d'ERS de 2004)

### 5.3 CONCENTRATIONS DANS L'ENVIRONNEMENT

Compte tenu des voies et vecteurs d'exposition retenus pour l'étude, **il convient de déterminer les concentrations dans :**

- **l'air (moyennes et maxima) ;**
- **les sols superficiels ;**
- **les légumes-racines et les légumes-feuilles ;**
- **les poissons.**

**Pour ce faire, on a recours à la modélisation et/ou à la mesure** dès lors que les concentrations en traceurs des risques sanitaires retenus ont été mesurées dans certains compartiments environnementaux.

#### 5.3.1 CONCENTRATIONS DANS L'AIR AMBIANT DU SITE

##### 5.3.1.1 ANALYSE DE LA MÉTÉOROLOGIE LOCALE

En préambule des travaux de modélisation, on conduit une analyse de la météorologie locale en vue d'**identifier des situations météorologiques défavorables en termes de dispersion et susceptibles de conduire à des pics d'exposition des populations riveraines, et de mieux interpréter les résultats.**

##### 5.3.1.1.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET CLIMATOLOGIE

Afin de mieux comprendre certains aspects de la météorologie locale, les caractéristiques géographiques et climatiques du site et de son environnement sont rappelées.

Située dans l'océan Pacifique à 1 500 km à l'Est de l'Australie et à 2 000 km au Nord de la Nouvelle-Zélande, la Nouvelle-Calédonie est un archipel d'Océanie localisé en Mélanésie, à quelques degrés au nord du Tropique du Capricorne. La superficie de l'archipel est de 19 100 km<sup>2</sup>. La Chaîne Centrale est la chaîne montagneuse qui partage longitudinalement l'île principale : Grande Terre. Cette chaîne est décalée à l'Est de l'axe de la Grande terre, privilégiant les pentes abruptes du côté orientale de l'île. C'est donc sur le versant Est que se situent les points culminants de la Chaîne Centrale, le mont Panié dans la partie Nord de l'île s'élève à 1 628 m, le mont Humboldt atteint 1 618 m dans le Sud de l'île.

La Nouvelle-Calédonie se situe donc dans la zone intertropicale où se forment et se développent les dépressions tropicales. Très isolé, l'archipel est directement exposé aux alizés et bénéficie d'un climat relativement tempéré qualifié de « tropical océanique ».

Les positions respectives de la zone de convergence intertropicale (ZCIT) permettent de différencier **deux saisons principales et deux intersaisons :**

- de mi-novembre à mi-avril : la ZCIT se trouve dans l'hémisphère Sud, c'est la **saison chaude et humide** ou « saison des cyclones ». Les dépressions tropicales se formant dans cette zone peuvent évoluer en cyclones dont les trajectoires approchent fréquemment l'archipel ;

- de mi-avril à mi-mai : la ZCIT remonte vers l'hémisphère Nord avec pour conséquences des dépressions plus espacées dans le temps et moins actives. Les précipitations se font donc moins abondantes alors que la température commence à baisser ;
- de mi-mai à mi-septembre : c'est la saison fraîche. La ZCIT est dans l'hémisphère Nord. Les perturbations tropicales n'atteignent plus le territoire, en revanche, des perturbations polaires traversant la mer de Tasman viennent provoquer des « coups d'Ouest » dans tout l'archipel. La température est minimale ;
- de mi-septembre à mi-novembre : c'est la saison sèche. La ZCIT redescendant vers le sud est encore trop lointaine pour que son action se ressente en Nouvelle-Calédonie. La ceinture anticyclonique subtropicale alors maximale constitue une barrière naturelle qui coupe la route des perturbations d'origine polaire. La température remonte alors que la pluviométrie est minimale. Les alizés soufflent quotidiennement.

### 5.3.1.1.2 ANALYSE DES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES DU SITE

#### 5.3.1.1.2.1 LES VENTS

Les données météorologiques relatives à la période du 1<sup>er</sup> janvier 2004 au 31 décembre 2006<sup>18</sup> sont issues de la station météorologique de Nouméa (latitude : 22°16'36"S – longitude : 166°27'12"E). Il s'agit des paramètres tri-horaires d'intensité du vent, de direction du vent, de précipitations, de température et de nébulosité.

La rose des vents pour ces trois années est présentée sur la Figure 1.

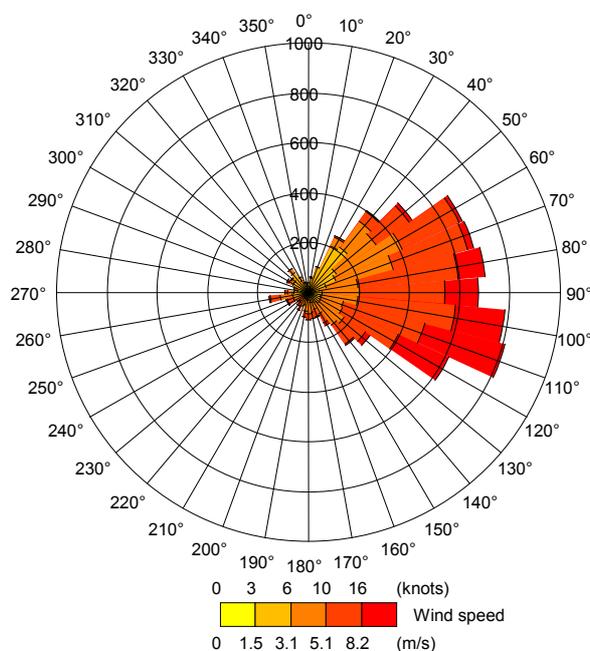


Figure 1 : Rose des vents pour la période 2004-2006

<sup>18</sup> Les données météorologiques les plus récentes font l'objet de cette analyse.

Le premier constat est la grande prédominance des vents d'Est : 75 % des vents proviennent du secteur Est ( $\sim 40^\circ$ - $140^\circ$ ). Ceci s'explique simplement en considérant que la Nouvelle Calédonie se situe dans la zone intertropicale et est donc exposée aux alizés qui soufflent vers l'Ouest dans l'hémisphère Sud. Ces vents sont donc relativement forts puisque leur moyenne atteint 6,1 m/s. Seuls 11 % des vents proviennent du secteur Ouest ( $\sim 220^\circ$ - $320^\circ$ ). Ils atteignent une intensité moyenne de 3,6 m/s. Les 14 % restants se répartissent équitablement entre les secteurs Nord (7 %) et Sud (8 %) avec une intensité moyenne de 2,4 m/s pour le Nord et 4,5 m/s pour le Sud.

De manière générale, l'intensité des vents est assez importante. En effet, la moyenne des intensités sur l'ensemble de la période est de 4,2 m/s.

La répartition des vents par secteur de forces sur l'échelle de Beaufort est donnée sur la Figure 2.

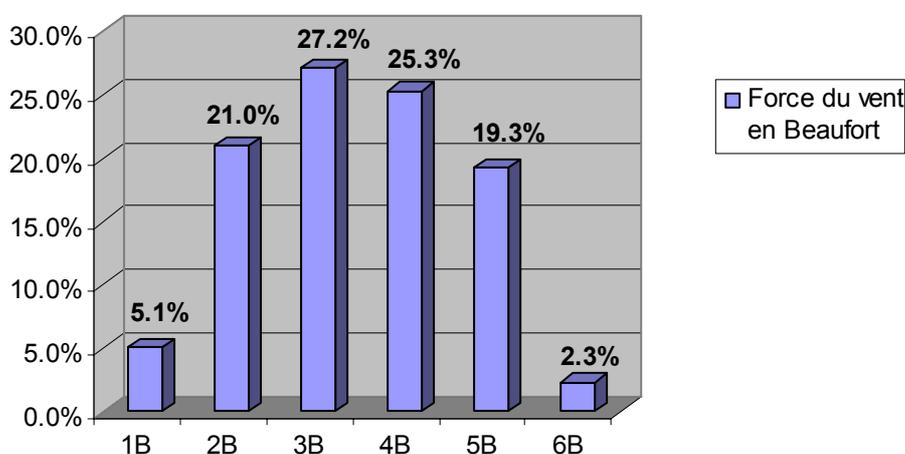


Figure 2 : Répartition des vents suivant l'échelle de Beaufort

Les intensités de vent peuvent donc être réparties en trois classes :

- les vents d'intensité faible : Force 1 à 2, i.e. de 0 à 3 m/s, 26 % des cas ;
- les vents d'intensité moyenne : Force 3 à 4, i.e. de 3 à 6 m/s, 27 % des cas ;
- les vents modérés à forts, supérieurs à Force 4, i.e. supérieurs à 6 m/s, 47 % des cas.

#### 5.3.1.1.2.2 ÉTUDE DE LA STRATIFICATION DE L'ATMOSPHÈRE

Les caractéristiques de la dispersion d'un rejet atmosphérique sont fortement influencées par l'état de stabilité de l'atmosphère. Plusieurs méthodes permettent de quantifier cette instabilité [Pasquill, 1961, 1974] modifiée par [Gifford, 1962 ; Turner, 1964 ; Monin-Obukhov, 1954].

La théorie de similitude de Monin-Obukhov quantifie de façon continue la turbulence mécanique et thermique de l'atmosphère. Cette théorie est utilisée par de nombreux modèles 3D permettant ainsi une caractérisation tridimensionnelle de la stabilité atmosphérique.

En effet, la longueur de Monin-Obukhov quantifie l'importance relative de la turbulence thermique de l'air (générée par le réchauffement de l'air au contact du sol) par rapport à la turbulence mécanique (générée par le frottement du vent sur le sol). Cette longueur permet de caractériser la stratification thermique de l'écoulement et donc sa stabilité verticale. Dans la présente étude, la longueur de Monin-Obukhov a été calculée avec le préprocesseur météorologique du logiciel ADMS à partir des paramètres d'intensité du vent, de nébulosité, de température, ainsi que la date et l'heure de la mesure à la position géographique du site.

Les classes de stabilité atmosphérique ont été calculées en estimant la longueur de Monin-Obukhov et son équivalent en classe de Pasquill selon les relations de correspondances établies par [Golder, 1972] puis Lees qui y introduit le paramètre de rugosité (cf. Figure 3).

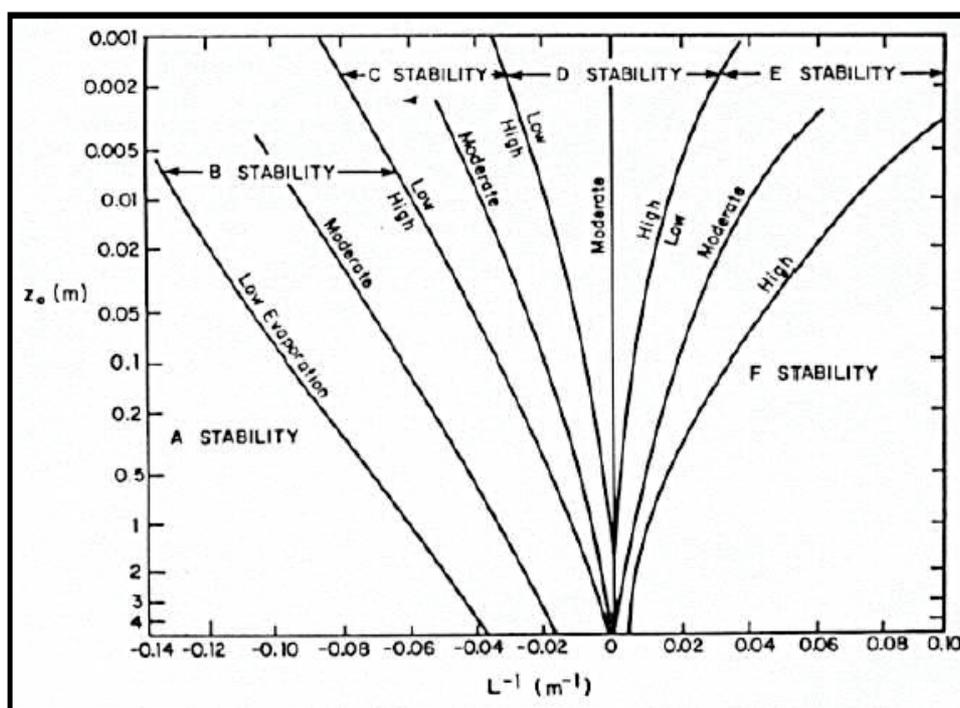


Figure 3 : Correspondance entre l'inverse de la longueur de Monin-Obukhov, les classes de Pasquill et le paramètre de rugosité de Lees

La répartition de l'ensemble des situations météorologiques par classe de stabilité est donnée dans le Tableau 19.

Très instable	0,6 %
Instable	2,0 %
Neutre instable	5,7 %
Neutre stable	68,1 %
Stable	14,1 %
Très stable	9,6 %

Tableau 19 : Répartition des classes de stabilité pour la période 2004-2006 pour Nouméa

L'étude de la répartition des classes de stabilité atmosphérique montre la **prédominance des classes neutres** (73,8 % des cas). Les classes instables sont peu importantes (2,6 %), ce qui peut s'expliquer par le statut insulaire de la Nouvelle-Calédonie. En conséquence, les classes stables sont relativement importantes (23,7 %).

#### 5.3.1.1.2.3 CONCLUSION SUR L'ANALYSE MÉTÉOROLOGIQUE

L'étude des paramètres météorologiques issus de la station Météo France de Nouméa pour les années 2004 à 2006, permet de caractériser les vents en termes de direction et d'intensité, ainsi que la stratification de l'atmosphère. Les caractéristiques tropicales du site sont confirmées. Le site étant situé en bordure de mer et protégé par une barrière de relief suivant l'axe de l'île, 75 % du temps, le vent souffle vers la mer entraînant l'ensemble des rejets du site dans cette direction. Les intensités de vents sont en moyenne relativement élevées (4,2 m/s). Les classes de stabilité calculées à l'aide de la longueur de Monin-Obukhov montrent une prépondérance des classes neutres pour 73,8 % du temps. Les classes instables favorisant la dispersion des rejets atmosphériques sont peu présentes (2,6 % du temps).

#### 5.3.1.1.3 DISCUSSION SUR LES SITUATIONS PARTICULIÈRES À MODÉLISER

Les directions de vents les plus défavorables sont les directions qui dispersent les rejets vers des zones habitées. L'analyse météorologique indique que **seuls les vents d'Ouest de faibles occurrences sont susceptibles d'être défavorables en terme d'exposition des populations**. Ils sont donc étudiés spécifiquement pour la modélisation de la dispersion suivant les conditions météorologiques qualifiées de particulières.

Les critères de stabilité et d'intensité de vent retenus pour les modélisations « particulières » sont ceux que l'on retrouve le plus dans la période considérée : stratifications neutre et stable, intensité de vent variable de faible à fort pour la stratification neutre, intensité de vent faible pour la stratification stable, afin d'estimer la distance maximale d'impact.

**Au bilan, les situations météorologiques retenues pour les modélisations particulières sont les suivantes :**

1. vent d'Est, stratification neutre, intensité du vent moyenne (situation la plus fréquente) ;
2. vent d'Ouest, stratification stable, intensité du vent faible ;
3. vent d'Ouest, stratification neutre, intensité du vent faible ;
4. vent d'Ouest, stratification neutre, intensité du vent moyenne ;
5. vent d'Ouest, stratification neutre, intensité du vent fort.

### 5.3.1.2 MODÉLISATION DES CONCENTRATIONS DANS L'AIR AMBIANT DU SITE

#### 5.3.1.2.1 MISE EN ŒUVRE DU MODÈLE ADMS3

Les calculs sont conduits **pour l'ensemble des 23 cheminées du site, incluant la centrale en configuration de recyclage d'huiles ou non, ainsi que les sources diffuses**<sup>19</sup>.

Le modèle ADMS3, version 3.3 <sup>20</sup>, a été mis en œuvre avec les **mêmes données de site** (modèle numérique de terrain, bâtiments), les **mêmes paramètres** (rugosité, caractéristiques des polluants) et les **mêmes hypothèses de calcul** (prise en compte du dépôt sec et humide des particules, de l'effet du relief et de celui des bâtiments) que dans l'étude de 2004.

#### Les modifications des données d'entrée concernent :

- les **données d'émission** : mises à jour, sans et avec recyclage d'huiles usagées ;
- les **données météorologiques** : les données tri-horaires des années 2004, 2005 et 2006 des stations de Nouméa (direction et vitesse de vent, température et pluviométrie) et de Tontouta (nébulosité) ont été utilisées. Dans la première étude, les années 2000 et 2001 avaient été considérées.

En complément de la modélisation des concentrations moyennes, on cherche à approcher les **valeurs maximales des concentrations** qui peuvent être atteintes pour les substances pour lesquelles on dispose de valeurs toxicologiques de référence pour des expositions de courte durée (1 heure ou 1 jour)<sup>21</sup>. Ainsi, les **percentiles 99,9 horaires ou journaliers** sont modélisés pour les substances concernées par les expositions aiguës, en l'occurrence les PM<sub>10</sub> (VTR<sub>aiguë</sub> 24 h), les PM<sub>2,5</sub> (VTR<sub>aiguë</sub> 24 h), les NO<sub>x</sub> (VTR<sub>aiguë</sub> 1 h) et le SO<sub>2</sub> (VTR<sub>aiguë</sub> 24 h). Les percentiles 99,9 sont préférés aux percentiles 100 pour éviter les valeurs aberrantes qui peuvent être obtenues lors du calcul de ces derniers. Les flux à l'émission restent identiques.

Dans la mesure où le recyclage d'huiles n'a pas lieu systématiquement les mêmes jours (répartition aléatoire des 80 jours/an de recyclage), on ne peut envisager le recours à un fichier d'émissions variables qui associe un flux donné à une période donnée. En conséquence, deux séries de calcul sont conduites : la première avec les données de flux à l'émission de la centrale hors période de recyclage et la seconde avec les valeurs des flux à l'émission de la centrale pendant le recyclage d'huiles. **Le prorata des jours concernés dans l'année (respectivement 285 et 80 jours) est appliqué ultérieurement** lors du calcul des concentrations inhalées par les populations riveraines et le calcul de la moyenne annuelle des dépôts.

---

<sup>19</sup> Autrement dit, l'évaluation de l'impact sanitaire lié au recyclage d'huiles est réalisée considérant le site SLN de Doniambo dans sa globalité (incluant la centrale) et non uniquement la centrale.

<sup>20</sup> Par rapport à la version 3.1 d'ADMS3 précédemment utilisée, la version 3.3 inclut une mise à jour de la paramétrisation du dépôt sec.

<sup>21</sup> Ceci constitue une des évolutions méthodologiques des évaluations de risques sanitaires pour les installations classées depuis 2004.

Les flux à l'émission sont :

- identiques à ceux de 2004 pour les cheminées 1 à 19 et les rejets diffus ;
- ceux rapportés dans le Tableau 20 pour les 4 cheminées de la centrale (cheminées 20 à 23).

en g/s	Hors recyclage	En période de recyclage
<b>PM<sub>10</sub></b>	0,76	2,02
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	0,22	0,67
<b>SO<sub>2</sub></b>	594	793
<b>NO<sub>x</sub></b>	54	83
<b>HCl</b>	8,4E-01	7,3E-01
<b>Ni formes sulfurées</b>	0	0
<b>Ni autres formes</b>	1,0E-01	1,1E-01
<b>Mn</b>	4,7E-03	2,2E-03
<b>Co</b>	4,6E-04	2,0E-03
<b>V</b>	5,0E-01	5,1E-01
<b>Cd</b>	4,3E-04	1,2E-04
<b>As</b>	2,3E-03	1,5E-03
<b>Cr VI</b>	3,1E-03	1,1E-03
<b>Sb</b>	1,3E-03	1,6E-03

Tableau 20 : Flux à l'émission des 4 cheminées de la centrale (g/s)

#### 5.3.1.2.2 RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE

Comme pour l'ERS de 2004, les résultats des **concentrations atmosphériques** modélisées sont rapportés (percentiles 99,9 dans le Tableau 21 et concentrations moyennes dans le Tableau 22) :

- au maximum des concentrations pour une zone habitée, à savoir le quartier de Montagne coupée en bordure de site à l'Est ;
- aux 3 stations de mesures du réseau SLN : Logicoop est sous les vents, Vallée du Tir et Montravel sont dans l'enceinte d'écoles. Les concentrations en ces points sont ensuite exploitées pour la vérification de la cohérence de la modélisation par rapport aux concentrations mesurées (cf. paragraphe 5.3.1.2.3) ;
- à deux endroits denses en population et plus éloignés de l'usine : le centre ville et le quartier de la Vallée des Colons.

Les résultats des **dépôts sur les sols** modélisés (Tableau 23) sont rapportés pour les endroits pertinents pour l'évaluation des risques liés à l'ingestion que sont :

- la station Vallée du Tir, où se trouvent plusieurs écoles et un terrain de sport ;
- la presqu'île de Ducos, où se trouvent les jardins potagers les plus exposés.

### Maxima des concentrations atteints dans l'air ambiant localement

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Coordonnées dans le repère local		Hors période de recyclage d'huiles usagées			
			PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
1 <sup>ères</sup> habitations exposées	250	-250	20	4	94	233
Centre Ville	0	-2 000	1	0	35	45
Vallée des Colons	1 500	-2 000	2	0	57	58
Vallée du Tir	500	-500	8	2	63	94
Montravel	1 500	250	4	1	244	103
Logicoop	-1 000	2 000	2	0	100	56

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Coordonnées dans le repère local		En période de recyclage d'huiles usagées			
			PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
1 <sup>ères</sup> habitations exposées	250	-250	20	4	94	233
Centre Ville	0	-2 000	2	0	46	200
Vallée des Colons	1 500	-2 000	2	1	77	250
Vallée du Tir	500	-500	9	2	76	193
Montravel	1 500	250	6	2	318	416
Logicoop	-1 000	2 000	2	1	130	224

Tableau 21 : Résultats de la modélisation des percentiles 99,9 des concentrations en particules, NO<sub>x</sub> et SO<sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

## Concentrations moyennes dans l'air ambiant local

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Hors période de recyclage d'huiles usagées													
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	HCl	Co	V	Ni non S	Ni S	Mn	Cd	As	Cr VI	Sb
<b>1<sup>ères</sup> habitations exposées</b>	1,89	0,30	9,67	1,63	2,22E-04	3,99E-03	1,10E-04	0,27	1,72E-02	1,05E-02	9,50E-08	5,08E-07	6,85E-07	2,87E-07
<b>Centre Ville</b>	0,11	0,02	1,55	0,24	6,07E-03	1,86E-04	3,53E-03	1,17E-02	5,72E-04	7,91E-04	3,04E-06	1,62E-05	2,19E-05	9,18E-06
<b>Vallée des Colons</b>	0,13	0,03	3,63	0,55	1,52E-02	2,12E-04	6,37E-03	1,29E-02	5,71E-04	1,15E-03	5,47E-06	2,93E-05	3,95E-05	1,66E-05
<b>Vallée du Tir</b>	0,84	0,17	5,42	1,51	5,69E-03	9,72E-04	2,60E-03	6,99E-02	7,39E-04	6,21E-03	2,23E-06	1,20E-05	1,61E-05	6,76E-06
<b>Montravel</b>	0,23	0,06	12,5	1,77	5,91E-02	4,20E-04	2,51E-02	2,76E-02	1,33E-03	1,71E-03	2,15E-05	1,15E-04	1,55E-04	6,51E-05
<b>Logicoop</b>	0,17	0,05	8,08	1,16	3,76E-02	2,74E-04	1,40E-02	1,82E-02	7,81E-04	1,18E-03	1,21E-05	6,45E-05	8,70E-05	3,65E-05
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	En période de recyclage d'huiles usagées													
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	HCl	Co	V	Ni non S	Ni S	Mn	Cd	As	Cr VI	Sb
<b>1<sup>ères</sup> habitations exposées</b>	1,89	0,30	9,69	1,65	2,10E-04	3,99E-03	1,43E-04	0,27	1,72E-02	1,05E-02	3,36E-08	4,20E-07	3,08E-07	4,48E-07
<b>Centre Ville</b>	0,12	0,03	2,03	0,79	5,69E-03	1,97E-04	3,77E-03	1,18E-02	5,72E-04	7,74E-04	8,86E-07	1,11E-05	8,12E-06	1,18E-05
<b>Vallée des Colons</b>	0,15	0,04	4,82	1,93	1,42E-02	2,33E-04	6,83E-03	1,31E-02	5,71E-04	1,12E-03	1,61E-06	2,01E-05	1,47E-05	2,14E-05
<b>Vallée du Tir</b>	0,85	0,17	5,90	2,04	5,45E-03	9,82E-04	2,99E-03	7,00E-02	7,39E-04	6,20E-03	7,04E-07	8,80E-06	6,45E-06	9,38E-06
<b>Montravel</b>	0,33	0,10	16,4	6,80	5,25E-02	4,99E-04	2,61E-02	2,83E-02	1,33E-03	1,59E-03	6,14E-06	7,67E-05	5,63E-05	8,18E-05
<b>Logicoop</b>	0,23	0,07	10,5	4,36	3,34E-02	3,18E-04	1,46E-02	1,86E-02	7,81E-04	1,11E-03	3,44E-06	4,30E-05	3,15E-05	4,59E-05

Tableau 22 : Résultats de la modélisation des concentrations atmosphériques moyennes ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Légende : « Ni non S » : formes du nickel autres que les formes sulfurées ; « Ni S » : formes sulfurées du nickel

## Dépôts moyens sur les sols

$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$		Hors période de recyclage d'huiles usagées									
		Coordonnées dans le repère local		Co	V	Ni non S	Ni S	Mn	Cd	As	Cr VI
Vallée du Tir	500	-500	8,6E-05	7,6E-04	5,7E-03	1,3E-04	4,8E-04	6,6E-07	3,5E-06	4,7E-06	2,0E-06
Jardins de Ducos	-1500	2000	4,1E-05	2,6E-03	2,8E-03	1,1E-04	1,8E-04	2,2E-06	1,2E-05	1,6E-05	6,7E-06
$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$		En période de recyclage d'huiles usagées									
		Coordonnées dans le repère local		Co	V	Ni non S	Ni S	Mn	Cd	As	Cr VI
Vallée du Tir	500	-500	8,8E-05	8,1E-04	5,7E-03	1,3E-04	4,7E-04	1,9E-07	2,4E-06	1,8E-06	2,6E-06
Jardins de Ducos	-1500	2000	5,0E-05	2,7E-03	2,8E-03	1,1E-04	1,7E-04	6,3E-07	7,8E-06	5,7E-06	8,4E-06

Tableau 23 : Résultats de la modélisation des dépôts moyens sur les sols ( $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ )

Légende : « Ni non S » : formes du nickel autres que les formes sulfurées ; « Ni S » : formes sulfurées du nickel

### 5.3.1.2.3 COMPARAISON ENTRE LES RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION ET LES MESURES DANS L'ENVIRONNEMENT

Afin de pouvoir exploiter de manière satisfaisante les résultats de la modélisation dans l'ERS, il convient de vérifier la cohérence entre le modèle et les observations de terrain.

Des enregistrements journaliers de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> et PM<sub>10</sub> sur les années 2003, 2004 et 2005 sont disponibles en trois points : Vallée du Tir (station la plus proche du site), Montravel, Logicoop (station la plus éloignée de la SLN mais sous les vents dominants). D'autre part, le dépôt de poussières sédimentables et la fraction de Ni contenue dans ces poussières ont été mesurés en ces mêmes points durant quelques journées d'octobre ou novembre 2003, 2004 et 2005.

**Les valeurs de concentrations ou de dépôts mesurées et simulées sont reportées dans le Tableau 24.**

*Nota : La comparaison est effectuée entre les mesures des années 2003 à 2005 et les résultats modélisés pour les années 2004 à 2006. Cette différence peut légèrement affecter la comparaison.*

La comparaison entre les valeurs modélisées et mesurées conduit aux remarques suivantes :

- les valeurs modélisées et mesurées de SO<sub>2</sub>, polluant d'origine majoritairement industrielle, sont du même ordre de grandeur. Le rapport entre le modèle et la mesure varie d'un facteur 0,35 à 1,80 selon le point considéré et le scénario d'émission ;
- les valeurs modélisées de PM<sub>10</sub> (concentrations et dépôts) sont de 40 à 100 fois plus faibles environ que la mesure. Cet écart très important peut s'expliquer par l'existence d'un bruit de fond de PM<sub>10</sub>, qui n'est pas pris compte dans les simulations. Il existe en effet de multiples sources anthropiques et naturelles de PM<sub>10</sub>. Le trafic routier sur le site et aux alentours n'a en effet pas été pris en compte dans les simulations. Il est également possible qu'une part des concentrations de PM<sub>10</sub> mesurées soit liée au réenivol de particules terrigènes ;
- si l'on s'intéresse plus particulièrement au nickel, le rapport entre le modèle (moyenne sur 3 années) et la mesure (moyenne sur quelques journées d'octobre) est nettement réduit : il varie entre 0,2 et 0,5 pour les concentrations et entre 0,2 et 2 pour les dépôts.

	Vallée du Tir (500 ; -500)		Montravel (1500 ; 250)		Logicoop (-1000 ; 2000)	
	Valeur <b>modélisée</b> – moyenne 2004 à 2006  Scénarios sans et avec recyclage des huiles à la centrale	Valeur <b>mesurée</b> – moyenne sur les années 2004 et 2005	Valeur <b>modélisée</b> – moyenne 2004 à 2006  Scénarios sans et avec recyclage des huiles à la centrale	Valeur <b>mesurée</b> – moyenne sur les années 2004 et 2005	Valeur <b>modélisée</b> – moyenne 2004 à 2006  Scénarios sans et avec recyclage des huiles à la centrale	Valeur <b>mesurée</b> – moyenne sur les années 2004 et 2005
<b>Concentrations exprimées en µg/m<sup>3</sup></b>						
<b>Concentration en SO<sub>2</sub></b>	5,4 5,9	15,6	12,5 16,4	9,2	8,1 10,5	17,6
<b>Concentration en PM<sub>10</sub></b>	0,84 0,85	34,2	0,23 0,33	36,7	0,17 0,23	34,2
<b>Concentration en Ni <sup>(1)</sup></b>	0,07 0,07	0,15 <sup>(2)</sup>	0,03 0,03	0,11 <sup>(2)</sup>	0,02 0,02	0,10 <sup>(2)</sup>
<b>Dépôts exprimés en g/m<sup>2</sup>/mois</b>						
<b>Dépôts de PM<sub>10</sub></b>	0,09 0,10	7,1 <sup>(3)</sup>	0,04 0,06	3,7 <sup>(3)</sup>	0,03 0,04	3,0 <sup>(3)</sup>
<b>Dépôts de Ni</b>	1,5.10 <sup>-2</sup> 1,5.10 <sup>-2</sup>	6,6.10 <sup>-2</sup> <sup>(4)</sup>	8,3.10 <sup>-3</sup> 8,5.10 <sup>-3</sup>	1,80.10 <sup>-2</sup> <sup>(4)</sup>	5,8.10 <sup>-3</sup> 5,9.10 <sup>-3</sup>	3,0.10 <sup>-3</sup> <sup>(4)</sup>

*Tableau 24 : Comparaison des concentrations et dépôts modélisés avec les concentrations et dépôts mesurés*

Notes : (1) Valeurs modélisées correspondant aux formes de nickel non sulfurées. Le nickel sulfuré représente des concentrations massiques environ 10 fois plus faibles.

(2) [Concentration moyenne de PM<sub>10</sub>, mesurée durant les années 2004 et 2005] x [teneur moyenne de Ni dans les PM<sub>10</sub>, mesurée pendant les campagnes d'octobre 2004 et 2005]

(3) Dépôts moyens de PM<sub>10</sub> mesurés pendant les campagnes d'octobre 2004 et octobre 2005

(4) [Dépôt moyen de PM<sub>10</sub>, mesuré pendant les campagnes d'octobre 2004 et octobre 2005] x [teneur moyenne de Ni dans les PM<sub>10</sub>, mesurée pendant les campagnes d'octobre 2004 et 2005]

En complément de cette analyse, trois calculs ont été réalisés pour les périodes correspondant aux campagnes de mesure de 2004 et 2005 :

- 25-26/10/2004 ;
- 15-17/10/2005 ;
- 24-25/10/2005.

Pour chaque calcul, les concentrations modélisées aux trois points sont assez disparates (des différences d'un facteur 10 peuvent être constatées), alors que les valeurs mesurées sont plus homogènes. Ce résultat peut s'expliquer d'une part, par le fait qu'en dehors des secteurs où le vent a soufflé, les concentrations calculées par le modèle sont nécessairement faibles et d'autre part, par la persistance d'un bruit de fond aux points de mesure.

Les valeurs maximales obtenues pour chacun des tests sont reportées dans le Tableau 25 (pour le nickel, formes non sulfurées uniquement).

Campagne	Site de concentration maximale	Concentration moyenne modélisée	Concentration moyenne mesurée	Dépôts moyens modélisés <sup>(1)</sup>	Dépôts moyens mesurés <sup>(1)</sup>
		en $\mu\text{g}/\text{m}^3$		en $\text{g}/\text{m}^2/\text{mois}$	
25-26/10/2004	Montravel	0,034	0,09	$7,1 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$
15-17/10/2005	Vallée du Tir	0,118	0,10	$3,1 \cdot 10^{-2}$	$7,8 \cdot 10^{-2}$
24-25/10/2005	Vallée du Tir	0,236	0,24	$6,3 \cdot 10^{-2}$	$5,5 \cdot 10^{-2}$

Tableau 25 : Comparaison modélisation-mesure pour 3 périodes spécifiques

Note : (1) Concentration ou dépôt de  $\text{PM}_{10}$  multiplié(e) par le taux de Ni

**En conclusion, pour les polluants caractéristiques de l'activité industrielle de la SLN ( $\text{SO}_2$  et nickel), les valeurs modélisées et mesurées sont du même ordre de grandeur.** Étant donné les incertitudes attendues d'une modélisation gaussienne, les incertitudes de mesure et d'analyse, et la contribution possible d'un bruit de fond, le modèle est jugé cohérent avec la mesure.

#### 5.3.1.2.4 ANALYSE DES CARTOGRAPHIES

La répartition du panache modélisé, qui s'étend principalement à l'Ouest des installations, s'accorde avec la rose des vents. Les cartes du percentile 99,9 montrent qu'une plus large partie du domaine peut être ponctuellement touchée par des concentrations élevées, du fait de conditions météorologiques particulières. Quelques situations spécifiques sont ainsi analysées (cf. paragraphe suivant).

Les cartographies présentées en Annexe 5 (cas où le recyclage des huiles est pris en compte) sont les suivantes :

- la concentration moyenne de nickel non sulfuré ;
- le dépôt moyen total (sec et humide) de nickel non sulfuré ;
- la concentration moyenne de nickel non sulfuré ;
- le percentile 99,9 des concentrations journalières de  $\text{SO}_2$ .

### 5.3.1.2.5 MODÉLISATION DES SITUATIONS MÉTÉOROLOGIQUES PARTICULIÈRES

Suite à l'analyse météorologique réalisée précédemment, et considérant que des pics de concentration peuvent être observés et exposer ponctuellement les populations riveraines à des concentrations élevées, **des modélisations complémentaires sont menées dans les configurations météorologiques défavorables** en terme de dispersion des polluants émis et d'exposition des populations riveraines.

Les paramètres de ces modélisations en situations particulières sont rassemblés dans le Tableau 26.

Les concentrations calculées dans ces situations correspondent à des valeurs particulières de paramètres météorologiques. Bien que, pour choisir ces valeurs, on se soit accordé avec la météorologie locale, il convient d'être prudent dans l'interprétation des résultats. Les conditions météorologiques subissent en effet des fluctuations auxquelles les résultats du modèle peuvent se montrer sensibles. Il est surtout intéressant de raisonner de façon relative, et de comparer entre elles les situations et les expositions qu'elles sont susceptibles d'engendrer.

Les valeurs horaires des concentrations atmosphériques modélisées dans ces conditions pour les polluants concernés (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>x</sub> et SO<sub>2</sub>) sont rapportées en Annexe 6 et les cartographies associées en Annexe 7.

Chaque situation de dispersion testée conduit bien aux résultats attendus :

- dans la situation la plus fréquente, le panache est rapidement dilué du fait d'un vent assez fort ;
- en situation stable, par vent faible, les concentrations calculées près des sources sont moins élevées qu'en condition neutre (pour un vent soufflant dans la même direction), mais les distances d'impact sont nettement plus grandes. Ainsi, dans l'exemple du nickel, des niveaux supérieurs à 0,3 µg/m<sup>3</sup> persistent bien au-delà du domaine de calcul, ce qui n'est pas le cas en situation neutre ;
- en situation neutre, les valeurs maximales et les distances d'impact diminuent quand la vitesse du vent augmente (effet de la dilution et du rabattement de la hauteur moyenne du panache).

Zones exposées	Type de situation	N°	Origine du vent	Secteur de vent (°)	Intensité du vent	Vitesse de vent (m/s)	Stabilité atmosphérique	1/LMO (m <sup>-1</sup> )	T (°C)	Pluviométrie (mm/h)	Fréquence d'occurrence <sup>(4)</sup>
<b>Mer, Ile Nou (Nouvelle)</b>	La plus fréquente	1	Est	70	moyenne	6,1 (1)	neutre	1,8.10 <sup>-3</sup> (1)	22,6 (1)	0	20,6 %
<b>Zones urbanisées (Montravel)</b>	Plus pénalisante en ce qui concerne la distance d'impact	2	Ouest	260	faible	1	stable	0,115 (2)	22,3 (2)	0	1 %
		3	Ouest	260	faible	2	stable	0,115 (2)	22,3 (2)	0	1,6 %
		4	Ouest	260	assez faible	3	neutre	1,5.10 <sup>-4</sup> (3)	23,2 (3)	0	0,8 %
		5	Ouest	260	moyenne	5,7 (3)	neutre	1,5.10 <sup>-4</sup> (3)	23,2 (3)	0	1,7 %
		6	Ouest	260	assez forte	7	neutre	1,5.10 <sup>-4</sup> (3)	23,2 (3)	0	1,2 %

*Tableau 26 : Paramètres pour la modélisation des situations particulières*

Légende : LMO = longueur de Monin-Obhukov

Notes : (1) valeur moyenne sur les situations météorologiques correspondant au secteur de vent 70° et à une stratification neutre (1/LMO ∈ [-5.10<sup>-3</sup> m<sup>-1</sup> ; 5.10<sup>-3</sup> m<sup>-1</sup>])

(2) valeur moyenne sur les situations météorologiques correspondant au secteur de vent 260° et à une stratification stable (1/LMO > 0,005 m<sup>-1</sup>)

(3) valeur moyenne sur les situations météorologiques correspondant au secteur de vent 260° et à une stratification neutre (1/LMO ∈ [-5.10<sup>-3</sup> m<sup>-1</sup> ; 5.10<sup>-3</sup> m<sup>-1</sup>])

(4) calculée pour l'ensemble des directions de vents du secteur (direction considérée ± 20° ) et pour l'intensité de vents considérée ± 1 m/s.

### 5.3.2 CONCENTRATIONS DANS LES SOLS

La détermination des concentrations dans les sols concerne les traceurs des risques sanitaires :

- dont les rejets atmosphériques sont susceptibles de se déposer sur les sols, à savoir les polluants particuliers que sont les métaux ;
- présents dans les eaux superficielles et souterraines, donc susceptibles d'être apportées par l'arrosage. Dans le cas présent, les activités de l'usine SLN de Doniambo impactent uniquement les eaux de la Grande Rade, qui elles, ne peuvent être utilisées pour l'arrosage des cultures. En conséquence, il n'y a pas lieu de tenir compte d'une contribution de l'arrosage.

**Les concentrations dans les sols attribuables sont ainsi calculées :**

- à partir des **dépôts moyens modélisés à l'emplacement des populations et jardins les plus exposés dès lors que l'ingestion est concernée**. Il s'agit :
  - de la Vallée du Tir, où se trouvent plusieurs écoles et un terrain de sport ;
  - de la presqu'île de Ducos, où se trouvent les jardins potagers les plus exposés, ainsi qu'un plateau sportif récemment construit ;
- tenant compte de **285 j/an de dépôts hors configuration de recyclage, puis de 80 j/an de dépôts lorsque la centrale recycle les huiles usagées** ;
- dans le **1<sup>er</sup> cm du sol ( $C_{\text{sol\_jeu}}$ ) d'une part, puis dans les 20 premiers cm d'autre part ( $C_{\text{sol\_jardin}}$ )**. La densité apparente standard est prise égale à  $1,3 \text{ kg/dm}^3$  [INERIS, 2001]. Sur une surface de  $1 \text{ m}^2$ , la quantité de polluant se mélange ainsi de façon homogène dans la masse de terre de la couche de sol considérée.  $C_{\text{sol\_jeu}}$  sert à établir les concentrations induites dans les sols superficiels en vue de caractériser l'exposition directe par ingestion de sol pour les personnes et les animaux, tandis que  $C_{\text{sol\_jardin}}$  est utilisée pour le calcul des concentrations dans les végétaux dues au sol (transfert sol-racines) ;
- **après 30 années de dépôts**, durée de fonctionnement de l'usine envisagée dans le contexte de l'évaluation des risques sanitaires ;
- sur la base de l'hypothèse conservatrice que **l'ensemble des dépôts s'accumule sans aucune perte**, du type lixiviation, dégradation ou érosion pendant toute la durée des dépôts.

➔ **Les concentrations calculées dans les sols attribuables au fonctionnement des installations SLN de Doniambo sont fournies dans les feuilles de calcul en Annexe 8.**

### 5.3.3 CONCENTRATIONS DANS LES LÉGUMES

Afin d'estimer les concentrations dans les légumes cultivés dans les jardins de la presqu'île de Ducos, on se réfère à la méthode mise au point par l'US-EPA pour réaliser des évaluations du risque sanitaire lié aux rejets atmosphériques d'incinérateurs de substances dangereuses [US-EPA, 1998]<sup>22</sup>.

**Les teneurs en polluant traceur présentes dans les végétaux proviennent :**

1. **du dépôt direct des particules sur les feuilles de la plante ;**
2. **de l'absorption foliaire des gaz par la plante** (cas du mercure et des dioxines notamment. Cette voie de contamination est donc à exclure dans le cas présent) ;
3. **du transfert du sol aux racines** (la contamination du sol étant elle-même due aux dépôts particuliers et à l'arrosage).

#### 5.3.3.1 CONCENTRATIONS DUES AU DÉPÔT PARTICULAIRE

Pour déterminer la concentration dans les végétaux due aux dépôts des particules, l'US-EPA préconise l'équation suivante [US-EPA, 1998] :

$$C_{\text{dépôt part.}} = [1000 \times Q \times (1-F_v) \times (D_{\text{sec an.}} + F_w \times D_{\text{humide an.}})] \times R_p \times (1-\exp(-k_p \times T_p)) / (Y_p \times k_p)$$

*Équation 1 : Concentration dans les végétaux due au dépôt particulaire ( $\mu\text{g}/\text{kg sec}$ )*

Avec:

$C_{\text{dépôt part.}}$  : concentration dans les végétaux due au dépôt particulaire ( $\mu\text{g}/\text{kg sec}$ )

$Q$  : flux d'émission (g/s)

$F_v$  : fraction de polluant présent dans l'atmosphère sous forme vapeur

$D_{\text{sec an.}}$  : dépôt sec annuel ( $\text{s}/\text{m}^2/\text{an}$ )

$F_w$  : fraction de polluant déposé par la pluie qui adhère à la plante (sans unité)

$D_{\text{humide an.}}$  : dépôt humide annuel ( $\text{s}/\text{m}^2/\text{an}$ )

$R_p$  : fraction interceptée par les cultures (sans unité)

$k_p$  : coefficient de perte sur la surface de la plante ( $\text{année}^{-1}$ )

$T_p$  : durée de culture (année)

$Y_p$  : rendement de production ( $\text{kg sec}/\text{m}^2$ )

---

<sup>22</sup> Cette méthode est par exemple celle retenue par les groupes de travail sectoriels du Ministère de l'écologie (incinérateurs d'ordures ménagères, raffineries...) et recommandée dans les guides sectoriels publiés par ces groupes. C'est cette méthode qui a également été utilisée dans l'ERS de 2004.

Dans l'Équation 1, le terme  $[1000 \times Q \times (1-F_v) \times (D_{\text{sec an.}} + F_w \times D_{\text{humide an.}})]$  correspond au dépôt annuel ( $D_{\text{total}}$  en  $\text{g/m}^2/\text{an}$ ), somme du dépôt sec et du dépôt humide. Dans cette étude, ce dépôt annuel est calculé à partir des dépôts totaux en  $\mu\text{g/m}^2/\text{s}$ , modélisés pour chaque substance. L'Équation 1 devient donc :

$$C_{\text{dépôt part.}} = D_{\text{total annuel}} \times R_p \times (1 - \exp(-k_p \times T_p)) / (Y_p \times k_p)$$

*Équation 1-bis : Concentration dans les végétaux due au dépôt particulaire ( $\mu\text{g}/\text{kg sec}$ )*

Le Tableau 27 récapitule les valeurs des paramètres utilisées pour déterminer les concentrations dans les légumes par dépôt sur les parties aériennes [US-EPA, 1998]. La contamination des légumes-racines n'est pas concernée.

	Légume-feuille	Légume-racine
<b><math>R_p</math> (sans unité)</b>	0,215	Sans objet
<b><math>k_p</math> (année<sup>-1</sup>)</b>	18	Sans objet
<b><math>T_p</math> (année)</b>	0,164	Sans objet
<b><math>Y_p</math> (kg sec/m<sup>2</sup>)</b>	0,246	Sans objet

*Tableau 27 : Valeurs des paramètres pour le calcul des concentrations dans les légumes dues au dépôt particulaire*

### 5.3.3.2 CONCENTRATIONS DUES AU SOL

On détermine les teneurs présentes dans les fruits et légumes, à partir des concentrations dans les sols, à l'aide de facteurs de transfert ( $K_{\text{ps-veg}}$ ) selon l'Équation 2 :

$$C_{\text{transfert sol-racine}} = K_{\text{ps-veg}} \times C_{\text{sol_jardin}}$$

*Équation 2 : Concentration dans les végétaux due à la contamination du sol ( $\mu\text{g}/\text{kg frais}$ )*

Avec :

$C_{\text{transfert sol-racine}}$  : concentration dans les végétaux due au transfert racinaire ( $\mu\text{g}/\text{kg frais}$ )

$C_{\text{sol_jardin}}$  : concentration due aux dépôts dans les 20 premiers centimètres du sol ( $\mu\text{g}/\text{kg sol sec}$ )

$K_{\text{ps-veg}}$  : facteur de bioconcentration du sol vers les plantes (kg de sol sec/kg frais). Les valeurs des  $K_{\text{ps-veg}}$  retenues (rapportées dans le Tableau 28) sont extraites de la revue de la littérature réalisée dans le cadre de l'expertise Nord-Cotentin [GRNC, 2001]. Les valences des métaux ne sont pas précisées (chrome VI ou chrome III, par exemple). Par prudence, les valeurs maximales de bioconcentration avaient été retenues dans le cadre de cette expertise et le sont donc également ici.

	Antimoine	Arsenic	Cadmium	Chrome	Cobalt	Manganèse	Nickel	Vanadium
Légume-feuille	$10^{-5}$	$8,0 \cdot 10^{-2}$	$3,0 \cdot 10^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$4,1 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$
Légume-racine	$5 \cdot 10^{-5}$	$8,0 \cdot 10^{-2}$	$3,0 \cdot 10^{-1}$	$10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$

Tableau 28 : Facteurs de bioconcentration racinaire (kg de sol/kg frais)

### 5.3.3.2.1 CONCENTRATIONS TOTALES DANS LES LÉGUMES

La concentration totale dans les légumes ( $C_{\text{légumes}}$ ) correspond à la somme des concentrations dues au dépôt ( $C_{\text{dépôt part.}}$ ) et au sol ( $C_{\text{transfert sol-racine}}$ ), soit :

$$C_{\text{légumes}} = C_{\text{dépôt part.}} + C_{\text{transfert sol-racine}}$$

➔ Les concentrations modélisées dans les légumes-feuilles et légumes-racines cultivés dans les jardins les plus exposés (à Ducos) attribuables au fonctionnement de l'usine SLN de Doniambo sont fournies dans les feuilles de calcul en Annexe 8.

A noter que selon que l'on exprime la concentration en matière fraîche (légumes et fruits consommés par les individus) ou en matière sèche (végétaux consommés par les animaux d'élevage), on utilise pour la conversion le taux de matière sèche ( $t_{\text{ms}}$ ), dont les valeurs sont fournies dans le Tableau 29 [Bonnard, 2003].

	Légume-feuille	Légume-racine
$t_{\text{ms}}$	0,086	0,2

Tableau 29 : Taux de matière sèche dans les produits de l'étude (sans unité)

### 5.3.4 CONCENTRATIONS DANS LE POISSON DE LA GRANDE RADE DE NOUMÉA

On détermine les teneurs en cobalt, manganèse et nickel (les seuls traceurs des risques sanitaires concernés) dans le poisson, à partir des concentrations dans les eaux de la Grande Rade de Nouméa, à l'aide de facteurs de bio-concentration (BCF) :

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

*Équation 3 : Concentration dans les poissons due à la contamination des eaux (µg/kg frais)*

Avec :

$C_{\text{poisson}}$  : 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 (kg frais/L)

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

Les concentrations dans les eaux de la Grande Rade de Nouméa sont celles mesurées en 2003 par l'Institut de Recherche pour le Développement [IRD, 2003]. Les résultats de cette campagne sont rapportés dans le Tableau 30. **Parmi les résultats obtenus aux 2 points de mesures dans la Grande Rade, la valeur la plus élevée est retenue en première approche. En outre, on fait la somme de la concentration de métal dissous et de la concentration de métal particulaire.**

	Nickel	Manganèse	Cobalt
Concentration de la forme dissoute (µg/L)	3,1	0,06	0,02
Concentration de la forme particulaire (µg/L)	5,2	3,1	0,2
Concentration totale (µg/L)	8,3	3,2	0,22

*Tableau 30 : Concentrations en nickel, manganèse et cobalt dans les eaux de la Grande Rade de Nouméa (µg/L)*

Les facteurs de bioconcentration dans le poisson sont extraits de la littérature :

- pour le nickel, on retient la valeur disponible pour le poisson d'eau de mer dans HSDB, soit 100 ;
- pour le manganèse et le cobalt, la valeur moyenne de la gamme de BCF proposée pour le poisson de mer est respectivement retenue, soit 483 et 50 [ATSDR, 2000-b ; ATSDR, 2004].

**➔ Les concentrations modélisées dans le poisson de la Grande Rade de Nouméa sont fournies dans les feuilles de calcul en Annexe 8.**

#### 5.4 SCÉNARIOS D'EXPOSITION ET CALCUL DES DOSES INHALÉES ET INGÉRÉES

Après avoir évalué les concentrations dans les différents compartiments environnementaux impactés par les rejets étudiés, il convient de déterminer :

① **la quantité de polluant ingérée**, exprimée en dose journalière d'exposition ( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ ) et définie de la façon suivante :

$$\text{DJE} = \frac{\left( \sum_{ij} (C_i \times Q_j) \right) \times F}{P}$$

*Équation 4 : Calcul de la Dose Journalière d'Exposition ( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ )*

Avec :

DJE : dose journalière d'exposition globale liée aux expositions à chaque milieu  $i$  pour la voie d'exposition  $j$  (en  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ )

$C_i$  : concentration d'exposition relative au milieu  $i$  (eau, sol,...) (en  $\mu\text{g}/\text{L}$ ,  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ...)

$Q_j$  : quantité de milieu administrée par la voie  $j$  par jour (en  $\text{L}/\text{j}$ ,  $\text{kg}/\text{j}$ )

$F$  : fréquence d'exposition (sans unité)

$P$  : poids corporel de la cible (kg)

② **la quantité de polluant inhalée**, ou concentration moyenne inhalée par jour ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), lorsque l'exposition se fait par inhalation, retranscrite selon l'Équation 5 :

$$\text{CI} = \left( \sum_i (C_i \times t_i) \right) \times F$$

*Équation 5 : Calcul de la Concentration moyenne Inhalée ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )*

Avec :

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

$C_i$  : concentration de polluant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps  $t_i$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

$t_i$  : fraction de temps d'exposition à la concentration  $C_i$  pendant une journée (sans unité)

$F$  : fréquence d'exposition (sans unité)

Pour les substances cancérogènes par inhalation et/ou ingestion, la durée d'exposition en année ( $T$ ) doit être prise en compte. Les DJE et CI sont ainsi pondérées par le facteur  $T/T_m$ , où  $T_m$  représente la durée de la vie entière, à savoir 70 ans par convention. **Pour  $T$ , dans le cas présent, on considère une exposition d'une durée de 30 ans** (6 ans enfant et 24 ans adulte ; même hypothèse que celle retenue en 2004).

## 5.4.1 EXPOSITION PAR INHALATION

➤ **Tous les traceurs des risques sanitaires retenus sont concernés.**

Le calcul de la concentration inhalée ne faisant pas intervenir de paramètres physiologiques, **les résultats obtenus s'appliquent aussi bien à l'exposition par inhalation d'un adulte qu'à celle d'un enfant.**

### 5.4.1.1 EXPOSITION AIGUË

Compte tenu de la nature des polluants rejetés par l'usine, les expositions aiguës sont à considérer pour les oxydes d'azote, le dioxyde de soufre, les particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>. L'évaluation des expositions aiguës est conduite :

- d'une part, sur la base du calcul des percentiles 99,9 (horaires ou journaliers selon la VTR disponible) modélisés ;
- d'autre part, à partir des concentrations modélisées (horaires uniquement) pour des configurations météorologiques particulières et défavorables en terme d'exposition des riverains.

Dans les 2 cas, quelle que soit la configuration de recyclage d'huiles (avec ou sans), la concentration inhalée ponctuellement est prise **directement égale à la valeur modélisée** :

$$CI_{\text{Aiguë Riverains (x ; y)}} = C_{\text{percentile 99,9}} \text{ ou } C_{\text{situation météo particulière (x ; y)}}$$

*Équation 6 : Calcul de la concentration inhalée – exposition aiguë (µg/m<sup>3</sup>)*

Nota : S'agissant des expositions aiguës journalières, les riverains sont considérés comme étant à domicile toute la journée lors du pic de concentration dans l'air ambiant du site.

### 5.4.1.2 EXPOSITION CHRONIQUE

Pour le calcul des concentrations moyennes inhalées pendant une année, on doit tenir compte des configurations successives, **hors période de recyclage (285 j/an), puis en période de recyclage d'huiles usagées (80 j/an)**. Les riverains sont considérés comme étant sur place en permanence. La CI est alors calculée selon l'Équation 7 :

$$CI_{\text{Chronique Riverains (x ; y)}} = C_{\text{hors recyclage (x ; y)}} \times 285/365 + C_{\text{recyclage (x ; y)}} \times 80/365$$

*Équation 7 : Calcul de la concentration moyenne inhalée – exposition chronique (µg/m<sup>3</sup>)*

#### **Remarque relative au cas des travailleurs :**

Des travailleurs sont présents dans la zone d'influence des rejets de l'usine. Sur place moins longtemps que les riverains, ils pourraient cependant être exposés à des concentrations dans l'air plus élevées. Dans le cas présent, dans la mesure où l'on conduit l'ERS pour les populations en bordure de site (les plus proches) et en centre-ville (plus éloignées, mais plus exposées dans certaines conditions météorologiques) et que ces populations sont considérées comme étant sur place toute la journée, toute l'année, on peut considérer que le scénario « travailleurs » est « couvert » par le scénario « riverains ».

## 5.4.2 EXPOSITION PAR INGESTION

➤ **Seuls les métaux sont concernés.**

Pour rappel, l'exposition par ingestion peut avoir lieu **via le sol, les légumes et le poisson pêché dans la Grande Rade de Nouméa.**

### 5.4.2.1 POPULATIONS ÉTUDIÉES

**Comme pour l'ERS de 2004, deux scénarios sont étudiés :**

- scénario 1 : population résidant sur la presqu'île de Ducos pratiquant la culture d'un jardin potager et une activité de pêche régulière bien qu'interdite ;
- scénario 2 : population résidant dans le quartier de la Vallée du Tir (exposition maximale des enfants fréquentant les écoles, exposition sur le terrain de sport) sans jardin potager, mais avec activité de pêche régulière bien qu'interdite.

Ces scénarios intègrent **deux classes d'âge** du fait de la prise en compte de paramètres physiologiques et comportementaux (alimentation) dans la DJE :

- l'enfant (de la naissance à 6 ans) pesant 13,6 kg (poids d'un enfant de 2 ans, [INSERM, 1999]) ;
- l'adulte (de 6 à 70 ans) pesant 70 kg (valeur standard pour un adulte recommandée par l'US-EPA, [US-EPA, 1997] et la commission européenne dans le cadre des évaluations des risques liés aux substances chimiques).

La fréquence d'exposition considérée ici est de 365 jours sur 365 (F = 1).

Les expositions du nourrisson ne sont pas retenues. En effet, d'après la littérature disponible (notamment la base de données HSDB), il n'existe pas de coefficient de transfert au lait maternel des traceurs des risques sanitaires retenus.

Les travailleurs ne font pas l'objet d'une exposition spécifique par ingestion ; il n'y a pas lieu d'envisager un scénario pour ceux-ci.

#### **Remarque relative aux classes d'âge, poids et rations alimentaires :**

Depuis la réalisation de l'évaluation des risques sanitaires liés au fonctionnement de l'usine SLN de Doniambo en 2004, le recours aux données de la base CIBLEX [ADEME, 2003], base de données récentes propres à la population française métropolitaine, s'est généralisé pour les ERS des installations classées. Un autre découpage de classes d'âge y est proposé ; 2 classes d'âge sont notamment retenues pour les enfants : un très jeune enfant [2 ; 7 ans[ et un enfant plus âgé [7 ; 12 ans[. Les poids des individus sont en conséquence différents. Par ailleurs, les rations alimentaires ne sont plus celles de [INSEE, 1991], mais extraites de l'enquête alimentaire la plus récente en France métropolitaine réalisée par l'AFSSA en 1999, étude INCA, également reprise dans CIBLEX.

**Dans le cas présent, en l'absence de données propres à la population de la Nouvelle-Calédonie et considérant qu'il n'y a pas d'arguments pour extrapoler les données CIBLEX (moyenne France métropolitaine ou bien d'une ZEAT donnée), on privilégie la cohérence des travaux en retenant les mêmes classes d'âge, poids et rations alimentaires qu'en 2004.**

## 5.4.2.2 VECTEURS D'EXPOSITION PAR INGESTION

### 5.4.2.2.1 LE SOL

La quantité de sol ingérée ( $Q_i$ ) par un adulte est de 50 mg/j (valeur recommandée par l'US-EPA [US-EPA, 1997]). Pour les enfants, de nombreuses études de mesure d'ingestion de particules de sol ont été menées [Binder, 1986 ; Clausing, 1987 ; Calabrese, 1989 ; Davies, 1990 ; Calabrese, 1991]. Les valeurs moyennes se situaient entre 39 mg/j et 271 mg/j de sol ingéré, avec une moyenne globale de 146 mg/j de sol ingéré, et 191 mg/j de sol et poussières ingérés. Les valeurs les plus élevées (jusqu'à 1 432 mg/j) ont été obtenues dans l'étude de Calabrese [Calabrese, 1989] et lorsque le titane était utilisé comme traceur. En tenant compte du fait que le titane peut présenter de plus grandes variations que les autres traceurs et que les études de Calabrese incluaient un enfant pica (comportement de mise en bouche de la main), l'US-EPA a estimé que 100 mg/j était une valeur moyenne représentative de l'ingestion de particules de sol par les enfants de moins de six ans. L'US-EPA a aussi utilisé 200 mg/j comme valeur moyenne précautionneuse de l'ingestion de particules de sol.

A partir de ces données, **une quantité moyenne de 150 mg par jour de sol ingéré par un enfant** a été retenue ce qui semble constituer une évaluation raisonnablement majorante mais non aberrante.

### 5.4.2.2.2 L'ALIMENTATION

Comme précisé précédemment, **les rations alimentaires sont identiques à celles de l'ERS de 2004** et rapportées dans le Tableau 31.

en g/j	Enfant (moins de 6 ans)	Adulte (plus de 6 ans)
Légumes-feuilles	38	85
Légumes-racines	105	169
Poisson	18	30

Tableau 31 : Rations alimentaires retenues pour l'ERS (g/j)

### 5.4.3 BILAN DES EXPOSITIONS

Le synoptique des scénarios d'exposition étudiés est fourni sur la Figure 4.

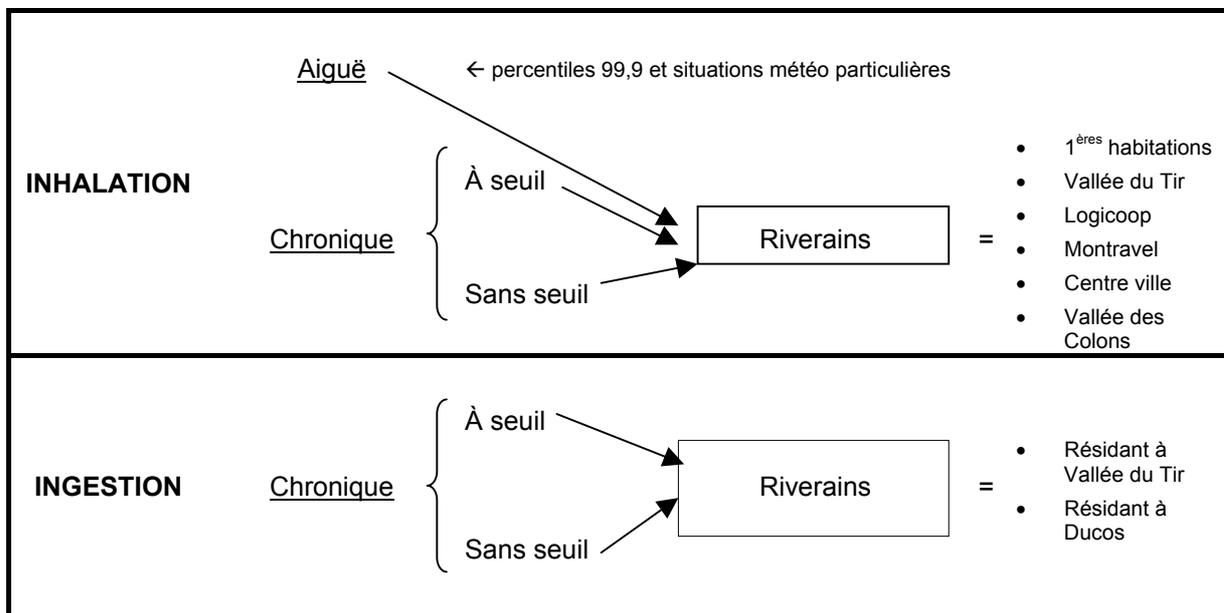


Figure 4 : Synoptique des scénarios pris en compte dans la mise à jour de l'ERS de l'usine de Doniambo

## **6. CARACTÉRISATION DU RISQUE LIÉ AUX TRACEURS DES RISQUES SANITAIRES RETENUS**

La caractérisation du risque se fait en distinguant les effets à seuil, des effets sans seuil.

### **6.1 EFFETS À SEUIL**

La caractérisation du risque pour les toxiques ayant des effets à seuil s'exprime par un **indice de risque (IR)** :

$$IR = \frac{DJE}{VTR}$$

*Équation 8 : Calcul de l'Indice de Risque (IR)*

Avec :

IR : Indice de Risque

DJE : Dose Journalière d'Exposition ( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ )

VTR : Valeur Toxicologique de Référence ( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ )

Lorsque le risque est lié à une exposition via l'inhalation, l'IR devient :

$$IR = \frac{CI}{VTR}$$

*Équation 8-bis : Calcul de l'Indice de Risque (IR)*

Avec :

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

VTR : Valeur Toxicologique de Référence ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

L'IR est calculé pour chacun des traceurs des risques sanitaires.

**La valeur repère pour l'appréciation du risque sanitaire est fixée à 1** : lorsque l'IR est inférieur à la valeur de 1, le risque est considéré comme non préoccupant en l'état actuel des connaissances.

En première approche de l'ERS, **la somme des IR** est également calculée :

- pour une voie d'exposition donnée : pour les substances ayant le même organe cible ;
- pour une substance donnée : pour l'inhalation et l'ingestion, les effets des expositions par ces deux voies concernent le même organe cible ;
- pour toutes substances et toutes voies atteignant le même organe cible.

## 6.1.1 EFFETS À SEUIL PAR INHALATION

### 6.1.1.1 EFFETS AIGUS PAR INHALATION

➤ **Seuls les  $NO_x$  (assimilés au  $NO_2$ ), le  $SO_2$ , les  $PM_{10}$  et les  $PM_{2,5}$  sont concernés.**

Pour rappel, l'étude des effets aigus passe par :

- le calcul des percentiles 99,9 des concentrations horaires ou journalières ;
- l'examen des situations météorologiques particulières qui peuvent conduire ponctuellement (1 heure) à un pic de concentration en un ou plusieurs points du domaine d'influence des émissions atmosphériques des installations de l'usine SLN.

Les substances concernées ayant toutes des effets sur le système respiratoire, **il convient de s'intéresser au cumul de ces effets**. L'indice de risque total pour les effets respiratoires, correspondant à la somme de tous les IR *établis sur des durées* similaires, en l'occurrence pour le  $SO_2$ , les  $PM_{10}$  et les  $PM_{2,5}$ , est calculé.

Le Tableau 32 en page suivante rapporte les IR *aigu inhalation* pour chaque configuration (recyclage d'huiles ou non). **Les IR dépassent la valeur repère de 1 pour le  $SO_2$  et les  $NO_x$** . Pour ces derniers, cela concerne une population plus importante en période de recyclage d'huiles ; pour le  $SO_2$ , quelle que soit la configuration, tous les groupes de riverains sont impactés. La prise en compte des effets cumulés ne modifie pas les conclusions : les IR totaux dépassent la valeur repère de 1 en raison du  $SO_2$  uniquement.

Les résultats des concentrations horaires modélisées dans les configurations météorologiques particulières rapportées en Annexe 6 montrent que :

- pour les particules  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$ , les valeurs ponctuelles horaires ne dépassent pas les VTR disponibles pour 24 heures d'exposition<sup>23</sup> ;
- pour le  $SO_2$ , **quelle que soit la configuration d'alimentation de la centrale, les concentrations horaires modélisées dépassent la valeur repère disponible pour 10 minutes d'exposition** ( $500 \mu g/m^3$ ). À défaut de VTR pour 1 heure d'exposition au  $SO_2$ , on exploite en effet la VTR se rapprochant le plus de cette durée, à savoir la VTR OMS pour 10 minutes d'exposition<sup>24</sup>. En situation de recyclage d'huiles, les maxima atteints sont plus élevés qu'en dehors des périodes de recyclage ;
- pour les  $NO_x$ , les concentrations horaires modélisées hors période de recyclage d'huiles ne dépasse jamais la VTR 1 heure de l'OMS, tandis qu'**en période de recyclage d'huiles, la VTR est dépassée** dans 4 situations météorologiques particulières sur 6.

---

<sup>23</sup> L'OMS ne propose pas de valeurs guides pour des expositions horaires aux particules. À défaut, on exploite les VTR pour lesquelles la durée d'exposition est la plus proche, à savoir les VTR 24 h.

<sup>24</sup> Si la valeur guide est dépassée sur 1 heure, elle l'est *a fortiori* pendant 10 minutes au cours de cette heure.

IR aigu inhalation	Hors période de recyclage d'huile				
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	IR effets respiratoires 24 heures
VTR (µg/m <sup>3</sup> )	50 (24 heures)	25 (24 heures)	20 (24 heures)	200 (1 heure)	
Effets critiques	Effets respiratoires	Effets respiratoires	Effets respiratoires	Effets respiratoires	
1 <sup>ères</sup> habitations en bordure de site	0,40	0,14	<u>5</u>	<u>1,2</u>	<u>5</u>
Centre Ville	0,03	0,01	<u>2</u>	0,23	<u>2</u>
Vallée des Colons	0,03	0,02	<u>3</u>	0,29	<u>3</u>
Vallée du Tir	0,17	0,07	<u>3</u>	0,47	<u>3</u>
Montravel	0,08	0,04	<u>12</u>	0,51	<u>12</u>
Logicoop	0,03	0,02	<u>5</u>	0,28	<u>5</u>
	En période de recyclage d'huile				
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	IR effets respiratoires 24 heures
VTR (µg/m <sup>3</sup> )	50 (24 heures)	25 (24 heures)	20 (24 heures)	200 (1 heure)	
Effets critiques	Effets respiratoires	Effets respiratoires	Effets respiratoires	Effets respiratoires	
1 <sup>ères</sup> habitations en bordure de site	0,40	0,14	<u>5</u>	<u>1,2</u>	<u>5</u>
Centre Ville	0,03	0,02	<u>2</u>	<u>1,0</u>	<u>2</u>
Vallée des Colons	0,04	0,02	<u>4</u>	<u>1,3</u>	<u>4</u>
Vallée du Tir	0,17	0,08	<u>4</u>	<u>1,0</u>	<u>4</u>
Montravel	0,12	0,08	<u>16</u>	<u>2,1</u>	<u>16</u>
Logicoop	0,05	0,03	<u>6</u>	<u>1,1</u>	<u>7</u>

Tableau 32 : Indices de risque pour les expositions aiguës par inhalation

On en conclut que les risques sanitaires à seuil liés à l'inhalation aiguë de PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> émis par les installations de la SLN sont non préoccupants pour les riverains en l'état actuel des connaissances. En revanche, pour les NO<sub>x</sub> et le SO<sub>2</sub>, les valeurs repères de risque sont dépassées.

#### 6.1.1.2 EFFETS CHRONIQUES PAR INHALATION

➤ **Tous les traceurs des risques sanitaires retenus sont concernés.**

S'agissant des effets chroniques cumulés des substances, on peut s'autoriser à sommer les indices de risque des traceurs ayant des effets sur les voies respiratoires, à savoir tous les composés à l'exception du manganèse et du cadmium.

Les indices de risque (IR) sont rapportés dans Tableau 33. Pour rappel, ils tiennent compte de 80 jours de recyclage d'huiles usagées par an.

De l'examen du Tableau 33, il ressort que, pour tous les traceurs des risques sanitaires retenus, à l'exception du nickel, les IR sont inférieurs à la valeur repère de 1. **Pour le nickel (notamment en raison des concentrations moyennes dans l'air ambiant des formes non sulfurées), les IR peuvent dépasser la valeur repère de risque sanitaire.**

La prise en compte des effets cumulés ne modifie pas les conclusions : les IR totaux dépassent la valeur repère de 1 en raison du nickel uniquement.

**On en conclut que les risques sanitaires à seuil liés à l'inhalation chronique de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, HCl, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, antimoine, arsenic, cadmium, chrome VI, cobalt, manganèse et vanadium émis par les installations de la SLN, recyclant 80 jours par an des huiles usagées dans les chaudières de la centrale, sont non préoccupants pour les riverains en l'état actuel des connaissances. En revanche, les expositions chroniques au nickel émis par la SLN dans l'air ambiant sont susceptibles de porter atteinte à la fonction respiratoire.**

IR chronique inhalation	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub> <sup>(1)</sup>	HCl	Cobalt	Vanadium	Nickel toutes formes	Manganèse	Cadmium	Arsenic	Chrome VI	Antimoine
VTR (µg/m <sup>3</sup> )	20 (OMS)	10 (OMS)	50 (OMS)	40 (OMS)	9 (OEHHA)	0,1 (ATSDR)	1 (OMS)	0,02 (Santé Canada)	0,04 (ATSDR)	5.10 <sup>-3</sup> (OMS)	0,03 (OEHHA)	0,1 (US-EPA)	0,2 (US-EPA)
Effets critiques	Effets respiratoires	Effets neuro-comportementaux	Effets rénaux	Effets respiratoires	Effets respiratoires	Inflammation pulmonaire							
1 <sup>ères</sup> habitations en bordure de site	9,5E-02	3,0E-02	0,19	4,1E-02	2,4E-05	4,0E-02	1,2E-04	<b>14</b>	0,26	1,6E-05	1,6E-05	6,0E-06	1,6E-06
Centre Ville	5,5E-03	2,3E-03	0,03	8,9E-03	6,7E-04	1,9E-03	3,6E-03	0,6	2,0E-02	5,1E-04	5,0E-04	1,9E-04	4,9E-05
Vallée des Colons	6,7E-03	3,3E-03	0,08	2,1E-02	1,7E-03	2,2E-03	6,5E-03	0,7	2,9E-02	9,3E-04	9,1E-04	3,4E-04	8,8E-05
Vallée du Tir	4,2E-02	1,7E-02	0,11	4,1E-02	6,3E-04	9,7E-03	2,7E-03	<b>3,5</b>	0,16	3,8E-04	3,8E-04	1,4E-04	3,7E-05
Montravel	1,3E-02	7,1E-03	0,27	7,2E-02	6,4E-03	4,4E-03	2,5E-02	<b>1,5</b>	4,2E-02	3,6E-03	3,6E-03	1,3E-03	3,4E-04
Logicoop	9,1E-03	5,1E-03	0,17	4,7E-02	4,1E-03	2,8E-03	1,4E-02	<b>1,0</b>	2,9E-02	2,0E-03	2,0E-03	7,5E-04	1,9E-04
Effets sur les voies respiratoires	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							
Populations en bordure de site : IR <sub>inhalation chronique, effets respiratoires cumulés, avec le nickel</sub> = <b>15</b> ; IR <sub>inhalation chronique, effets respiratoires cumulés, sans le nickel</sub> = 0,4													

Tableau 33 : Indices de risque pour les expositions chroniques par inhalation

Légende :  = substance concernée par l'additivité des risques pour les effets pris en compte

Note : (1) assimilés à du NO<sub>2</sub>

## 6.1.2 EFFETS À SEUIL PAR INGESTION

➤ **Tous les métaux sont concernés.**

Les effets liés à l'ingestion des traceurs retenus touchant des organes et des systèmes différents, **il n'y a pas lieu d'étudier les effets cumulés.**

Les indices de risque (IR) sont rapportés dans les Tableau 34 (scénario 1, Ducos) et Tableau 35 (scénario 2, Vallée du Tir).

IR chronique ingestion	SCÉNARIO « DUCOS » (exposition via le sol, les légumes et le poisson)		
	VTR (µg/kg/j) Effets critiques associés	Enfant	Adulte
<b>Antimoine</b>	0,4 (US-EPA) Effets sur le sang	0,02	3,6E-03
<b>Arsenic</b>	0,3 (US-EPA / ATSDR) Effets sur la peau	0,16	0,05
<b>Cadmium</b>	1 (US-EPA) Effets rénaux	0,02	7,7E-03
<b>Chrome VI</b>	3 (US-EPA) Pas d'effets spécifiques	7,1E-03	1,6E-03
<b>Cobalt</b>	1,4 (RIVM) Cardiomyopathie	0,06	0,02
<b>Manganèse</b>	140 (US-EPA) Effets neurologiques	0,02	5,4E-03
<b>Nickel</b>	20 (US-EPA) Perte de poids	0,28	0,07
<b>Vanadium</b>	9 (US-EPA) Diminution cystine	0,36	0,07

*Tableau 34 : Indices de risque pour les expositions chroniques par ingestion pour le scénario « Ducos »*

IR chronique ingestion	SCÉNARIO « VALLÉE DU TIR » (exposition via le sol et le poisson)		
	VTR (µg/kg/j) Effets critiques associés	Enfant	Adulte
Antimoine	0,4 (US-EPA) Effets sur le sang	4,3E-03	2,8E-04
Arsenic	0,3 (US-EPA / ATSDR) Effets sur la peau	0,01	5,6E-04
Cadmium	1 (US-EPA) Effets rénaux	4,5E-04	2,9E-05
Chrome VI	3 (US-EPA) Pas d'effets spécifiques	1,1E-03	7,0E-05
Cobalt	1,4 (RIVM) Cardiomyopathie	0,06	0,01
Manganèse	140 (US-EPA) Effets neurologiques	0,02	4,9E-03
Nickel	20 (US-EPA) Perte de poids	0,29	0,03
Vanadium	9 (US-EPA) Diminution cystine	0,07	4,5E-03

Tableau 35 : Indices de risque pour les expositions chroniques par ingestion pour le scénario « Vallée du Tir »

➔ Pour chacun des traceurs sanitaires et pour chacun des scénarios de consommation alimentaire envisagés, les IR chronique ingestion sont inférieurs à la valeur repère de 1.

*Nota* : Les résultats n'apparaissent pas différents entre les 2 scénarios. En effet, même si le scénario « Ducos » est a priori plus pénalisant puisqu'il intègre des expositions supplémentaires via l'ingestion de légumes, cette sur-exposition est compensée par des dépôts sur les sols plus faibles à Ducos par rapport à ceux de la Vallée du Tir. Par ailleurs, les IR sont moins élevés que ceux calculés en 2004 en raison des dépôts moyens modélisés plus faibles pour cause de facteurs d'émission différents et possiblement de la météo prise en compte (années 2004 à 2006 au lieu de 2000 à 2001).

On en conclut que les risques sanitaires à seuil liés à l'ingestion chronique d'arsenic, de cadmium, d'antimoine, de chrome VI, de cobalt, de manganèse, de nickel (quelle que soit sa forme chimique) et de vanadium sont non préoccupants en l'état actuel des connaissances, pour toutes les classes d'âge de population.

## 6.2 EFFETS SANS SEUIL

La caractérisation du risque lié à une exposition à des cancérogènes (effets sans seuil) s'exprime par un excès de risque individuel (ERI). Cet ERI représente la probabilité que l'individu a de développer l'effet associé à la substance pendant sa vie du fait de l'exposition considérée. L'ERI s'exprime de la façon suivante :

$$ERI_{inh} = CI \times ERU_{inh} \times T / T_m \text{ ou } ERI_{ing} = DJE \times ERU_{oral} \times T / T_m$$

*Équation 9 : Calcul de l'Excès de Risque Individuel (ERI)*

Avec :

$ERI_{inh/ing}$  : Excès de Risque Individuel par inhalation/ingestion

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

DJE : Dose Journalière d'Exposition ( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ )

$ERU_{inh/oral}$  : Excès de Risque Unitaire par inhalation (en  $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ ) ou ingestion (en  $(\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$ )

T : durée d'exposition (années)

$T_m$  : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (70 ans par convention).

**Pour l'inhalation comme pour l'ingestion, la durée d'exposition considérée pour la quantification des risques cancérogènes est prise égale à 30 ans.**

**La valeur repère pour l'appréciation du risque sanitaire est fixée à  $10^{-5}$  : lorsque l'ERI est inférieur à la valeur de  $10^{-5}$ , le risque cancérogène est considéré comme non préoccupant en l'état actuel des connaissances.**

**L'excès de risque global de cancer (tous types de cancer) peut être estimé en additionnant les ERI associés à chaque substance cancérogène.**

## 6.2.1 EFFETS SANS SEUIL PAR INHALATION

➤ *L'arsenic, le cadmium, le chrome VI et le nickel sont concernés.*

Les excès de risque ( $ERI_{inh}$ ) sont rapportés dans le Tableau 36.

$ERI_{inhalation}$	Arsenic	Cadmium	Chrome VI	Nickel formes non sulfurées	Nickel formes sulfurées	
Organe cible	Poumon	Poumon	Poumon	Poumon	Poumon	
$ERU_i (\mu g/m^3)^{-1}$	$3,3 \cdot 10^{-3}$ (OEHHA)	$4,2 \cdot 10^{-3}$ (OEHHA)	$1,5 \cdot 10^{-1}$ (OEHHA)	$3,8 \cdot 10^{-4}$ (OMS)	$4,8 \cdot 10^{-4}$ (OMS)	Somme $ERI_{inh}$
1 <sup>ères</sup> habitations en bordure de site	6,9E-10	1,5E-10	3,9E-10	<b>4,4E-05</b>	3,5E-06	<b>4,8E-05</b>
Centre Ville	2,1E-08	4,6E-09	1,2E-08	1,9E-06	1,2E-07	2,1E-06
Vallée des Colons	3,9E-08	8,3E-09	2,2E-08	2,1E-06	1,2E-07	2,3E-06
Vallée du Tir	1,6E-08	3,4E-09	9,0E-09	<b>1,1E-05</b>	1,5E-07	<b>1,2E-05</b>
Montravel	1,5E-07	3,3E-08	8,6E-08	4,5E-06	2,7E-07	5,1E-06
Logicoop	8,5E-08	1,8E-08	4,8E-08	3,0E-06	1,6E-07	3,3E-06

Tableau 36 : Excès de risque individuel pour les traceurs cancérrogènes par inhalation

La valeur repère de  $10^{-5}$  est dépassée pour le nickel (formes non sulfurées). Les excès de risque individuel traduisant les risques cancérrogènes totaux dépassent la valeur repère uniquement en raison des formes non sulfurées du nickel.

On en conclut que les risques cancérrogènes liés à l'inhalation de l'arsenic, du cadmium, du chrome VI et des formes sulfurées du nickel émis par l'usine SLN pendant 30 ans de fonctionnement, incluant 80 jours de recyclage d'huiles usagées par an, sont non préoccupants en l'état actuel des connaissances. En revanche, la valeur repère de risque cancérrogène est dépassée pour les formes non sulfurées du nickel.

## 6.2.2 EFFETS SANS SEUIL PAR INGESTION

➤ *Seuls l'arsenic et le chrome VI sont concernés.*

Les excès de risque ( $ERI_{ing}$ ) sont rapportés dans le Tableau 37.

Pour rappel, les travailleurs ne sont pas concernés par une exposition par voie orale.

$ERI_{ingestion}$	Arsenic	Chrome VI	
Organe cible	Peau	Estomac	
$ERU_{oral} (\mu g/kg/j)^{-1}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$ (OEHHA)	$4,2 \cdot 10^{-4}$ (OEHHA)	Somme $ERI_{ing}$
Scénario « Ducos »	<b><u>1,3E-05</u></b>	1,5E-06	<b><u>1,5E-05</u></b>
Scénario « Vallée du Tir »	4,2E-07	1,6E-07	5,8E-07

Tableau 37 : Excès de risque individuel pour les traceurs cancérogènes par ingestion

**Les  $ERI_{ing}$  sont inférieurs à la valeur repère de  $10^{-5}$  pour le chrome VI.**

**S'agissant de l'arsenic, l' $ERI_{ing}$  est au niveau de cette valeur repère pour le scénario « Ducos », à savoir lorsque les légumes-feuilles et les légumes-racines consommés proviennent des jardins potagers de la presqu'île de Ducos. Ceci peut être considéré comme non préoccupant sachant que l'approche retenue est majorante, et notamment que les concentrations dans les sols prises en compte sont celles à l'issue de 30 années de dépôts des polluants, alors que dans le cas des substances cancérogènes, il convient de tenir compte des concentrations moyennes dans les sols pendant la durée d'exposition de l'enfant d'une part, puis durant celle d'exposition de l'adulte d'autre part [Bonnard, 2003].**

**On en conclut qu'en l'état actuel des connaissances, les risques cancérogènes liés à l'ingestion chronique d'arsenic et de chrome hexavalent émis dans l'environnement par la SLN sont non préoccupants pour les populations riveraines.**

### **6.3 MISE EN PERSPECTIVE DE LA CONTRIBUTION DE L'USINE DONIAMBO PAR RAPPORT AU BRUIT DE FOND ENVIRONNEMENTAL GLOBAL**

La réalisation des évaluations de risques sanitaires liés au fonctionnement des installations classées requiert (plus systématiquement depuis 2004) une mise en perspective de la contribution de l'installation par rapport au bruit de fond environnemental local. On désigne par « bruit de fond environnemental local », les contributions autres que celles de l'installation étudiée, qu'il s'agisse de sources naturelles (fond géochimique dans les sols) ou anthropiques (trafic automobile, autres sources industrielles).

Cette mise en perspective nécessite de collecter des données de mesure disponibles dans les compartiments environnementaux impactés par les activités étudiées. Dans le cas présent, les impacts sur l'air ambiant d'une part, puis sur les sols d'autre part peuvent être distingués.

S'agissant de l'air ambiant, l'étude de cohérence de la modélisation de la dispersion atmosphérique réalisée pour cette étude (cf. paragraphe 5.3.1.2.3) montre que **la contribution de la SLN est prépondérante s'agissant du SO<sub>2</sub> et du nickel à proximité du site.**

Concernant l'impact sur les sols et par voie de conséquence les végétaux, on sait que la Nouvelle-Calédonie est un territoire riche en nickel et que de fait, **les dépôts particuliers de nickel émis par la SLN sur les sols autour du site ne sont pas susceptibles de modifier les teneurs déjà élevées en nickel dans ces sols.** Pour le chrome, d'après l'IRD, dans les terrains de Nouvelle-Calédonie recouverts de végétation naturelle, les quantités totales de chrome varient entre 13 700 et 21 900 mg/kg de sol. Or, sur la base de la modélisation des dépôts conduite avec ADMS3 et comptant 30 ans d'accumulation de ceux-ci dans les sols superficiels, on obtient, en proximité de l'usine dans l'horizon supérieur 0-20 cm, des concentrations égales, à « Vallée du Tir », à 1,8 mg/kg de sol en chrome III et 0,015 mg/kg de sol en chrome VI, et à « Jardins de Ducos » à 6,2 mg/kg de sol en chrome III et 0,050 mg/kg de sol en chrome VI. Ceci montre **l'impact négligeable des émissions de chrome de la SLN sur les sols locaux. Il n'existe pas de données pour les autres métaux.**

## **7. DISCUSSION ET CONCLUSIONS**

La démarche de l'ERS fait appel à de nombreuses hypothèses qui génèrent autant d'incertitudes. Ces incertitudes touchent aussi bien l'évaluation de la toxicité, que la caractérisation des expositions.

**On distingue dans la notion générale d'incertitude :**

- **la variabilité liée à l'hétérogénéité numérique naturelle ;**
- **l'incertitude relative au défaut de connaissance.**

Ainsi, les paramètres variables peuvent être classés en **facteurs de sous-estimation ou de sur-estimation du risque**. Les paramètres incertains sont la plupart du temps d'effet inconnu sur l'estimation du risque.

### **7.1 RAPPEL ET ANALYSE DES INCERTITUDES**

#### **7.1.1 INCERTITUDES RELATIVES À LA QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS ET AU CHOIX DES TRACEURS DES RISQUES SANITAIRES**

L'inventaire des substances émises à l'atmosphère aux cheminées de la centrale, en configuration de recyclage ou non, est basé sur des campagnes de mesure ponctuelles réalisées une à deux fois par an. Une incertitude est, de façon incontournable, associée à ces mesures, plutôt en terme quantitatif que qualitatif, la mesure étant relativement exhaustive des polluants problématiques en terme de santé publique. Néanmoins, la quantification réalisée pour la présente ERS est basée sur des mesures conduites sur des chaudières fonctionnant avec le pourcentage maximal d'huiles pouvant être mélangées au combustible (soit 4 %) et sur l'hypothèse d'un recyclage maximal (80 jours/an). En outre, alors que la centrale fonctionne en réalité les  $\frac{3}{4}$  de l'année avec 4 chaudières, on a considéré que ces 4 chaudières étaient en marche 100 % du temps. **La quantification des émissions est donc a priori majorante.**

Un certain nombre de substances a été exclu de l'ERS d'après les scores calculés basés sur les quantités émises et la toxicité propre de chaque composé. En l'état actuel des connaissances scientifiques, ceci reste **sans impact** compte tenu des ordres de grandeur des IR calculés pour des substances émises dans l'environnement en plus grandes quantités et plus toxiques (nickel et SO<sub>2</sub> à part).

S'agissant des PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, les pourcentages de ces fractions granulométriques dans les poussières totales sont apparus faibles en regard des chiffres usuellement fournis par la littérature sur la part des poussières fines dans les fumées de combustion. Ceci peut s'expliquer par l'absence de dispositifs performants de filtration à la centrale et donc d'une part importante de grosses particules visibles à l'œil nu et se déposant sur le site même de Doniambo. Compte tenu des ordres de grandeur des IR, des pourcentages plus importants ne modifieraient pas significativement les résultats et les conclusions.

Concernant le chrome émis à la centrale, en l'absence de données relatives à sa valence, on a considéré qu'il s'agissait intégralement de chrome VI, forme la plus toxique pour la santé humaine. → **sur-estimation des risques liés au chrome**

### 7.1.2 INCERTITUDES RELATIVES À LA TOXICITÉ ET AUX VTR RETENUES

La toxicité pour l'homme des substances identifiées a été évaluée à l'aide des bases épidémiologiques et toxicologiques de référence. Cependant, des incertitudes résident dans ces données toxicologiques et les VTR proposées (facteurs d'incertitude appliqués pour tenir compte des extrapolations intra- et inter-espèces). → **impact non quantifiable**

Par ailleurs, l'étude de la toxicité dans le cadre de l'ERS, mais également des études de toxicologie expérimentale, est réalisée pour chaque substance considérée comme agissant seule. Ainsi, l'exacerbation ou l'inhibition éventuelle de toxicité dans le cas du mélange de polluants émis par l'usine ne peuvent être prises en compte. → **impact non quantifiable**

Enfin, les éventuels produits de transformation des polluants émis n'ont pas été pris en compte et sont susceptibles d'être toxiques pour la santé humaine. Cependant, leur appréciation quantitative reste difficile avec les moyens actuels, en première approche. → **impact non quantifiable**

S'agissant plus précisément des VTR, une circulaire de la Direction générale de la santé<sup>25</sup> a été publiée en mai 2006. Cette circulaire préconise notamment de retenir les VTR des bases de données dans l'ordre préférentiel suivant : US-EPA, puis ATSDR, puis OMS, puis RIVM, puis Santé Canada, puis OEHHA. Après examen des VTR retenues dans la présente étude et parallèlement des VTR retenues selon la démarche proposée par la DGS, il apparaît que **l'application de cette dernière aurait conduit à retenir des VTR moins protectrices pour la santé que celles retenues** (par exemple : pour l'HCl, RfC de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  au lieu de la CREL de l'OEHHA à  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ; pour le nickel,  $\text{ERU}_i$  égal à  $2,4 \cdot 10^{-4} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$  plutôt que  $\text{ERU}_i$  de l'OMS égal à  $3,8 \cdot 10^{-4} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$  ; pour le cadmium,  $\text{ERU}_i$  égal à  $1,8 \cdot 10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$  plutôt que  $\text{ERU}_i$  de l'OEHHA égal à  $4,2 \cdot 10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ ).

Les effets sans seuil des particules n'ont pas été étudiés. L'utilisation des fonctions exposition-risque issues des études épidémiologiques reste peu usuelle dans le contexte des ERS autour des installations classées. Compte tenu des niveaux de concentration en particules attribuables au fonctionnement de la SLN (environ  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en  $\text{PM}_{10}$  et  $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en  $\text{PM}_{2,5}$ , avec ou sans recyclage, au niveau des riverains les plus proches et sous les vents ; cf. Tableau 22) par rapport aux concentrations ubiquitaires moyennes en France métropolitaine (respectivement environ  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en fond urbain<sup>26</sup>), la non prise en compte de ces effets sans seuil n'apparaît pas problématique.

S'agissant de la silice, une évaluation quantitative des risques sanitaires sur la base de la valeur limite d'exposition professionnelle avait été proposée en 2004. Dans la présente mise à jour, cette évaluation n'a pas été conduite dans la mesure où les documents parus depuis et encadrant la sélection des VTR ([INERIS, 2006-a ; Doornaert, 2006], circulaire DGS<sup>25</sup>), ne font plus référence au recours aux valeurs professionnelles. Dans le contexte de l'étude de l'impact de la combustion des huiles usagées (non émettrice de silice), ceci n'est pas gênant.

---

<sup>25</sup> Circulaire N°DGS/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact

<sup>26</sup> Données MEDD. <http://www.ecologie.gouv.fr>

### 7.1.3 INCERTITUDES RELATIVES À LA DÉTERMINATION DES CONCENTRATIONS DANS L'ENVIRONNEMENT

Les concentrations dans l'air ambiant ont été estimées par la modélisation de la dispersion atmosphérique des rejets au moyen du logiciel ADMS3, comme pour l'ERS de 2004. La prise en compte d'une période de combustion d'huiles usagées ne modifie pas les incertitudes inhérentes à une telle modélisation (cf. rapport INERIS de 2004).

Le calcul des concentrations dans les sols qui détermine l'exposition par ingestion directe de sol, ainsi que les transferts vers les légumes, est basé sur l'hypothèse que les polluants ne subissent aucune dégradation ou lixiviation dans le temps. Ainsi, les concentrations dans les sols qui servent à déterminer les concentrations dans les autres milieux et *in fine* à caractériser le risque sanitaire, sont celles calculées après 30 ans de fonctionnement de l'usine. → **sur-estimation des concentrations dans les sols**

Le calcul des concentrations dans les végétaux est basé sur des facteurs de bio-transfert non spécifiques au site, mais issus de la littérature scientifique. Même si ce sont les valeurs les plus élevées collectées dans la littérature qui ont été retenues, **la sensibilité des paramètres de transfert est potentiellement non négligeable, mais reste non quantifiable**.

De même, les concentrations dans le poisson pêché dans la Grande Rade de Nouméa sont estimées à partir des concentrations mesurées dans les eaux de la Rade. Celles-ci l'ont été pour le nickel, le chrome et le manganèse (en 2 points de mesure). En l'absence de mesure des autres métaux étudiés, leurs transferts au poisson n'ont pu être évalués. Ceci apparaît sans impact dans la mesure où la contamination de ces eaux liée au fonctionnement de la SLN est principalement due aux rejets aqueux (contenant effectivement du nickel, du chrome et du manganèse) et vraisemblablement de façon plus minoritaire aux dépôts des particules. Les rejets par la SLN des autres métaux étant exclusivement atmosphériques et en quantité moindre que les trois précédemment cités<sup>27</sup>, cette potentielle sous-estimation des expositions via le poisson est **sans impact**. Enfin, pour le nickel, le chrome et le manganèse, les BCF<sub>poisson</sub> utilisés sont les valeurs moyennes disponibles dans la littérature. Une incertitude non négligeable mais **non quantifiable** est associée au calcul de la concentration dans le poisson.

---

<sup>27</sup> Le nickel, le chrome et le manganèse sont émis au niveau d'autres installations de l'usine et non uniquement à la centrale comme le sont les autres métaux traceurs des risques sanitaires retenus (à l'exception du cobalt).

#### 7.1.4 INCERTITUDES RELATIVES AUX EXPOSITIONS

L'étude de l'exposition par inhalation considère une exposition permanente toute l'année, toute la journée, aux concentrations modélisées. Par ailleurs, la présence des riverains est également supposée durer toute la journée en cas de pic de concentration journalière. → **sur-estimation des expositions et des risques**

Les expositions par ingestion de légumes ont été caractérisées en considérant que tous les légumes consommés chaque jour par les populations étudiées provenaient intégralement des jardins de la presqu'île de Ducos dans la zone d'influence des retombées de poussières de la SLN. De même, tout le poisson consommé quotidiennement est considéré comme étant issu de la pêche locale. Il convient de rappeler que cette dernière est interdite dans la Grande Rade de Nouméa. → **facteur de sur-estimation des expositions**

En l'absence de données de consommation alimentaire spécifique à la population calédonienne, les quantités journalières consommées utilisées sont les valeurs moyennes pour la population française métropolitaine de l'étude [INSEE, 1991], *a priori* différentes (une consommation plus importante de poisson est probable du fait de la proximité des côtes). Ces rations alimentaires avaient déjà été utilisées en 2004 et ont été conservées par souci de cohérence des études. → **impact non quantifiable sur les résultats**

Concernant l'évaluation des risques cancérogènes, la durée d'exposition retenue égale à 30 ans peut être discutée dans la mesure où un déménagement peut avoir lieu, mais se faire à proximité du logement quitté, conduisant les personnes à rester dans la zone d'influence de l'usine de Doniambo pour une durée éventuellement égale à leur vie entière. → **facteur de sous-estimation des expositions ne modifiant vraisemblablement pas les conclusions**

Enfin, certaines voies d'exposition ont été exclues du champ de l'étude (exposition par contact cutané notamment). En première approche de l'ERS, l'exposition cutanée est jugée mineure et **sans impact sur les résultats et conclusions**.

Le Tableau 38 résume les facteurs d'incertitude et leur impact sur les conclusions de l'étude.

<u>Sous-estimation potentielle</u>		Influence non appréciable		<u>Sur-estimation potentielle</u>	
Paramètre	Impact	Paramètre	Impact	Paramètre	Impact
Exclusion de certaines substances de l'ERS	Aucun compte tenu des niveaux d'exposition pour les traceurs retenus	Quantification des émissions à partir de quelques campagnes de mesure sur 1 groupe à chaque fois	Sans impact compte tenu des critères majorants retenus	Flux basés sur le taux max. de recyclage (4 % ; 80 j/an) et sur 4 chaudières en fonctionnement toute l'année	Sur-estimation <i>a priori</i>
Contribution de la remise en suspension des particules à la contamination des végétaux	Aucun, contribution mineure par rapport à celle des dépôts particulaires directs	Valeurs toxicologiques de référence disponibles	Non quantifiable	Chrome émis par la centrale = Chrome VI	Sur-estimation sans impact
				Accumulation totale dans les sols	Sur-estimation réelle
Non prise en compte de la contamination du poisson par l'As, le Sb, le Cd, le Cr VI et le V	<i>Aucun a priori</i>	Synergie ou antagonisme des effets toxicologiques	Non quantifiable	Inhalation permanente toute l'année, toute la journée	Sur-estimation réelle
30 ans d'exposition	Non susceptible de modifier les conclusions			Légumes consommés provenant des jardins potagers de la presqu'île de Ducos	Sur-estimation réelle
Non prise en compte de l'exposition du nourrisson	<i>Aucun a priori</i>	Facteurs de bio-concentration et bio-transfert	Non quantifiable		
Non prise en compte de certaines expositions, par exemple le contact cutané	Aucun, contributions mineures	Rations alimentaires de [INSEE, 91] et variables humaines d'expositions non mises à jour	Non quantifiable, <i>a priori</i> sans impact majeur	Poisson pêché dans la Grande Rade de Nouméa (alors que la pêche y est interdite)	Sur-estimation réelle

Tableau 38 : Synoptique des incertitudes et de leurs impacts sur la quantification des risques sanitaires

## 7.2 CONCLUSION GÉNÉRALE ET RECOMMANDATIONS

***La présente étude a été réalisée en considérant un recyclage d'huiles usagées 80 jours par an, à hauteur de 4 % du combustible maximum. Les conclusions sont donc valables pour cette configuration.***

En l'état actuel des connaissances scientifiques, des localisations des populations riveraines de l'usine et des utilisations de l'environnement local, et sur la base des données relatives aux émissions transmises par la SLN, il ressort que, en première approche de l'ERS :

- des pics de concentrations en SO<sub>2</sub> et NO<sub>x</sub> peuvent être atteints ponctuellement dans des configurations météorologiques données et provoquer des **dépassements des valeurs repères sanitaires de l'OMS pour des expositions de courte durée au SO<sub>2</sub> et aux NO<sub>x</sub>** ;
- **il existe un risque de troubles respiratoires liés à l'inhalation chronique de nickel pour les populations riveraines de l'installation** ;
- les rejets dans l'environnement de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, HCl, antimoine, arsenic, cadmium, chrome, cobalt, manganèse et vanadium par l'usine SLN de Doniambo ne sont pas susceptibles de conduire à des dépassements des valeurs toxicologiques de référence quelle que soit la voie d'exposition.

**En résumé, les conclusions de l'ERS de 2004 demeurent inchangées en incluant le recyclage d'huiles usagées dans les chaudières de la centrale 80 jours/an à hauteur de 4 % du combustible. Ce recyclage ne conduit pas à une augmentation significative des expositions des populations riveraines aux polluants émis. Les pics de concentration en SO<sub>2</sub> et NO<sub>x</sub> sont néanmoins plus fréquents et plus intenses en configuration de recyclage d'huiles.**

Les mesures de réduction des émissions de SO<sub>2</sub> par basculement vers l'utilisation de combustible à basse teneur en soufre, ainsi que les mesures de réduction des émissions de particules déjà mises en œuvre par la SLN, sont à poursuivre. Les campagnes de mesure aux cheminées de la centrale en période de recyclage d'huiles usagées sont également à pérenniser.

## **8. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

**ADEME (2003)** Base de données de paramètres descriptifs de la population française au voisinage d'un site pollué, ADEME/IRSN, Version 0

**Ambrose A.M. et al. (1976)** Long term toxicologic assessment of nickel in rats and dogs, Journal of Food Science and Technology, 13, 181 - 187

**ATSDR (1992)** Toxicological Profile for Antimony, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp23.html>

**ATSDR (1993)** Toxicological Profile for Vanadium, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp58.html>

**ATSDR (1999)** Toxicological Profile for Cadmium, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp5.html>

**ATSDR (2000-a)** Toxicological Profile for Chromium, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp7.html>

**ATSDR (2000-b)** Toxicological Profile for Manganese, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp151.html>

**ATSDR (2004)** Toxicological Profile for Cobalt, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp33.html>

**ATSDR (2005-a)** Toxicological Profile for Arsenic, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp2.html>

**ATSDR (2005-b)** Toxicological Profile for Nickel, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp15.html>

**Binder S.D. et al. (1986)** Estimating soil ingestion : the use of tracer elements in estimating the amount of ingested soil by young children, Arch. Environ. Health, 41: 341-345

**Belyaeva A. (1967)** The effect of antimony on reproduction. GigTruda Prof Zabol 11(1):32-37.

**Bonnard R. (2003)** Évaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches de charbon d'une grande installation de combustion, Partie 2 : Exposition par voies indirectes, INERIS - MEDD, Groupe de travail GIC, Grandes Installations de Combustion. <http://www.ineris.fr/>

**Calabrese E. et al. (1989)** How much soil do children ingest : an epidemiologic study, Regul. Toxicol. Pharmacol., 10: 123-37

**Calabrese E. and Stanek E. (1991)** A guide to interpreting soil ingestion study. II. Qualitative and quantitative evidence of soil ingestion, Regul. Toxicol. Pharmacol., 13 ; 278-292

**Clausing P. et al. (1987)** A method for estimating soil ingestion by children, Int. Arch. Occup. Environ. Health, 59: 73-82

**Davies et al. (1990)** Quantitative estimates of soil ingestion in normal children between the ages of 2 and 7 years : population -based estimates using aluminium, silicon and titanium as soil tracer elements, Arch. Environ. Health, 45 : 112-122

**Dejmek J. et al. (2000)** Fecundability and parental exposure to ambient sulfur dioxide, *Environmental Health Perspectives*, 108 (7): 647 - 654

**Doornaert B., Pichard A. (2006)** Valeurs toxicologiques de référence : comment choisir ?, *Environnement, Risques & Sante*, 5(3), 191-198

**Elliot B.M., Mackay J.M., Clay P., Ashby J. (1998)** An assessment of the genetic toxicology of antimony trioxide. *Mutat Research*, 415 (1-2): 109-117

**Gifford F.A. (1962)** Uses of routine meteorological observations for estimating atmospheric dispersion. *Nuclear Safety* 2(4):47-51.

**Glorennec P. (2000)** Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine - guide méthodologique, CIRE Ouest

**Golder D. (1972)** Relations Among Stability Parameters in the Surface Layer, *Boundary-Layer Meteorol.*, 3: 56

**GRNC (2001)** Groupe Radioécologie Nord-Cotentin, Adaptation du modèle de transfert GT3-GRNC dans un écosystème agricole aux polluants inorganiques non radioactifs, Paramètres de transfert, Beaugelin-Sellier K., Rapport IPSN DPRE, référencé SERLAB/01-39

**Hanna S.R. et al. (1999)** Evaluation of the ADMS, AERMOD and ISC dispersion models with the Kinkaid, Indianapolis, Lovett, Sweeny and Duke Forest data sets. Sixth International Conference on harmonization within atmospheric dispersion

**INERIS (2001)** Méthode de calcul des Valeurs de Constat d'Impact dans les sols, INERIS. <http://www.ineris.fr/>

**INERIS (2003-a)** Substances chimiques, Évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des installations classées. <http://www.ineris.fr/>

**INERIS (2003-b)** 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). Consultable sur Internet : <http://www.ineris.fr/>

**INERIS (2005-a)** Fiche de données toxicologiques et environnementales. Cadmium et ses dérivés. Version N°2-3-février 2005. <http://www.ineris.fr/>

**INERIS (2005-b)** Fiche de données toxicologiques et environnementales. Chrome et ses dérivés. Version N°2-4-février 2005. <http://www.ineris.fr/>

**INERIS (2006-a)** Pratique INERIS de choix des valeurs toxicologiques de référence dans les évaluations de risques sanitaires. <http://www.ineris.fr/>

**INERIS (2006-b)** Fiche de données toxicologiques et environnementales. Arsenic et ses dérivés inorganiques. Version N°2-3-février 2005. <http://www.ineris.fr/>

**INERIS (2006-c)** Fiche de données toxicologiques et environnementales. Nickel et ses dérivés. Version N°1-1-avril 2005. <http://www.ineris.fr/>

**INERIS (2006-d)** Choix des valeurs toxicologiques de référence de l'Arsenic, Rapport d'étude pour le Ministère de l'écologie et du développement durable, référencé INERIS-DRC-06-66670/ETSC/BDo-06DR082.doc. <http://www.ineris.fr/>

**INERIS (2006-e)** Fiche de données toxicologiques et environnementales. Cobalt et ses dérivés. Version N°2-1-Avril 2006. <http://www.ineris.fr/>

**INERIS (2007-a)** Fiche de données toxicologiques et environnementales. Antimoine et ses dérivés. Version N°2-1-Avril 2007. <http://www.ineris.fr/>

**INERIS (2007-b)** Fiche de données toxicologiques et environnementales. Manganèse et ses dérivés. Version N°2-1-Avril 2007. <http://www.ineris.fr/>

**INSEE (1991)** Institut National de la Statistique et des Études Économiques, Consommation et lieux d'achat des produits alimentaires en 1991, Bertrand M.

**INSERM (1999)** Plomb dans l'environnement, Quels risques pour la santé ?

**InVS (2000)** Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact. Institut de Veille Sanitaire. Consultable sur Internet : [www.invs.sante.fr](http://www.invs.sante.fr)

**IPCS (1988)** International Programme on Chemical Safety, Environmental Health Criteria N°81, Vanadium. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc81.htm>

**IRD (2003)** L'environnement marin aux environs du site de Doniambo, IV- Devenir des métaux, Rapport de contrat de consultance IRD-SLN, Décembre 2003

**Koenig J.Q. et al. (1988)** The effects of ozone and nitrogen dioxide on lung function in healthy and asthmatic adolescents, Research Report, Health Effects Institute, 14, 5 – 24

**Lees F.P.** Loss prevention in the process industries, Chap. 15 : Emission et dispersion - Volume 1 – 2<sup>ème</sup> édition

**Malherbe L. (2003)** Modélisation des dépôts en champ local, INERIS, Note de synthèse, Titre IV-DRC 17, Ministère de l'Écologie et du Développement Durable

**Momas I. et al. (1993)** Pollution atmosphérique et mortalité : une synthèse des études épidémiologiques publiées entre 1980 et 1991, Revue d'épidémiologie et de santé publique, 41: 30-43

**Monin-Obukhov (1954)** The main features of turbulent mixing in the surface atmospheric layer, Trudy InstT. Geophys. Acad. Sci. USSR, vol 24.

**Nisbet I.C.T. and LaGoy P.K. (1992)** Toxic equivalency factors (TEFs) for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), Reg Toxicol Pharmacol, 16, 290 – 300

**NRC (1983)** National Research Council, Committee on the Institutional Means for Assessment of Risks for Public Health. Risk Assessment in the Federal Government: managing the process, Nat. Acad. Press Washington

**NTP (2001)** National Toxicology Program, Target Organs and Levels of Evidence, NTP Technical Report Number 507, Vanadium Pentoxide.

<http://ntp-server.niehs.nih.gov/htdocs/Levels/Tr507levels.Html>

**OMS (1998)** Communiqué OMS/45, Des experts de l'OMS réévaluent les risques que les dioxines font courir à la santé

**OMS (2000)** Air Quality Guidelines for Europe, 2<sup>nd</sup> Edition. Geneva, World Health Organization. <http://www.who.dk/document/e71922.pdf>

**OMS (2004)** Guidelines for Drinking Water Quality, Third edition, ISBN 92 4 154638 7. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3/en/)

**OMS (2005)** WHO air quality guidelines update 2005, Report on a working group meeting, Bonn, Germany, 18-20 October 2005.

[http://www.euro.who.int/air/activities/20050222\\_2](http://www.euro.who.int/air/activities/20050222_2)

**Pasquill F. (1961)** The estimation of dispersion of wind-borne material. Meteorological Magazine 90:33-49

**Pasquill F. (1974)** Atmospheric diffusion. 2<sup>nd</sup> Ed. John Wiley and Sons, New York

**RIVM (2001)** Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels, RIVM Report 711701 025

**Santé Canada (1994)** Loi canadienne sur la protection de l'environnement, Liste des substances d'intérêt prioritaire, Rapport d'évaluation, Le nickel et ses composés, Gouvernement du Canada, ISBN 0-662-99255-5

**Spiegelberg T. (1984)** Effects of NiO inhalation on alveolar macrophages and the humoral immune systems of rats, Ecotoxicological and Environmental Safety, 8, 516 - 525

**Turner D.B. (1964)** A diffusion model for an urban area. Journal of Applied Meteorology 3:83-91

**US-EPA (1997)** Exposure Factor Handbook, Vol.I General Factors, EPA/600/P-95/002Fa. <http://www.epa.gov/ncea/pdfs/efh/front.pdf>

**US-EPA (1998)** Human Health Risk Assessment Protocol for Hazardous Waste Combustion Facilities. <http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/combust/risk.htm>

**Wang X. et al. (1997)** Association between air pollution and low birth weight: a community-based study, Environmental Health Perspectives, 105(5): 514 – 520

## **9. LISTE DES ANNEXES**

<b>Repère</b>	<b>Désignation</b>	<b>Nb pages</b>
Annexe 1	Plan de situation de l'usine	1
Annexe 2	Données relatives aux émissions atmosphériques (Document SLN « Données de base »)	36
Annexe 3	Données utilisées pour la quantification des émissions atmosphériques (synthèse INERIS)	6
Annexe 4	Choix des traceurs des risques sanitaires	2
Annexe 5	Cartographies de la dispersion atmosphérique des rejets et des dépôts sur les sols (configuration recyclage d'huiles usagées)	4
Annexe 6	Résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique des rejets dans les configurations météorologiques particulières (avec et sans recyclage d'huiles)	12
Annexe 7	Cartographies de la dispersion atmosphérique des rejets dans les configurations météorologiques particulières	5
Annexe 8	Feuilles de calcul pour l'évaluation des risques sanitaires liés à l'ingestion	8

**Mise à jour de l'évaluation des risques sanitaires (ERS)  
liés aux activités de l'usine Société Le Nickel de  
Doniambo, Nouméa : prise en compte des périodes de  
recyclage d'huiles usagées dans la centrale thermique du  
site**

**ANNEXE 1**

**Plan de situation de l'usine**



**Mise à jour de l'évaluation des risques sanitaires (ERS)  
liés aux activités de l'usine Société Le Nickel de  
Doniambo, Nouméa : prise en compte des périodes de  
recyclage d'huiles usagées dans la centrale thermique du  
site**

**ANNEXE 2**

Données relatives aux émissions atmosphériques  
(Document SLN « Données de base »)



**LE NICKEL-SLN**

**RECYCLAGE DES HUILES USAGEES  
A LA CENTRALE ELECTRIQUE**

**E R S**

*Données de base*

G. KASARHEROU  
04/12/06

La SLN a confié à l'INERIS une étude des risques sanitaires relative au recyclage des huiles usagées du Territoire à la centrale électrique de Doniambo.  
Le recyclage se fait généralement à un taux de 4 % du combustible consommé.

Cette étude fait suite à l'évaluation sanitaire précédente, à caractère plus général, liée aux activités de l'usine de Doniambo (Rapport INERIS. C. Mandin - L. Malherbe. Avril 2004).

Ce document complète les données mises à la disposition de l'INERIS à l'occasion de l'étude précédente.

## I. DONNEES RELATIVES AUX CHEMINEES

### Eléments géométriques des cheminées

Pas de modification.

### Caractérisation des fumées

Les annexes A à D donnent les analyses des fumées (gaz, métaux, HAP, dioxines) des différentes campagnes annuelles de mesure réalisées de 2003 à 2005, avec ou sans huiles usagées.

Il s'agit de données brutes de mesures de la société SGS Australie débarrassées des recalculs classiques règlementaires (% O<sub>2</sub>, ...).

Une campagne de mesures vient d'être réalisée en 2006. Cependant, il est fort probable que les résultats d'analyse ne seront pas disponibles pour cette étude (analyses en Australie).

Les fonctionnements avec recyclage correspondent principalement à des marches à 4 % d'huiles usagées dans le combustible brûlées à la centrale.

On notera qu'en 2003, 2 campagnes de mesure ont été réalisées (la première avait servi à l'étude précédemment citée).

Date	Recyclage
13-14 8 2003 (c1)	< 5 % du combustible
19-20 2003 (c1)	Néant
15 11 2003 (c2)	Néant
16 11 2003 (c2)	Néant
17 11 2003(c2)	4 % du combustible
18 11 2003 (c2)	4 % du combustible
25 10 2004	4 % du combustible
26 10 2004	4 % du combustible
15 10 2005	Néant
17 10 2005	Néant
24 10 2005	4 % du combustible
25 10 2005	4 % du combustible

Tableau 1 : Campagnes de mesure.

## II. DONNEES ENVIRONNEMENTALES

### Agriculture et élevage

On notera l'existence d'un nouveau RGA (2002) par rapport à l'étude précédente (RGA91).

Consulter : <http://www.isee.nc/recensagricol/rgaresultats.html>

## Cibles sensibles

Le document LMTE/03-77 du 25 février 2003 relatif aux écoles et établissements post-bac s'appliquent toujours.

Il n'y a pas de modification majeure de la répartition de ce type d'établissement dans les environs immédiats de Doniambo et en particulier dans la zone de Ducos (rue de Papeete), Montravel et la Vallée du Tir (réactualisation éventuelle des effectifs en consultant [www.ac-noumea.nc](http://www.ac-noumea.nc)).

On notera l'existence d'un nouveau collège au quartier des Portes de fer (rue Olhen) à une distance d'environ 2 km. Effectif : 815.



Figure 1 : Nouveau collège des Portes de fer.

Idem pour les maisons de retraite.

Un nouveau plateau sportif a été implanté sur le prolongement de la rue Papeete (Ducos).

L'Hôpital Gaston Bourret est toujours en activité sur le même site.

## Données météorologiques

De manière à donner éventuellement à l'INERIS la possibilité de caler son modèle de dispersion, des données météorologiques Meteo France (direction de vent, vitesse de vent, ...) spécifiques aux dates de fonctionnement avec ou sans recyclage d'huiles usagées du paragraphe précédent sont fournies dans un fichier excell séparé.

De manière générale, conformément au contrat de prestation, l'INERIS pourra compléter ces données auprès de Meteo France.



Figure 2 : Nouveau plateau sportif de Ducos.

### **Réseau de surveillance**

Le réseau de surveillance de la communauté urbaine de Nouméa n'est pas encore en exploitation. On se basera comme précédemment sur le réseau de surveillance SLN de 3 stations (Montravel, Logicoop, Vallée du Tir).

Sont mesurés (rappels) :

- 1/ le SO<sub>2</sub> (données disponibles au ¼ d'heure),
- 2/ le NO<sub>2</sub> (données disponibles au ¼ d'heure ; une chaîne métrologique déplacée d'une station à l'autre),
- 3/ les PM<sub>10</sub> (mesure journalière) et %Ni associé (analyse mensuelle).
- 4/ les retombées de poussières (données hebdomadaires) et %Ni associé (analyse mensuelle).

De la même manière, pour permettre à l'INERIS de caler éventuellement son modèle de dispersion, les données relatives aux périodes de marche du paragraphe précédent sont fournies sous forme de fichier excell séparé.

L'annexe E donne les caractéristiques de ce réseau pour les années 2003 à 2005.

### **Données sur les sols et végétaux**

Pas de données supplémentaires par rapport à 2003.



**ANNEXES**

ANNEXE A

Caractéristiques des fumées  
Campagne 2003 n°1

Voir Annexes 3 et 4

Rapport INERIS DRC-04-44572-ERSA/CMa-ERS\_SLN\_R-final.doc N°69/2004

C. Mandin –L. Malherbe

ANNEXE B

Caractéristiques des fumées  
Campagne 2003 n°2

Source : Données brutes de mesure SGS Australia in Rapport A2EP NCE 04/03 01 de juin 2004.

Sampling location	Power Plant No 4	Power Plant No 4	Power Plant No 4	Power Plant No.4
	No Oil	No Oil	With 4 % Oil	With 4% Oil
Date tested	15.11.03	16.11.03	17.11.03	18.11.03
<b>Flow parameters</b>				
Stack dimensions at sampling plane, mm	2000	2000	2000	200
Velocity at sampling plane, m/s	24	24	24	25
Average temperature, °C	160	165	155	157
Moisture content, %v/v	9.9	10	11	11
Flow rate at discharge conditions, m <sup>3</sup> /min	4600	4600	4500	4700
Flow rate at wet NTP conditions, m <sup>3</sup> /min	2900	2900	2900	3000
Flow rate at dry NTP conditions, m <sup>3</sup> /min	2600	2600	2600	2700
<b>Oxygen, %, vol/vol</b>	5.0	3.9 – 4.6	5.5	3.9 – 4.3
<b>Total Particulates</b>				
Concentration, mg/m <sup>3</sup> , at NTP	200	NT	79	NT
Mass rate, g/min	520	NT	210	NT
<b>Sulphur Dioxide</b>				
Concentration, mg/m <sup>3</sup> , at NTP	6000	NT	6200	NT
Mass rate, g/min	16000	NT	16000	NT
<b>Nitrogen Oxides as NO<sub>2</sub></b>				
Concentration, mg/m <sup>3</sup> , at NTP	260	NT	310	NT
Mass rate, g/min	690	NT	810	NT
<b>Fluorides as HF</b>				
Concentration, mg/m <sup>3</sup> , at NTP	0.12	NT	0.11	NT
Mass rate, g/min	0.30	NT	0.29	NT
<b>Chlorides as HCl</b>				
Concentration, mg/m <sup>3</sup> , at NTP	3.1	NT	3.9	NT
Mass rate, g/min	8.3	NT	10	NT
<b>Chromium VI</b>				
Concentration, mg/m <sup>3</sup> , at NTP	<0.005	NT	<0.005	NT
Mass rate, g/min	<0.01	NT	<0.01	NT
<b>Formaldehyde</b>				
Concentration, mg/m <sup>3</sup> , at NTP	<0.008	NT	<0.008	NT
Mass rate, g/min	<0.02	NT	<0.02	NT
<b>Acetaldehyde</b>				
Concentration, mg/m <sup>3</sup> , at NTP	<0.008	NT	<0.008	NT
Mass rate, g/min	<0.02	NT	<0.02	NT
<b>Benzene</b>				
Concentration, mg/m <sup>3</sup> , at NTP	<1	NT	<1	NT
Mass rate, g/min	<3	NT	<3	NT
<b>Toluene</b>				
Concentration, mg/m <sup>3</sup> , at NTP	<0.2	NT	<0.2	NT
Mass rate, g/min	<0.6	NT	<0.5	NT
<b>Ethylbenzene</b>				
Concentration, mg/m <sup>3</sup> , at NTP	<0.2	NT	<0.2	NT
Mass rate, g/min	<0.6	NT	<0.5	NT
<b>o-Xylene</b>				
Concentration, mg/m <sup>3</sup> , at NTP	<0.2	NT	<0.2	NT
Mass rate, g/min	<0.6	NT	<0.5	NT
<b>m- &amp; p-Xylene</b>				
Concentration, mg/m <sup>3</sup> , at NTP	<0.4	NT	<0.4	NT
Mass rate, g/min	<1	NT	<1	NT

NTP : Normal temperature and pressure. Gas volumes and concentrations are expressed on a dry basis at 0°C, at discharge oxygen concentration and an absolute pressure of 101.325 kPa, unless otherwise specified.  
NT :Not Tested.

<b>Sampling location</b>	Power Plant No. 4 (Centrale Thermique) – No Oil			
Date tested	16.11.03			
Time tested				
	Particulate Metals mg/m <sup>3</sup> , at NTP	Gaseous Metals mg/m <sup>3</sup> , at NTP	Total Metals mg/m <sup>3</sup> , at NTP	Total Metals Mass rate, g/min
Antimony	<0.004	<0.004	<0.008	<0.02
Arsenic	0.007	<0.007	<0.01	<0.04
Barium	<0.03	<0.0010	<0.03	<0.09
Beryllium	<0.006	<0.007	<0.01	<0.03
Cadmium	<0.003	<0.0008	<0.004	<0.01
Chromium	<0.01	0.0052	0.0052	0.013
Cobalt	<0.003	<0.0007	<0.004	<0.01
Lead	0.035	<0.006	0.034	0.090
Manganese	<0.008	<0.017	<0.03	<0.07
Nickel	0.71	0.0034	0.71	1.9
Selenium	<0.007	<0.006	<0.01	<0.03
Thallium	<0.003	<0.003	<0.007	<0.02
Zinc	0.084	<0.02	0.084	0.22
Vanadium	3.9	0.0007	3.9	10
Tin	<0.001	<0.5	<0.5	<1
Molybdenum	0.013	<0.001	0.013	0.032
Mercury	<0.00007	0.000045	0.000045	0.00012
Copper	<0.01	<0.009	<0.02	<0.06
Titanium	<0.1	<0.003	<0.1	<0.3

## Metals

Sampling location	Power Plant No. 4 (Centrale Thermique) – 4% Oil			
Date tested	18.11.03			
Time tested				
	Particulate Metals mg/m <sup>3</sup> , at NTP	Gaseous Metals mg/m <sup>3</sup> , at NTP	Total Metals mg/m <sup>3</sup> , at NTP	Total Metals Mass rate, g/min
Antimony	<0.002	<0.004	<0.006	<0.02
Arsenic	0.0039	<0.007	0.0039	0.010
Barium	<0.01	<0.001	<0.01	<0.04
Beryllium	<0.003	<0.007	<0.01	<0.03
Cadmium	0.00074	<0.0008	0.00074	0.0020
Chromium	0.0074	0.00065	0.0081	0.022
Cobalt	0.0015	<0.0007	0.0015	0.0040
Lead	0.035	<0.005	0.035	0.095
Manganese	0.0048	0.0014	0.0063	0.017
Nickel	0.48	0.0021	0.49	1.3
Selenium	0.0039	<0.005	0.0039	0.010
Thallium	<0.002	<0.003	<0.005	<0.01
Zinc	0.39	0.0021	0.39	1.0
Vanadium	2.6	<0.0008	2.6	7.1
Tin	<0.0006	<0.2	<0.2	<0.6
Molybdenum	0.016	<0.001	0.016	0.043
Mercury	<0.00003	<0.00007	<0.0001	<0.0003
Copper	<0.002	<0.004	<0.03	<0.07
Titanium	<0.08	<0.003	<0.09	<0.2

## Metals

Sampling location	Power Plant No. 4 (Centrale Thermique) – 4% Oil			
Date tested	18.11.03			
Time tested				
	Particulate Metals mg/m <sup>3</sup> , at NTP	Gaseous Metals mg/m <sup>3</sup> , at NTP	Total Metals mg/m <sup>3</sup> , at NTP	Total Metals Mass rate, g/min
Antimony	<0.002	<0.004	<0.006	<0.02
Arsenic	0.0039	<0.007	0.0039	0.010
Barium	<0.01	<0.001	<0.01	<0.04
Beryllium	<0.003	<0.007	<0.01	<0.03
Cadmium	0.00074	<0.0008	0.00074	0.0020
Chromium	0.0074	0.00065	0.0081	0.022
Cobalt	0.0015	<0.0007	0.0015	0.0040
Lead	0.035	<0.005	0.035	0.095
Manganese	0.0048	0.0014	0.0063	0.017
Nickel	0.48	0.0021	0.49	1.3
Selenium	0.0039	<0.005	0.0039	0.010
Thallium	<0.002	<0.003	<0.005	<0.01
Zinc	0.39	0.0021	0.39	1.0
Vanadium	2.6	<0.0008	2.6	7.1
Tin	<0.0006	<0.2	<0.2	<0.6
Molybdenum	0.016	<0.001	0.016	0.043
Mercury	<0.00003	<0.00007	<0.0001	<0.0003
Copper	<0.002	<0.004	<0.03	<0.07
Titanium	<0.08	<0.003	<0.09	<0.2

## PAH's

Sampling location	Power Plant Stack No. 4 (Centrale Thermique) No Oil	
Date tested	16 <sup>th</sup> November 2003	
Time tested		
	Concentration $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , at NTP	Rate $\text{mg}/\text{min}$ , at NTP
Naphthalene	0.77	2.0
2-Methylnaphthalene	0.39	1.0
Acenaphthylene	<0.06	<0.2
Acenaphthene	<0.06	<0.2
Fluorene	<0.06	<0.2
Phenanthrene	0.17	0.44
Anthracene	<0.06	<0.2
Fluoranthene	0.12	0.31
Pyrene	0.066	0.039
Benzo(a)anthracene	<0.06	<0.2
Chrysene	<0.06	<0.2
Benzo(b)fluoranthene	<0.06	<0.2
Benzo(k)fluoranthene	<0.06	<0.2
Benzo(e)pyrene	<0.06	<0.2
Benzo(a)pyrene	<0.06	<0.2
Perylene	<0.06	<0.2
Dibenzo(a,h)anthracene	<0.06	<0.2
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	<0.06	<0.2
Benzo(g,h,l)perylene	<0.06	<0.2

<b>Sampling location</b>	Power Plant Stack No. 4 (Centrale Thermique) With 4% Oil 18 <sup>th</sup> November 2003	
Date tested		
Time tested		
	Concentration µg/m <sup>3</sup> , at NTP	Rate mg/min, at NTP
Naphthalene	0.52	1.4
2-Methylnaphthalene	0.27	0.73
Acenaphthylene	<0.06	<0.2
Acenaphthene	<0.06	<0.2
Fluorene	<0.06	<0.2
Phenanthrene	0.11	0.30
Anthracene	<0.06	<0.2
Fluoranthene	<0.06	<0.2
Pyrene	<0.06	<0.2
Benzo(a)anthracene	<0.06	<0.2
Chrysene	<0.06	<0.2
Benzo(b)fluoranthene	<0.06	<0.2
Benzo(k)fluoranthene	<0.06	<0.2
Benzo(e)pyrene	<0.06	<0.2
Benzo(a)pyrene	<0.06	<0.2
Perylene	<0.06	<0.2
Dibenzo(a,h)anthracene	<0.06	<0.2
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	<0.06	<0.2
Benzo(g,h,I)perylene	<0.06	<0.2

## DIOXINS & FURANS

Sample Location	Power Plant Stack No. 4, No Oil		
Date Tested	16 <sup>th</sup> November 2003		
Time Tested	No Oil		
Compound	Concentration (ng/Nm <sup>3</sup> )	TEF	TEQ (ng/Nm <sup>3</sup> )
2,3,7,8-TCDF	<0.0011	0.1	<0.00011
2,3,7,8-TCDD	<0.00057	1	<0.00057
1,2,3,7,8-PeCDF	<0.0011	0.05	<0.000055
2,3,4,7,8-PeCDF	<0.0011	0.5	<0.00055
1,2,3,7,8-PeCDD	<0.0011	0.5	<0.00055
1,2,3,4,7,8-HxCDF	<0.0014	0.1	<0.00014
1,2,3,6,7,8-HxCDF	<0.0014	0.1	<0.00014
2,3,4,6,7,8-HxCDF	<0.0014	0.1	<0.00014
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.0014	0.1	<0.00014
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0.0014	0.1	<0.00014
1,2,3,6,7,8-HxCDD	<0.0014	0.1	<0.00014
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0.0014	0.1	<0.00014
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	<0.0057	0.01	<0.000057
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.0057	0.01	<0.000057
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	<0.0057	0.01	<0.000057
OCDF	<0.029	0.001	<0.000029
OCDD	<0.029	0.001	<0.000029
<b>Total</b>			<b>&lt;0.0032</b>

The TEQ values have been calculated using the toxicity equivalence factors according to J.A. Zorge et al. (Chemosphere 19 (1989), 1881-1895). As an indication of the uncertainty of the analysis the relative standard deviation (RSD) of the control sample was used. The RSD of the control sample is less than 10%.

## DIOXINS & FURANS

Sample Location	Power Plant Stack No. 4, With Oil		
Date Tested	18 <sup>th</sup> November 2003		
Time Tested	With 4% Oil		
Compound	Concentration (ng/Nm <sup>3</sup> )	TEF	TEQ (ng/Nm <sup>3</sup> )
2,3,7,8-TCDF	0.0019	0.1	0.00019
2,3,7,8-TCDD	0.0014	1	0.0014
1,2,3,7,8-PeCDF	<0.0011	0.05	<0.000057
2,3,4,7,8-PeCDF	<0.0011	0.5	<0.00055
1,2,3,7,8-PeCDD	<0.0011	0.5	<0.00055
1,2,3,4,7,8-HxCDF	<0.0014	0.1	<0.00014
1,2,3,6,7,8-HxCDF	<0.0014	0.1	<0.00014
2,3,4,6,7,8-HxCDF	<0.0014	0.1	<0.00014
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.0014	0.1	<0.00014
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0.0014	0.1	<0.00014
1,2,3,6,7,8-HxCDD	<0.0014	0.1	<0.00014
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0.0014	0.1	<0.00014
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	<0.0057	0.01	<0.000057
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.0057	0.01	<0.000057
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	<0.0057	0.01	<0.000057
OCDF	<0.029	0.001	<0.000029
OCDD	<0.029	0.001	<0.000029
<b>Total</b>			<b>0.0015 – 0.0039</b>

The TEQ values have been calculated using the toxicity equivalence factors according to J.A. Zorge et al. (Chemosphere 19 (1989), 1881-1895). As an indication of the uncertainty of the analysis the relative standard deviation (RSD) of the control sample was used. The RSD of the control sample is less than 10%.

## RECOVERIES 13C EXTRACTION STANDARDS FOR DIOXINS & FURANS

	Power Plant Stack No. 4 No Oil	Power Plant Stack No. 4 With 4% Oil	
<b>Recovery Sampling Standards</b>			
13C-2,3,4,7,8-PeCDF (%)	107.3	111.7	
13C-1,2,3,4,7,8-HxCDF (%)	101	100.9	
13C-1,2,3,4,7,8,9-HpCDF (%)	93.8	89.6	
13C-2,3,7,8-TCDD (%)	96.1	95.1	
13C-1,2,3,4,7,8-HxCDD (%)	113	112	
<b>Recovery Extraction Standards</b>			
13C-2,3,7,8-TCDF (%)	67.0	58.5	
13C-1,2,3,7,8-PeCDF (%)	61.3	52.2	
13C-1,2,3,6,7,8-HxCDF (%)	59.5	52.7	
13C-1,2,3,4,6,7,8-HpCDF (%)	53.2	47.4	
13C-2,3,7,8-TCDD (%)	64.6	55.7	
13C-1,2,3,7,8-PeCDD (%)	60.9	51.8	
13C-1,2,3,6,7,8-HxCDD (%)	54.4	49	
13C-1,2,3,4,6,7,8-HpCDD (%)	43.6	40.9	
13C-OCDD (%)	30.6	24.9	

ANNEXE C

Caractéristiques des fumées  
Campagne 2004

Source : Données brutes de mesure SGS Australia in Rapport A2EP NCE 05/01 04 de février 2005

Sampling location	Power Plant No 1	Power Plant No 1
	With 4% Oil	With 4% Oil
Date tested	25.10.04	26.10.04
<b>Flow parameters</b>	2000	2000
Velocity at sampling plane, m/s	27	25
Average temperature, °C	176	178
Moisture content, %v/v	11	10
Flow rate at discharge conditions, m <sup>3</sup> /min	5000	4800
Flow rate at wet NTP conditions, m <sup>3</sup> /min	3100	2900
Flow rate at dry NTP conditions, m <sup>3</sup> /min	2700	2600
<b>Oxygen, %, vol/vol</b>		
<b>Range (min-max), % vol/vol</b>	4.8 α 4.9 <sup>(2)</sup>	4.3 α 4.6
<b>Average, % vol/vol</b>	4.9	4.5
<b>Carbon dioxide</b>		
<b>Range (min-max), % vol/vol</b>	13 α 13 <sup>(2)</sup>	13-13
<b>Average, % vol/vol</b>	13	13
<b>Total Particulates</b>		
Concentration, mg/m <sup>3</sup> , at NTP	180	NT
Mass rate, g/min	500	NT
<b>Sulphur Dioxide</b>		
Concentration, mg/m <sup>3</sup> , at NTP	4200	NT
Mass rate, g/min	11000	NT
<b>Nitrogen Oxides as NO<sub>2</sub></b>		
Concentration (min-max), mg/m <sup>3</sup> , at NTP	NT	530-560
Concentration (average), mg/m <sup>3</sup> , at NTP	NT	540
Mass rate, g/min	NT	1400
<b>Carbon Monoxide</b>		
Concentration (min-max), mg/m <sup>3</sup> , at NTP	NT	< 4-7.3
Concentration (average), mg/m <sup>3</sup> , at NTP	NT	< 4
Concentration (average), mg/m <sup>3</sup>	NT	< 0.0003
Mass rate, g/min	NT	< 10
<b>Fluorides as HF</b>		
Concentration, mg/m <sup>3</sup> , at NTP	0.52	NT
Mass rate, g/min	1.4	NT
<b>Chlorides as HCl</b>		
Concentration, mg/m <sup>3</sup> , at NTP	4.6	NT
Mass rate, g/min	13	NT
<b>Chromium VI</b>		
Concentration, mg/m <sup>3</sup> , at NTP	< 0.002	NT
Mass rate, g/min	< 0.005	NT
<b>Formaldehyde</b>		
Concentration, mg/m <sup>3</sup> , at NTP	< 8	NT
Mass rate, g/min	< 22	NT
<b>Acetaldehyde</b>		
Concentration, mg/m <sup>3</sup> , at NTP	< 0.2	NT
Mass rate, g/min	< 0.6	NT
<b>VOC <sup>(1)</sup></b>		
Concentration, mg/m <sup>3</sup> , at NTP	NT	< 1
Mass rate, g/min	NT	< 4

<sup>(1)</sup> : VOC = Volatil Organic Compound which include Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylene(oαp)

<sup>(2)</sup> : Results of simples collected in two simples bags

NTP : Normal temperature and pressure. Gas volumes and concentrations are expressed on a dry basis at 0°C, at discharge oxygen concentration and an absolute pressure of 101.325 kPa, unless otherwise specified.

NT : Not Tested.

## Metals

With 4% Oil

Sampling location Date tested Time tested	Power Plant No. 1 (Centrale Thermique) 26.10.04 0915 – 1115			
	Particulate Metals mg/m <sup>3</sup> , at NTP	Gaseous Metals mg/m <sup>3</sup> , at NTP	Total Metals mg/m <sup>3</sup> , at NTP	Total Metals Mass rate, g/min
Mercury	0.00031	<0.01	0.00031	0.00080
Antimony	0.013	<0.004	0.013	0.033
Arsenic	<0.01	<0.01	<0.02	<0.05
Barium	0.019	0.0010	0.020	0.054
Beryllium	<0.01	<0.01	<0.02	<0.05
Cadmium	0.00054	<0.001	0.00054	0.001
Chromium	0.0083	<0.0007	0.0083	0.022
Cobalt	0.0064	<0.0007	0.0064	0.017
Lead	0.064	<0.006	0.064	0.17
Manganese	0.012	0.00024	0.012	0.032
Nickel	0.75	0.00073	0.75	2.0
Selenium	<0.01	<0.01	<0.01	<0.04
Thallium	<0.005	<0.004	<0.01	<0.02
Zinc	0.44	0.00048	0.44	1.2
Vanadium	3.4	<0.001	3.4	8.8
Tin	0.0091	<0.1	0.0091	0.024
Molybdenum	0.016	<0.001	0.016	0.042
Copper	0.031	<0.001	0.031	0.08
Titanium	<0.03	<0.003	<0.03	<0.1
Tellurium	<0.004	<0.001	<0.005	<0.01

## PAH's

With 4% Oil

Sampling location  Date tested Time tested	Power Plant No. 1 (Centrale Thermique)	
	26.10.04 1222 – 1535	
	Concentration $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , at NTP	Rate $\text{mg}/\text{min}$ , at NTP
Naphthalene	1.7	4.5
2-Methylnaphthalene	0.61	1.6
Acenaphthylene	<0.06	<0.2
Acenaphthene	<0.06	<0.2
Fluorene	0.11	0.29
Phenanthrene	0.76	2.0
Anthracene	<0.06	<0.2
Fluoranthene	0.54	1.4
Pyrene	0.41	1.1
Benzo(a)anthracene	<0.06	<0.2
Chrysene	0.28	0.74
Benzo(b)fluoranthene	0.16	0.42
Benzo(k)fluoranthene	0.071	0.19
Benzo(e)pyrene	0.11	0.29
Benzo(a)pyrene	<0.06	<0.2
Perylene	<0.06	<0.2
Dibenzo(a,h)anthracene	<0.06	<0.2
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	<0.06	<0.2
Benzo(g,h,i)perylene	<0.06	<0.2

RECOVERY SAMPLING STANDARDS	
	Power Plant No1
D12-2-6 Dimethylnaphthalene (ng/ml)	4.9
D14 – Terphenyl (ng/ml)	102.8
D12 – Benzo(e)pyrene (ng/ml)	13.2
RECOVERY EXTRACTION STANDARDS	
D8 – Naphthalene (%)	48.3 (*)
D8 - Acenaphthylene (%)	79.7
D10 - Acenaphthene (%)	76.6
D10 – Fluorene (%)	93.6
D10 – Phenanthrene (%)	121.4
D10 – Anthracene (%)	113.1
D10 – Fluoranthene (%)	142.2
D10 - Pyrene (%)	156.3 (*)
D12 - Benzo(a)anthracene (%)	110.3
D12 – Chrysene (%)	99.0
D12 - Benzo(b)fluoranthene (%)	130.4
D12 - Benzo(k)fluoranthene (%)	109.3
D12 - Benzo(a)pyrene (%)	103.2
D12 – Indeno (1,2,3-cd)pyrène (%)	111.9
D14-Dibenzo(a,h)anthracene (%)	120.1
D12 - Benzo(g,h,i)perylene	96.2

(\*) : do not meet the quality criteria

## DIOXINS $\alpha$ FURANS

With 4% Oil

Sample Location	Power Plant No. 1, (Centrale Thermique)		
Date Tested	26.10.04		
Time Tested	122 – 1535		
Compound	Concentration (ng/Nm <sup>3</sup> )	TEF	TEQ (ng/Nm <sup>3</sup> )
2,3,7,8-TCDF	0.0019	0.1	0.00019
2,3,7,8-TCDD	<0.00064	1	<0.00064
1,2,3,7,8-PeCDF	<0.0013	0.05	<0.000064
2,3,4,7,8-PeCDF	<0.0013	0.5	<0.00064
1,2,3,7,8-PeCDD	<0.0016	0.5	<0.00064
1,2,3,4,7,8-HxCDF	<0.0016	0.1	<0.00016
1,2,3,6,7,8-HxCDF	<0.0016	0.1	<0.00016
2,3,4,6,7,8-HxCDF	<0.0016	0.1	<0.00016
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.0016	0.1	<0.00016
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0.0016	0.1	<0.00016
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.0030	0.1	0.00030
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0.0016	0.1	<0.00016
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	<0.0064	0.01	<0.000064
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.0064	0.01	<0.000064
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.021	0.01	0.00021
OCDF	<0.032	0.001	<0.000032
OCDD	0.11	0.001	0.00011
<b>Total</b>			<b>0.00080 – 0.0039</b>

The TEQ values have been calculated using the toxicity equivalence factors according to J.A. Zorge et al. (Chemosphere 19 (1989), 1881-1895). As an indication of the uncertainty of the analysis the relative standard deviation (RSD) of the control sample was used. The RSD of the control sample is less than 10%.

## RECOVERIES 13C EXTRACTION STANDARDS FOR DIOXINS & FURANS

Power Plant No 1 . With 4% oil
--------------------------------------

13C-2,3,4,7,8-PeCDF (%)	156.3
13C-1,2,3,4,7,8-HxCDF (%)	150.7
13C-1,2,3,4,7,8,9-HpCDF (%)	168.2
13C-2,3,7,8-TCDD (%)	135.6
13C-1,2,3,4,7,8-HxCDD (%)	160.6

### Recovery Extraction Standards

13C-2,3,7,8-TCDF (%)	56.3
13C-1,2,3,7,8-PeCDF (%)	54.1
13C-1,2,3,6,7,8-HxCDF (%)	40.7 (*)
13C-1,2,3,4,6,7,8-HpCDF (%)	38.8 (*)
13C-2,3,7,8-TCDD (%)	55.1
13C-1,2,3,7,8-PeCDD (%)	59.4
13C-1,2,3,6,7,8-HxCDD (%)	38.6 (*)
13C-1,2,3,4,6,7,8-HpCDD (%)	33.9 (*)
13C-OCDD (%)	27.1 (*)

(\*) : do not meet the quality criteria

ANNEXE D

Caractéristiques des fumées  
Campagne 2005

Source : Données brutes de mesure SGS Australia in Rapport A2EP NCE 050/05/E/LB-01 de mars 2006

Sampling location	Power Plant No 1	Power Plant No 2	Power Plant No 3	Power Plant No 4	Power Plant No 4
	No Oil	No Oil	With 4% Oil	With 4% Oil	With 4% Oil
Date tested	15.10.05	15.10.05	17.10.05	24.10.05	25.10.05
<b>Flow parameters</b>					
Stack dimensions at sampling plane, mm	2150	2150	2150	2150	2150
Velocity at sampling plane, m/s	22	27	25	27	27
Average temperature, °C	150	180	175	179	184
Moisture content, %v/v	10	11	9.2	17	12
Flow rate at discharge conditions, m³/min	4700	5800	5400	5800	5900
Flow rate at wet NTP conditions, m³/min	2900	3600	3300	3500	3500
Flow rate at dry NTP conditions, m³/min	2600	3200	300	2900	3100
<b>Oxygen, %, vol/vol</b>					
Range (min-max), % vol/vol	NT	NT	NT	4.9 – 5.2	NT
Average, % vol/vol	NT	NT	NT	5	NT
<b>Carbon dioxide</b>					
Range (min-max), % vol/vol	NT	NT	NT	13 - 13	NT
Average, % vol/vol	NT	NT	NT	13	NT
<b>Total Particulates</b>					
Concentration, mg/m³, at NTP	130	170	290	53	NT
Mass rate, g/min	330	550	880	160	NT
<b>Sulphur Dioxide</b>					
Concentration, mg/m³, at NTP	NT	NT	NT	2300	NT
Mass rate, g/min	NT	NT	NT	6600	NT
<b>Nitrogen Oxides as NO<sub>2</sub></b>					
Concentration (min-max), mg/m³, at NTP	NT	NT	NT	690-790	NT
Concentration (average), mg/m³, at NTP	NT	NT	NT	750	NT
Mass rate, g/min	NT	NT	NT	2200	NT
<b>Carbon Monoxide</b>					
Concentration (min-max), mg/m³, at NTP	NT	NT	NT	< 4	NT
Concentration (average), mg/m³, at NTP	NT	NT	NT	< 4	NT
Concentration (average), mg/m³	NT	NT	NT	< 0.0003	NT
Mass rate, g/min	NT	NT	NT	< 11	NT
<b>Fluorides as HF</b>					
Concentration, mg/m³, at NTP	NT	NT	NT	NT	NT
Mass rate, g/min	NT	NT	NT	NT	NT
<b>Chlorides as HCl</b>					
Concentration, mg/m³, at NTP	NT	NT	NT	NT	NT
Mass rate, g/min	NT	NT	NT	NT	NT
<b>Chromium VI</b>					
Concentration, mg/m³, at NTP	NT	NT	NT	NT	< 0.005
Mass rate, g/min	NT	NT	NT	NT	< 0.02
<b>Formaldehyde</b>					
Concentration, mg/m³, at NTP	NT	NT	NT	NT	NT
Mass rate, g/min	NT	NT	NT	NT	NT
<b>Acetaldehyde</b>					
Concentration, mg/m³, at NTP	NT	NT	NT	NT	NT
Mass rate, g/min	NT	NT	NT	NT	NT
<b>VOC <sup>(1)</sup></b>					
Concentration, mg/m³, at NTP	NT	NT	NT	NT	NT
Mass rate, g/min	NT	NT	NT	NT	NT
<b>Hydrocarbons C1-5</b>					
Methane					
Concentration, mg/m³, at NTP	NT	NT	NT	NT	NT
Mass rate, g/min	NT	NT	NT	NT	NT

<sup>(1)</sup> : VOC = Volatil Organic Compound which include Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylene(oøp)

NTP : Normal temperature and pressure. Gas volumes and concentrations are expressed on a dry basis at 0°C, at discharge oxygen concentration and an absolute pressure of 101.325 kPa, unless otherwise specified.

NT : Not Tested

## Metals With 4% oil

Sampling location	Power Plant No.4 (Central Thermique)			
Date tested	24.10.05			
Time tested	1142 – 1348			
Velocity at sampling plane, m/s	27			
Average temperature, °C	178			
Moisture content, %v/v	6.4			
Flow rate at discharge conditions, m <sup>3</sup> /min	5900			
Flow rate at wet NTP conditions, m <sup>3</sup> /min	3600			
Flow rate at dry NTP conditions, m <sup>3</sup> /min	3400			
METALS	Particulate Metals mg/m <sup>3</sup> , at NTP	Gaseous Metals mg/m <sup>3</sup> , at NTP	Total Metals mg/m <sup>3</sup> , at NTP	Total Metals Mass rate, g/min
Mercury	0.00030	<0.0002	0.00030	0.00098
Antimony	0.011	<0.005	0.011	0.035
Arsenic	0.0045	<0.005	0.0045	0.015
Cadmium	<0.00009	<0.0002	<0.0003	<0.0009
Chromium	<0.006	0.0011	<0.006	<0.02
Cobalt	0.029	<0.0009	0.029	0.097
Lead	0.0078	0.0046	0.012	0.041
Manganese	0.016	0.00062	0.016	0.054
Nickel	0.62	0.0040	0.62	2.1
Selenium	<0.002	<0.004	<0.006	<0.02
Zinc	0.32	<0.0005	0.32	1.1
Vanadium	2.2	0.0035	2.2	7.4
Tin	<0.005	<0.6	<0.6	<2
Copper	0.016	0.0019	0.018	0.062
Thallium	<0.002	<0.004	<0.006	<0.02
Titanium	<0.03	0.0011	<0.03	<0.1
Tellurium	0.0064	<0.005	0.0064	0.022

## PAH's

Sampling location	Power Station # 4	
	25.10.05	
	1030 – 1343	
	Concentration µg/Nm <sup>3</sup> , at NTP	Rate mg/min, at NTP
Naphthalene	1.3	3.5
2-Methylnaphthalene	0.61	1.7
Acenaphthylene	<0.09	<0.2
Acenaphthene	<0.09	<0.2
Fluorene	<0.09	<0.2
Phenanthrene	0.21	0.59
Anthracene	<0.09	<0.2
Fluoranthene	<0.09	<0.2
Pyrene	<0.09	<0.2
Benzo(a)anthracene	<0.09	<0.2
Chrysene	<0.09	<0.2
Benzo(b)fluoranthene	<0.09	<0.2
Benzo(k)fluoranthene	<0.09	<0.2
Benzo(e)pyrene	<0.09	<0.2
Benzo(a)pyrene	<0.09	<0.2
Perylene	<0.09	<0.2
Dibenzo(a,h)anthracene	<0.09	<0.2
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	<0.09	<0.2
Benzo(g,h,i)perylene	<0.09	<0.2

	Power Station 4
D12-2-6 Dimethylnaphthalene (%)	56.0
D14 – Terphenyl (%)	118.9
D12 – Benzo(e)pyrene (%)	103.3
D8 – Naphthalene (%)	109.4.
D8 - Acenaphthylene (%)	98.2
D10 - Acenaphthene (%)	97.8
D10 – Fluorene (%)	96.9
D10 – Phenanthrene (%)	96.6
D10 – Anthracene (%)	92.1
D10 – Fluoranthene (%)	90.9
D10 - Pyrene (%)	85.0
D12 - Benzo(a)anthracene (%)	127.6
D12 – Chrysene (%)	121.9
D12 - Benzo(b)fluoranthene (%)	108.2
D12 - Benzo(k)fluoranthene (%)	100.2
D12 - Benzo(a)pyrene (%)	97.9
D12 – Indeno (1,2,3-cd)pyrène (%)	93.1
D14-Dibenzo(a,h)anthracene (%)	93.3
D12 - Benzo(g,h,I)perylene	81.1

## DIOXINS α FURANS

With 4% oil

Sample Location	Power Station # 4		
Date Tested	25.10.05		
Time Tested	1030 – 1343		
Compound	Concentration (ng/Nm <sup>3</sup> )	TEF	TEQ (ng/Nm <sup>3</sup> )
2,3,7,8-TCDF	<0.002	0.1	<0.0002
2,3,7,8-TCDD	<0.0009	1	<0.0009
1,2,3,7,8-PeCDF	<0.002	0.05	<0.00009
2,3,4,7,8-PeCDF	<0.002	0.5	<0.0009
1,2,3,7,8-PeCDD	<0.002	0.5	<0.0009
1,2,3,4,7,8-HxCDF	<0.002	0.1	<0.0002
1,2,3,6,7,8-HxCDF	<0.002	0.1	<0.0002
2,3,4,6,7,8-HxCDF	<0.002	0.1	<0.0002
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.002	0.1	<0.0002
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0.002	0.1	<0.0002
1,2,3,6,7,8-HxCDD	<0.002	0.1	<0.0002
1,2,3,7,8,9-HxCDD	<0.002	0.1	<0.0002
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	<0.009	0.01	<0.00009
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<0.009	0.01	<0.00009
OCDF	<0.04	0.001	<0.00004
OCDD	<0.04	0.001	<0.00004
<b>Total</b>			<b>&lt;0.005</b>

The TEQ values have been calculated using the toxicity equivalence factors according to J.A. Zorge et al. (Chemosphere 19 (1989), 1881-1895). As an indication of the uncertainty of the analysis the relative standard deviation (RSD) of the control sample was used. The RSD of the control sample is less than 10%.

	Power Station #4
13C-2,3,4,7,8-PeCDF (%)	125.8
13C-1,2,3,4,7,8-HxCDF (%)	120.7
13C-1,2,3,4,7,8,9-HpCDF (%)	118.6
13C-2,3,7,8-TCDD (%)	111.1
13C-1,2,3,4,7,8-HxCDD (%)	120.2

13C-2,3,7,8-TCDF (%)	79.7
13C-1,2,3,7,8-PeCDF (%)	68.2
13C-1,2,3,6,7,8-HxCDF (%)	64.1
13C-1,2,3,4,6,7,8-HpCDF (%)	81.3
13C-2,3,7,8-TCDD (%)	80.5
13C-1,2,3,7,8-PeCDD (%)	73.5
13C-1,2,3,6,7,8-HxCDD (%)	62.7
13C-1,2,3,4,6,7,8-HpCDD (%)	79.5
13C-OCDD (%)	70.8

ANNEXE E

Données réseau  
2003 à 2005

## RETOMBEES DE POUSSIERES

2003									
Mois	Semaine	g/m2/mois			%Ni			Moyenne	
		VdT	Mont	Log	VdT	Mont	Log	g/m2/mois	%Ni
Janvier	1	5,4	3,0	2,8	1,18	0,6	0,37	4,1	0,72
	2	4,8	3,0	1,7					
	3	5,6	3,1	2,7					
	4	3,2	7,6	10,7					
	5	2,8	2,3	2,9					
	Moyenne	4,4	3,8	4,2					
Février	6	2,8	3,0	3,5	0,86	0,20	0,36	4,1	0,47
	7	5,5	6,3	5,2					
	8	3,3	4,3	4,8					
	9	7,0	2,3	0,9					
	Moyenne	4,7	4,0	3,6					
Mars	10	1,7	1,0	2,0	1,26	1,13	0,99	1,9	1,13
	11	0,9	1,4	1,0					
	12	3,7	2,0	2,0					
	13	3,1	1,5	3,0					
	Moyenne	2,4	1,5	2,0					
Avril	14	2,7	1,8	1,4	0,79	0,45	0,87	1,8	0,70
	15	1,9	0,9	1,6					
	16	2,7	1,2	2,9					
	17	1,8	1,5	1,0					
	Moyenne	2,3	1,4	1,7					
Mai	18	2,7	1,0	1,9	1,02	0,69	0,58	2,9	0,76
	19	7,5	3,0	1,7					
	20	3,6	1,5	2,2					
	21	2,3	3,7	3,6					
	22	3,3	3,4	1,9					
	Moyenne	3,9	2,5	2,3					
Juin	23	1,8	2	1,4	0,98	0,49	0,74	3,0	0,74
	24	3,6	4,5	1,3					
	25	4,3	3,2	2,7					
	26	5	2,8	3,4					
	Moyenne	3,7	3,1	2,2					
Juillet	27	10,2	4	3	1,49	0,54	0,35	3,8	0,79
	28	2,5	3,7	6,6					
	29	1,3	1,1	1,5					
	30	3,2	3,3	4,9					
	Moyenne	4,3	3,0	4,0					
Aout	31	3,2	1,5	1,7	0,97	0,84	0,5	3,3	0,77
	32	5,4	3,2	1,8					
	33	4,3	2,7	1,7					
	34	6,7	4,6	1,1					
	35	5,0	2,7	4,2					
	Moyenne	4,9	2,9	2,1					
Septembre	36	4,7	2,4	1,4	1,61	0,52	0,22	8,7	0,78
	37	15,5	15,1	2,0					
	38	10,1	4,5	30,9					
	39	5,8	6,0	5,7					
	Moyenne	9,0	7,0	10,0					
Octobre	40	1,6	2,3	1,7	0,87	0,75	0,49	2,8	0,70
	41	3,5	3,7	3,8					
	42	1,9	1,7	3,2					
	43	5,2	2,9	2,0					
	Moyenne	3,1	2,7	2,7					
Novembre	44	9,2	4,6	2,3	0,58	0,28	0,32	4,6	0,39
	45	3,7	3,9	8,7					
	46	2,9	2,7	4,7					
	47	4,0	3,4	4,5					
	48	4,6	3,6	6,9					
	Moyenne	4,9	3,6	5,4					
Décembre	49	4,5	3,5	6,0	0,56	0,37	0,83	3,9	0,59
	50	5,5	4,2	5,5					
	51	3,6	3,5	3,2					
	52	1,7	1,6	3,9					
	Moyenne	3,8	3,2	4,7					
Moyenne An		4,3	3,2	3,7	1,01	0,57	0,55	3,74	0,71

2004

Mois	Semaine	g/m2/mois			%Ni			Moyenne	
		VdT	Mont	Log	VdT	Mont	Log	g/m2/mois	%Ni
Janvier	1	3,0	2,6	2,0	0,10	0,33	0,29	5,1	0,24
	2	2,4	2,9	11,5					
	3		13,0	4,0					
	4		5,4	6,0					
	5		3,7	5,2					
	Moyenne	2,7	5,5	5,7					
Février	6		3,0	3,6	0,60	0,55	0,22	5,2	0,46
	7	6,0	3,6	5,4					
	8	2,4	2,1	24,0					
	9	1,9	2,5	3,0					
	Moyenne	3,4	2,8	9,0					
Mars	10	1,0	2,8	2,7	0,18	0,19	0,27	3,0	0,21
	11	4,8	4,9	4,1					
	12	3,0	2,7	3,0					
	13	2,7	1,9	2,6					
	Moyenne	2,9	3,1	3,1					
Avril	14	3,7	1,8	7,2	0,26	0,09	0,30	3,8	0,22
	15	2,4	2,4	2,3					
	16	3,1	2,4	4,1					
	17	4,5	4,5	4,5					
	18	4,6	5,0	4,3					
	Moyenne	3,7	3,2	4,5					
Mai	19	3,6	4,4	2,8	0,92	0,23	0,20	3,9	0,45
	20	9,7	3,5	1,9					
	21	4,4	3,6	2,7					
	22	5,5	2,7	2,2					
	Moyenne	5,8	3,6	2,4					
Juin	23	3,1	3,1	2,2	0,68	0,14	0,23	3,1	0,35
	24	2,5	4,1	2,9					
	25	3,6	2,3	1,8					
	26	3,3	3,6	5,1					
	Moyenne	3,1	3,3	3,0					
Juillet	27	6,3	4,1	1,9	0,90	0,53	0,47	3,0	0,63
	28	3,0	2,1	2,7					
	29	3,7	2,3	2					
	30	3,3	2,4	2,2					
	Moyenne	4,1	2,7	2,2					
Aout	31	8,1	4,4	5	0,83	0,45	0,26	5,5	0,51
	32	8,0	4,3	2,3					
	33	6,6	3,8	5					
	34	7,8	5,4	5,4					
	Moyenne	7,6	4,5	4,4					
Septembre	35	4,1	3,6	5,7	0,67	0,29	0,26	5,0	0,41
	36	5,7	4,4	2,5					
	37	3,9	3,1	2,9					
	38	9,2	6,0	6					
	39	10,1	4,6	3,5					
	Moyenne	7,2	4,5	3,7					
Octobre	40	8,7	3,7	6,2	0,56	0,18	0,27	7,1	0,34
	41	16,0	13,1	5,4					
	42	3,8	2,2	3,1					
	43	12,0	4,4	6,7					
	Moyenne	10,1	5,9	5,4					
Novembre	44	6,9	5,1	3,7				4,2	
	45	2,2	8,0	3,2					
	46	3,7	3,2	2,4					
	47	6,3	3,2	2,3					
	Moyenne	4,8	4,9	2,9					
Décembre	48	8,9	5,4	8,9				4,2	
	49	2,3	2,3	2,2					
	50	4,4	2,3	2,7					
	51	8,8	3,7	3,6					
	52	2,6	1,5	3,4					
	Moyenne	5,4	3,0	4,2					
Moyenne An		5,2	3,9	4,3	0,57	0,30	0,28	4,44	0,38

## 2005

Semaine	Mois	g/m2/mois			%Ni			Moyenne	
		VdT	Mont	Log	VdT	Mont	Log	g/m2/mois	%Ni
Janvier	1	5,2	3,1	2,3	0,55	0,32	0,18	3,7	0,35
	2	2,0	0,8	0,9					
	3	6,3	5,3	6,9					
	4	4,9	2,7	3,7					
	Moyenne	4,6	3,0	3,5					
Février	5	6,2	3,7	2,8	0,61	0,24	0,27	5,0	0,37
	6	3,6	3,6	3,6					
	7	8,0	5,4	8,2					
	8	4,3	4,3	6,3					
	Moyenne	5,5	4,3	5,2					
Mars	9	5,0	4,3	7,9	1,01	0,3	0,11	4,1	0,47
	10	5,4	3,3	5,3					
	11	3,7	2,7	3,7					
	12	4,4	1,7	1,9					
	Moyenne	4,6	3,0	4,7					
Avril	13	4,1	1,8	2,9	0,41	0,2	0,18	2,4	0,26
	14	2,2	1,8	2,8					
	15	2,6	2,7	2,7					
	16	1,0	1,5	1,5					
	Moyenne	2,5	2,1	2,6					
Mai	18	4,1	2,1	2,7	1,11	0,3	0,35	3,0	0,59
	19	3,5	1,8	2,3					
	20	3,7	3,3	2,1					
	21	2,8	4,5	2,8					
	Moyenne	3,5	2,9	2,5					
Juin	22	3,6	3,6	3,5	0,9	0,34	0,64	3,2	0,63
	23	2	2	2,7					
	24	3,7	2,3	2,8					
	25	5,6	3,5	3,3					
	Moyenne	3,7	2,9	3,1					
Juillet	26	3,3	4,2	2,7	1,50	0,49	0,98	4,0	0,99
	27	8,6	3,2	4,0					
	28	5,1	3,6	2					
	29	2,4	1,8	4,6					
	Moyenne	4,9	3,3	3,9					
Aout	31	5,1	1,8	3,8	0,7	0,78	0,48	3,1	0,65
	32	3,2	2,0	1,6					
	33	4,2	2,8	2,4					
	34	3,2	2,7	1,9					
	Moyenne	3,9	4,2	3,7					
Septembre	36	4,5	2,8	1,8	1,15	1,62	0,35	6,0	1,04
	37	8,2	4,0	3					
	38	5,4	4,4	11,0					
	39	8,9	7,6	10,5					
	Moyenne	6,8	4,7	6,6					
Octobre	40	8,3	4,7	5,1	0,93	0,49	0,12	5,6	0,51
	41	7,3	5,4	11					
	42	8,4	3,0	2					
	43	5,9	2,9	3,2					
	Moyenne	7,5	4,0	5,3					
Novembre	44	4,3	2,8	5,0	0,11	0,26	0,44	9,4	0,27
	45	13,4	16,1	14,9					
	46								
	47								
	Moyenne	8,9	9,5	10,0					
Décembre	49	14,2	7,2	11,0	0,33	0,2	0,22	13,0	0,25
	50	6,6	4,9	3,7					
	51	8,1	4,0	20,0					
	52	11,1	7,1	58,5					
	Moyenne	10,0	5,8	23,3					
Moyenne An		5,5	4,0	6,1	0,78	0,46	0,36	5,22	0,53

## PM10

2003	Vallée du Tir		Montravel		Logicoop		Réseau	
	Pouss. en suspension	Teneur en Ni						
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%
janvier	22,3	0,68	18,8	0,37	17,1	0,36	19,4	0,47
février	32,9	0,15	35,3	0,21	26,5	0,27	31,6	0,21
mars	30,5	0,25	38,6	0,33	29,9	0,47	33,0	0,35
avril	25,3	0,19	24,8	0,50	25,1	0,20	25,1	0,30
mai	24,0	0,43	24,9	0,27	22,2	0,20	23,7	0,30
juin	22,8	0,29	21,3	0,37	24,0	0,31	22,7	0,32
juillet	28,0	0,28	28,4	0,39	23,7	0,47	26,7	0,38
août	41,2	0,28	49,0	0,44	28,6	0,29	39,6	0,34
septembre	40,0	0,67	53,1	0,43	36,6	0,29	43,2	0,46
octobre	34,0	0,35	41,0	0,30	31,0	0,22	35,3	0,29
novembre	34,0	0,19	39,0	0,16	42,0	0,23	38,3	0,19
décembre	43,0	0,11	52,0	0,07	40,0	0,24	45,0	0,14

Moy. Arith.	31,50	0,32	35,53	0,32	28,89	0,30	31,97	0,31
Moy. Pond.		0,31		0,31		0,29		0,30

2004	Vallée du Tir		Montravel		Logicoop		Réseau	
	Pouss. en suspension	Teneur en Ni						
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%
janvier	40,5	0,15	47,0	0,08	41,7	0,37	43,0	0,20
février	39,9	0,18	43,6	0,13	48,6	0,20	44,0	0,17
mars	36,7	0,10	36,9	0,09	40,0	0,27	37,9	0,15
avril	36,4	0,28	41,6	0,19	44,7	0,13	40,9	0,20
mai	40,2	0,35	45,1	0,25	36,0	0,07	40,4	0,22
juin	35,5	0,20	37,2	0,13	28,3	0,19	33,7	0,17
juillet	40,9	0,19	40,0	0,19	33,2	0,14	38,0	0,17
août	36,8	0,44	39,2	0,45	25,8	0,27	33,9	0,39
septembre	32,5	0,19	34,0	0,24	31,7	0,14	32,7	0,19
octobre	40,6	0,35	41,5	0,32	37,5	0,31	39,8	0,33
novembre	42,7	0,18	42,2	0,18	39,7	0,24	41,5	0,20
décembre	29,9	0,14	35,6	0,10	33,8	0,45	33,1	0,23

Moy. Arith.	37,71	0,23	40,32	0,20	36,75	0,23	38,26	0,22
Moy. Pond.		0,23		0,20		0,23		0,22

## SO2

### Résultats des concentrations en dioxyde de soufre en µg/m3

Année 2003	Moyenne mensuelle SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )			Moyenne Réseau
	VDT	Montravel	Logicoop	
janvier	2	12	18	11
février	3	20	18	14
mars	6	34	27	22
avril	16	25	43	28
mai	25	16	10	17
juin	28	14	23	22
juillet	39	29	42	37
août	44	83	35	54
septembre	69	68	36	58
octobre	36	38	27	34
novembre	21	13	12	15
décembre	17	2	10	10
<b>Moyenne arithmétique</b>	25	30	25	27

### Résultats des concentrations en dioxyde de soufre en µg/m3

Année 2004	Moyenne mensuelle SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )			Moyenne Réseau
	VDT	Montravel	Logicoop	
janvier	12	3	14	10
février	8	10	10	9
mars	24	1	50	25
avril	31	3	32	22
mai	4	17	25	15
juin	4	5	11	7
juillet	8	13	30	17
août	37	24	13	25
septembre	19	17	15	17
octobre	19	10	14	14
novembre	20	9	14	14
décembre	13	3	11	9
<b>Moyenne arithmétique</b>	17	10	20	15

### Résultats des concentrations en dioxyde de soufre en µg/m<sup>3</sup>

Année 2005	Moyenne mensuelle SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )			Moyenne Réseau
	VDT	Montravel	Logicoop	
janvier	2	3	4	3
février	8	3	6	6
mars	12	3	6	7
avril	6	2	2	4
mai	10	3	7	7
juin	31	12	12	18
juillet	25	8	13	15
août	33	8	27	23
septembre	24	36	30	30
octobre	12	17	31	20
novembre	9	6	15	10
décembre	4	4	24	11
Moyenne arithmétique	15	9	15	13

### NO<sub>2</sub>

1 seul appareil utilisé en alternance.

### Résultats des concentrations en dioxyde d'azote en µg/m<sup>3</sup>

Année 2003	Moyenne mensuelle NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		
	VDT	Montravel	Logicoop
janvier	19,67		
février	13,09		
mars	17,23		
avril	21,38		
mai	6,94		5,57
juin			9,11
juillet			8,77
août			5,74
septembre		16,44	0,07
octobre		10,11	
novembre		3,05	
décembre		0,88	

### Résultats des concentrations en dioxyde d'azote en µg/m<sup>3</sup>

Année 2004	Moyenne mensuelle NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		
	VDT	Montravel	Logicoop
janvier		2,56	
février		4,76	
mars		2,11	
avril		0,42	
mai	18,64	7,98	
juin	12,56		
juillet	17,29		
août	17,10		
septembre			2,48
octobre			2,43
novembre			1,92
décembre			2,50

### Résultats des concentrations en dioxyde d'azote en µg/m<sup>3</sup>

Année 2005	Moyenne mensuelle NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		
	VDT	Montravel	Logicoop
janvier			1,48
février			2,42
mars			3,15
avril			5,54
mai		8,05	0,24
juin		7,50	
juillet		6,45	
août		6,20	
septembre	10,81	0,17	
octobre	10,67		
novembre	5,30		
décembre	4,36		



**Mise à jour de l'évaluation des risques sanitaires (ERS)  
liés aux activités de l'usine Société Le Nickel de  
Doniambo, Nouméa : prise en compte des périodes de  
recyclage d'huiles usagées dans la centrale thermique du  
site**

**ANNEXE 3**

**Données utilisées pour la quantification des émissions  
atmosphériques  
(Synthèse INERIS)**

<b>AVEC HUILE</b>	<b>2003 N°1</b>	<b>2003 N°2</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>Moyenne</b>
<b>g/min</b>					
<b>pour 1 groupe</b>					
HCl	10	10	13		11
HF / fluor	0,11	0,29	1,4		0,6
Poussières PM <sub>10</sub>	25,8	12,6	30	52,8	30,3
Poussières PM <sub>2,5</sub>	8,6	4,2	10	17,6	10,1
SO <sub>2</sub>	14 000	16 000	11 000	6 600	11 900
NO <sub>x</sub>	570	810	1400	2200	1245
Benzène	0,6	3			1,8
Formaldéhyde	0,02	0,02	22		7,35
Acétaldéhyde	0,02	0,02	0,6		0,21
Poussières totales	430	210	500	880	

inférieure à la LD (limite de détection)

Pas de mesure

<b>SANS HUILE</b>	2003 N°1	2003 N°2	2004	2005	Moyenne	<b>AVEC HUILE</b>	2003 N°1	2003 N°2	2004	2005	Moyenne
<b>g/min</b> pour 1 groupe						<b>g/min</b> pour 1 groupe					
<b>Cd</b>	0,003	0,01	Pas de mesure		0,0065	<b>Cd</b>	0,0031	0,002	0,001	0,0009	0,00175
Tl	0,01	0,02			0,015	Tl	0,01	0,01	0,02	0,02	0,015
Hg	0,0006	0,00012			0,00036	Hg	0,0002	0,0003	0,0008	0,00098	0,00057
<b>As</b>	0,03	0,04			0,035	<b>As</b>	0,012	0,01	0,05	0,015	0,02175
Sb	0,02	0,02			0,02	Sb	0,01	0,02	0,033	0,035	0,0245
Ba	0,02	0,09			0,055	Ba	0,1	0,04	0,054		0,0646667
Be	0,03	0,03			0,03	Be	0,02	0,03	0,05		0,0333333
<b>Cr VI</b> (centrale)	0,079	0,013			0,046	<b>Cr VI</b> (centrale)	0,0046	0,022	0,022	0,02	0,01715
Cr III (autres émissions)						Cr III (autres émissions)					
Co	0,0037	0,01			0,00685	Co	0,0036	0,004	0,017	0,097	0,0304
Cu	0,02	0,06			0,04	Cu	0,015	0,07	0,08	0,062	0,05675
Fe						Fe					
Mg						Mg					
Mn		0,07			0,07	Mn	0,03	0,017	0,032	0,054	0,03325
Mo	0,01	0,032			0,021	Mo	0,025	0,043	0,042		0,0366667
<b>Ni</b>	1,1	1,9			1,5	<b>Ni</b>	1,3	1,3	2	2,1	1,675
Pb	0,066	0,09			0,078	Pb	0,082	0,095	0,17	0,041	0,097
V	5	10			7,5	V	7,4	7,1	8,8	7,4	7,675
Al						Al					
Se	0,0074	0,03			0,0187	Se	0,013	0,01	0,04	0,02	0,02075
Si						Si					
Sn	0,005	1			0,5025	Sn	0,01	0,6	0,024	2	0,6585
Ti	0,096	0,3			0,198	Ti	0,13	0,2	0,1	0,1	0,1325
Zn	0,17	0,22			0,195	Zn	0,26	1	1,2	1,1	0,89

inférieure à la LD (limite de détection)

Pas de mesure

Concentrations en µg/m <sup>3</sup>		SANS HUILE									
Pour 1 groupe		2003 N°1		2003 N°2		2004		2005		Moyenne	
inférieure à la LD		C	C eq	C	C eq	C	C eq	C	C eq	C	C eq
Débit (Nm <sup>3</sup> /min)		FET									
Naphtalène	0,001	3,9	0,0039	0,77	0,00077					2,335	0,002335
2-méthylnaphtalène	0,001	1,8	0,0018	0,39	0,00039					1,095	0,001095
Acenaphtylène	0,001	0,1	0,0001	0,06	0,00006					0,08	0,00008
Acenaphtène	0,001	0,46	0,00046	0,06	0,00006					0,26	0,00026
Fluorène	0,001	0,73	0,00073	0,06	0,00006					0,395	0,000395
Phénanthrène	0,001	0,95	0,00095	0,17	0,00017					0,56	0,00056
Anthracène	0,01	0,1	0,001	0,06	0,0006					0,08	0,0008
Fluoranthène	0,001	0,1	0,0001	0,12	0,00012					0,11	0,00011
Pyrène	0,001	0,1	0,0001	0,066	0,000066					0,083	0,000083
Benzo(a)anthracène	0,1	0,1	0,01	0,06	0,006					0,08	0,008
Chrysène	0,01	0,1	0,001	0,06	0,0006					0,08	0,0008
Benzo(b)fluoranthène	0,1	0,1	0,01	0,06	0,006					0,08	0,008
Benzo(k)fluoranthène	0,1	0,1	0,01	0,06	0,006					0,08	0,008
Benzo(e)pyrène	0,01	0,1	0,001	0,06	0,0006					0,08	0,0008
Benzo(a)pyrène	1	0,1	0,1	0,06	0,006					0,08	0,008
Pérylène	0,001	0,1	0,0001	0,06	0,00006					0,08	0,00008
Dibenzo(a,h)anthracène	1	0,1	0,1	0,06	0,006					0,08	0,008
Indeno(1,2,3,c,d)pyrène	0,1	0,1	0,01	0,06	0,006					0,08	0,008
Benzo(g,h,i)peryène	0,01	0,1	0,001	0,06	0,0006					0,08	0,0008
											<b>0,200</b>

Concentrations en µg/m <sup>3</sup>		AVEC HUILE										
Pour 1 groupe		2003 N°1		2003 N°2		2004		2005		Moyenne		
inférieure à la LD		2600	2700	2600	2700	2600	2600	3100	2750			
Débit (Nm <sup>3</sup> /min)		FET	C	C eq	C	C eq	C	C eq	C	C eq	C	C eq
Naphtalène	0,001		4,9	0,0049	0,52	0,00052	1,7	0,0017	1,3	0,0013	2,105	0,002105
2-méthylnaphtalène	0,001		1,4	0,0014	0,27	0,00027	0,61	0,00061	0,61	0,00061	0,7225	0,0007225
Acenaphtylène	0,001		0,22	0,00022	0,06	0,00006	0,06	0,00006	0,09	0,00009	0,1075	0,0001075
Acenaphtène	0,001		0,21	0,00021	0,06	0,00006	0,06	0,00006	0,09	0,00009	0,105	0,000105
Fluorène	0,001		0,88	0,00088	0,06	0,00006	0,11	0,00011	0,09	0,00009	0,285	0,000285
Phénanthrène	0,001		0,74	0,00074	0,11	0,00011	0,76	0,00076	0,21	0,00021	0,455	0,000455
Anthracène	0,01		0,14	0,0014	0,06	0,0006	0,06	0,0006	0,09	0,0009	0,0875	0,000875
Fluoranthène	0,001		0,25	0,00025	0,06	0,00006	0,54	0,00054	0,09	0,00009	0,235	0,000235
Pyrène	0,001		0,1	0,0001	0,06	0,00006	0,41	0,00041	0,09	0,00009	0,165	0,000165
Benzo(a)anthracène	0,1		0,1	0,01	0,06	0,006	0,06	0,006	0,09	0,009	0,0775	0,00775
Chrysène	0,01		0,1	0,001	0,06	0,0006	0,28	0,0028	0,09	0,0009	0,1325	0,001325
Benzo(b)fluoranthène	0,1		0,1	0,01	0,06	0,006	0,16	0,016	0,09	0,009	0,1025	0,01025
Benzo(k)fluoranthène	0,1		0,1	0,01	0,06	0,006	0,071	0,0071	0,09	0,009	0,08025	0,008025
Benzo(e)pyrène	0,01		0,1	0,001	0,06	0,0006	0,11	0,0011	0,09	0,0009	0,09	0,0009
Benzo(a)pyrène	1		0,1	0,1	0,06	0,006	0,06	0,006	0,09	0,009	0,0775	0,0775
Pérylène	0,001		0,1	0,0001	0,06	0,00006	0,06	0,00006	0,09	0,00009	0,0775	0,000775
Dibenzo(a,h)anthracène	1		0,1	0,1	0,06	0,006	0,06	0,006	0,09	0,009	0,0775	0,0775
Indeno(1,2,3,c,d)pyrène	0,1		0,1	0,01	0,06	0,006	0,06	0,006	0,09	0,009	0,0775	0,00775
Benzo(g,h,i)peryène	0,01		0,1	0,001	0,06	0,0006	0,06	0,0006	0,09	0,0009	0,0775	0,000775
											<b>0,197</b>	

Concentrations en ng/m <sup>3</sup>		SANS HUILE									
Pour 1 groupe		2003 N°1		2003 N°2		2004		2005		Moyenne	2600
inférieure à la LD		C	C eq	C	C eq	C	C eq	C	C eq	C	C eq
Débit (Nm <sup>3</sup> /min)											
	FET OMS										
OctaCDF	0,0001	0,061	0,0000061	0,029	2,9E-06					0,045	0,0000045
2,3,7,8-tetraCDF	0,1	0,0053	0,00053	0,0011	0,00011					0,0032	0,00032
1,2,3,7,8-pentaCDF	0,05	0,0041	0,000205	0,0011	0,000055					0,0026	0,00013
2,3,4,7,8-pentaCDF	0,5	0,0044	0,0022	0,0011	0,00055					0,00275	0,001375
1,2,3,4,7,8-hexaCDF	0,1	0,0039	0,00039	0,0014	0,00014					0,00265	0,000265
1,2,3,6,7,8-hexaCDF	0,1	0,0032	0,00032	0,0014	0,00014					0,0023	0,00023
1,2,3,7,8,9-hexaCDF	0,1	0,0032	0,00032	0,0014	0,00014					0,0023	0,00023
2,3,4,6,7,8-hexaCDF	0,1	0,0032	0,00032	0,0014	0,00014					0,0023	0,00023
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDF	0,01	0,012	0,00012	0,0057	0,000057					0,00885	0,0000885
1,2,3,4,7,8,9-heptaCDF	0,01	0,012	0,00012	0,0057	0,000057					0,00885	0,0000885
OctaCDD	0,0001	0,061	0,0000061	0,029	2,9E-06					0,045	0,0000045
2,3,7,8-tetraCDD	1	0,0014	0,0014	0,00057	0,00057					0,000985	0,000985
1,2,3,7,8-pentaCDD	1	0,0024	0,0024	0,0011	0,0011					0,00175	0,00175
1,2,3,4,7,8-hexaCDD	0,1	0,0032	0,00032	0,0014	0,00014					0,0023	0,00023
1,2,3,6,7,8-hexaCDD	0,1	0,0032	0,00032	0,0014	0,00014					0,0023	0,00023
1,2,3,7,8,9-hexaCDD	0,1	0,0032	0,00032	0,0014	0,00014					0,0023	0,00023
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDD	0,01	0,012	0,00012	0,0057	0,000057					0,00885	0,0000885
										<b>0,00648</b>	

Concentrations en ng/m <sup>3</sup>													
Pour 1 groupe													
inférieure à la LD													
Débit (Nm <sup>3</sup> /min)													
		AVEC HUILE											
		2003 N°1		2003 N°2		2004		2005		3100		Moyenne 2750	
		C	C eq	C	C eq	C	C eq	C	C eq	C	C eq	C	C eq
		FET OMS											
OctaCDF	0,0001	0,088	0,0000088	0,029	2,9E-06	0,032	3,2E-06	0,04	0,000004	0,04725	4,725E-06		
2,3,7,8-tetraCDF	0,1	0,0035	0,00035	0,0019	0,00019	0,0019	0,00019	0,002	0,0002	0,002325	0,0002325		
1,2,3,7,8-pentaCDF	0,05	0,0035	0,000175	0,0011	0,000055	0,0013	6,5E-05	0,002	0,0001	0,001975	0,00009875		
2,3,4,7,8-pentaCDF	0,5	0,0035	0,00175	0,0011	0,00055	0,0013	0,00065	0,002	0,001	0,001975	0,0009875		
1,2,3,4,7,8-hexaCDF	0,1	0,0046	0,00046	0,0014	0,00014	0,0016	0,00016	0,002	0,0002	0,0024	0,00024		
1,2,3,6,7,8-hexaCDF	0,1	0,0046	0,00046	0,0014	0,00014	0,0016	0,00016	0,002	0,0002	0,0024	0,00024		
1,2,3,7,8,9-hexaCDF	0,1	0,0046	0,00046	0,0014	0,00014	0,0016	0,00016	0,002	0,0002	0,0024	0,00024		
2,3,4,6,7,8-hexaCDF	0,1	0,0046	0,00046	0,0014	0,00014	0,0016	0,00016	0,002	0,0002	0,0024	0,00024		
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDF	0,01	0,018	0,00018	0,0057	0,000057	0,0064	6,4E-05	0,0009	0,000009	0,00775	0,0000775		
1,2,3,4,7,8,9-heptaCDF	0,01	0,018	0,00018	0,0057	0,000057	0,0064	6,4E-05	0,0009	0,000009	0,00775	0,0000775		
OctaCDD	0,0001	0,088	0,0000088	0,029	2,9E-06	0,11	1,1E-05	0,04	0,000004	0,06675	6,675E-06		
2,3,7,8-tetraCDD	1	0,002	0,002	0,0014	0,0014	0,00064	0,00064	0,0009	0,0009	0,001235	0,001235		
1,2,3,7,8-pentaCDD	1	0,0035	0,0035	0,0011	0,0011	0,0013	0,0013	0,002	0,002	0,001975	0,001975		
1,2,3,4,7,8-hexaCDD	0,1	0,0046	0,00046	0,0014	0,00014	0,0016	0,00016	0,002	0,0002	0,0024	0,00024		
1,2,3,6,7,8-hexaCDD	0,1	0,0046	0,00046	0,0014	0,00014	0,003	0,0003	0,002	0,0002	0,00275	0,000275		
1,2,3,7,8,9-hexaCDD	0,1	0,0046	0,00046	0,0014	0,00014	0,0016	0,00016	0,002	0,0002	0,0024	0,00024		
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDD	0,01	0,018	0,00018	0,0057	0,000057	0,021	0,00021	0,0009	0,000009	0,0114	0,000114		
													0,00652

**Mise à jour de l'évaluation des risques sanitaires (ERS)  
liés aux activités de l'usine Société Le Nickel de  
Doniambo, Nouméa : prise en compte des périodes de  
recyclage d'huiles usagées dans la centrale thermique du  
site**

**ANNEXE 4**

**Choix des traceurs des risques sanitaires**

**ANNEXE 4 : Choix des traceurs des risques sanitaires, calcul des scores, VOLET 1 : rejets atmosphériques et exposition par inhalation**

Substances	Nombre de jours/an		TOTAL ANNUEL kg	VTR inhalation aiguë µg/m <sup>3</sup>	VTR inhalation chronique µg/m <sup>3</sup>	VTR inhalation chronique (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	CH = Chronique			
	80	285					SCORE	SCORE	SCORE	
	AVEC RECYCLAGE kg/an	SANS RECYCLAGE kg/an					INH. AIGUË	INH. CH. A SEUIL	INH. CH. SANS SEUIL	
HCl	5 069	20 689	25 757	2 100			Pas de VTR	12	2 862	-
HF / fluor	276	65	341	16			Pas de VTR	21	341	-
Poussières PM <sub>10</sub>	88 278	283 465	371 743	50			Pas de VTR	7 435	18 587	-
Poussières PM <sub>2,5</sub>	24 328	75 437	99 765	25			Pas de VTR	3 991	9 977	-
SO <sub>2</sub>	6 153 314	17 010 937	23 164 252	20			Pas de VTR	1 158 213	463 285	-
NO <sub>x</sub>	901 541	2 485 194	3 386 735	200			Pas de VTR	16 934	84 668	-
Benzène	829	919	1 749	30			6,00E-06	58	175	0,01
Formaldéhyde	3 911	1 905	5 817	50			1,30E-05	116	1 939	0,08
Acétaldéhyde	961	3 107	4 068	Pas de VTR			2,70E-06	-	452	0,01
<b>Cd</b>	1	11	11	Pas de VTR		0,005	4,20E-03	-	2 295	0,05
Tl	7	25	32	Pas de VTR			Pas de VTR	-	-	-
Hg	0	1	1	Pas de VTR		0,09	Pas de VTR	-	9	-
<b>As</b>	10	57	67	Pas de VTR		0,03	3,30E-03	-	2 249	0,22
Sb	11	33	44	Pas de VTR		0,2	Pas de VTR	-	221	-
Ba	30	90	120	Pas de VTR		1	Pas de VTR	-	120	-
Be	15	49	65	Pas de VTR		0,02	Pas de VTR	-	3 230	-
<b>Cr VI</b> (centrale)	8	76	83	Pas de VTR		0,1	1,50E-01	-	834	12,5
Cr III (autres émissions)	2 240	7 981	10 221	Pas de VTR		60	Pas de VTR	-	170	-
Co	168	559	726	Pas de VTR		0,1	Pas de VTR	-	7 263	-
Cu	26	66	92	Pas de VTR		1	Pas de VTR	-	92	-
Fe	52 448	186 848	239 296	Pas de VTR			Pas de VTR	-	-	-
Mg	27 196	96 887	124 083	Pas de VTR			Pas de VTR	-	-	-
Mn	536	1 969	2 504	Pas de VTR		0,04	Pas de VTR	-	62 606	-
Mo	17	34	51	Pas de VTR		12	Pas de VTR	-	4	-
<b>Ni</b>	8 632	30 464	39 096	Pas de VTR		0,02	3,80E-04	-	1 954 812	14,9
Pb	56	169	226	Pas de VTR		0,5	Pas de VTR	-	451	-
V	3 537	12 312	15 849	Pas de VTR		1	Pas de VTR	-	15 849	-
Al	7 028	25 035	32 063	Pas de VTR			Pas de VTR	-	-	-
Se	56	197	253	Pas de VTR		20	Pas de VTR	-	13	-
Si	15 305	54 526	69 831	Pas de VTR			Pas de VTR	-	-	-
Sn	303	825	1 128	Pas de VTR			Pas de VTR	-	-	-
Ti	61	325	386	Pas de VTR			Pas de VTR	-	-	-
Zn	447	452	899	Pas de VTR			Pas de VTR	-	-	-
<b>Naphtalène</b>	9	33	42	Pas de VTR		3	3,40E-05	-	14	0,0014
Acénaphthène	0,4	2	2,5	Pas de VTR			Pas de VTR	-	-	-
Anthracène	0,1	0,3	0,5	Pas de VTR			Pas de VTR	-	-	-
Fluorène	1,5	5,8	7,3	Pas de VTR			Pas de VTR	-	-	-
Fluoranthène	0,6	1,6	2,3	Pas de VTR			Pas de VTR	-	-	-
Phénanthrène	1,5	5,8	7,4	Pas de VTR			Pas de VTR	-	-	-
Pyrène	0,2	0,4	0,6	Pas de VTR			Pas de VTR	-	-	-
Benzo(g,h,i)pyrène	0,1	0,3	0,4	Pas de VTR			Pas de VTR	-	-	-
Benzo(a)pyrène	0,1	0,4	0,5	Pas de VTR			Pas de VTR	-	-	0,04
<b>éq BaP</b>	0,2	0,9	1,1	Pas de VTR			Pas de VTR	-	-	0,001
Dioxines	1,6E-05	5,6E-05	7,2E-05	Pas de VTR			Pas de VTR	-	-	-

Cancérogènes

Exposition aiguë à seuil : **niveau de score jugé discriminant = 1000**  
 Exposition chronique à seuil : **niveau de score jugé discriminant = 1000**  
 Exposition chronique sans seuil : **niveau de score jugé discriminant = 1**

Légende :

Score conduisant à retenir la substance

Score à la limite du critère de sélection : on fait le choix d'exclure la substance (non prioritaire au regard de sa toxicité et des quantités rejetées)

**ANNEXE 4 : Choix des traceurs des risques sanitaires, calcul des scores, VOLET 2 : rejets atmosphériques et exposition par ingestion**

Substances	Nombre de jours/an		TOTAL ANNUEL kg	VTR ingestion µg/kg/j	VTR ingestion (µg/kg/j) <sup>-1</sup>	SCORE	
	80	285				ING. CH A SEUIL	ING. CH SANS SEUIL
	AVEC RECYCLAGE kg/an	SANS RECYCLAGE kg/an					
HCl	5 069	20 689	25 757	sans objet	sans objet	-	-
HF / fluor	276	65	341	40	Pas de VTR	9	-
Poussières PM <sub>10</sub>	88 278	283 465	371 743	sans objet	sans objet	-	-
Poussières PM <sub>2,5</sub>	24 328	75 437	99 765	sans objet	sans objet	-	-
SO <sub>2</sub>	6 153 314	17 010 937	23 164 252	sans objet	sans objet	-	-
NO <sub>x</sub>	901 541	2 485 194	3 386 735	sans objet	sans objet	-	-
Benzène	829	919	1 749	sans objet	sans objet	-	-
Formaldéhyde	3 911	1 905	5 817	sans objet	sans objet	-	-
Acétaldéhyde	961	3 107	4 068	sans objet	sans objet	-	-
Cd	1	11	11	1	Pas de VTR	11	-
Tl	7	25	32	0,08	Pas de VTR	-	-
Hg	0	1	1	0,1	Pas de VTR	9	-
As	10	57	67	0,3	1,50E-03	225	0,101
Sb	11	33	44	0,4	Pas de VTR	110	-
Ba	30	90	120	20	Pas de VTR	6	-
Be	15	49	65	2	Pas de VTR	32	-
Cr VI (centrale)	8	76	83	3	4,20E-04	28	0,035
Cr III (autres émissions)	2 240	7 981	10 221	1 500	Pas de VTR	7	-
Co	168	559	726	1,4	Pas de VTR	519	-
Cu	26	66	92	140	Pas de VTR	1	-
Fe	52 448	186 848	239 296	Pas de VTR	Pas de VTR	-	-
Mg	27 196	96 887	124 083	Pas de VTR	Pas de VTR	-	-
Mn	536	1 969	2 504	140	Pas de VTR	18	-
Mo	17	34	51	5	Pas de VTR	10	-
Ni	8 632	30 464	39 096	20	Pas de VTR	1 955	-
Pb	56	169	226	3,5	Pas de VTR	64	-
V	3 537	12 312	15 849	9	Pas de VTR	1 761	-
Al	7 028	25 035	32 063	1 000	Pas de VTR	32	-
Se	56	197	253	5	Pas de VTR	51	-
Si	15 305	54 526	69 831	Pas de VTR	Pas de VTR	-	-
Sn	303	825	1 128	Pas de VTR	Pas de VTR	-	-
Ti	61	325	386	Pas de VTR	Pas de VTR	-	-
Zn	447	452	899	300	Pas de VTR	3	-
Naphtalène	9	33	42	20	Pas de VTR	2,10	-
Acénaphène	0,4	2	2,5	60	Pas de VTR	0,04	-
Anthracène	0,1	0,3	0,5	40	Pas de VTR	0,01	-
Fluorène	1,5	5,8	7,3	40	Pas de VTR	0,18	-
Fluoranthène	0,6	1,6	2,3	40	Pas de VTR	0,06	-
Phénanthrène	1,5	5,8	7,4	40	Pas de VTR	0,18	-
Pyrène	0,2	0,4	0,6	30	Pas de VTR	0,02	-
Benzo(g,h,i)pérylène	0,1	0,3	0,4	30	Pas de VTR	0,01	-
Benzo(a)pyrène	0,1	0,4	0,5	Pas de VTR	7,30E-03	-	0,00357
éq BaP	0,2	0,9	1,1	Pas de VTR	2,00E-04	-	0,00022
Dioxines	1,6E-05	5,6E-05	7,2E-05	1,00E-06	1,E+03	72	0,072

Cancérogènes

Exposition chronique à seuil : niveau de score jugé discriminant = 100

Légende :

Score conduisant à retenir la substance

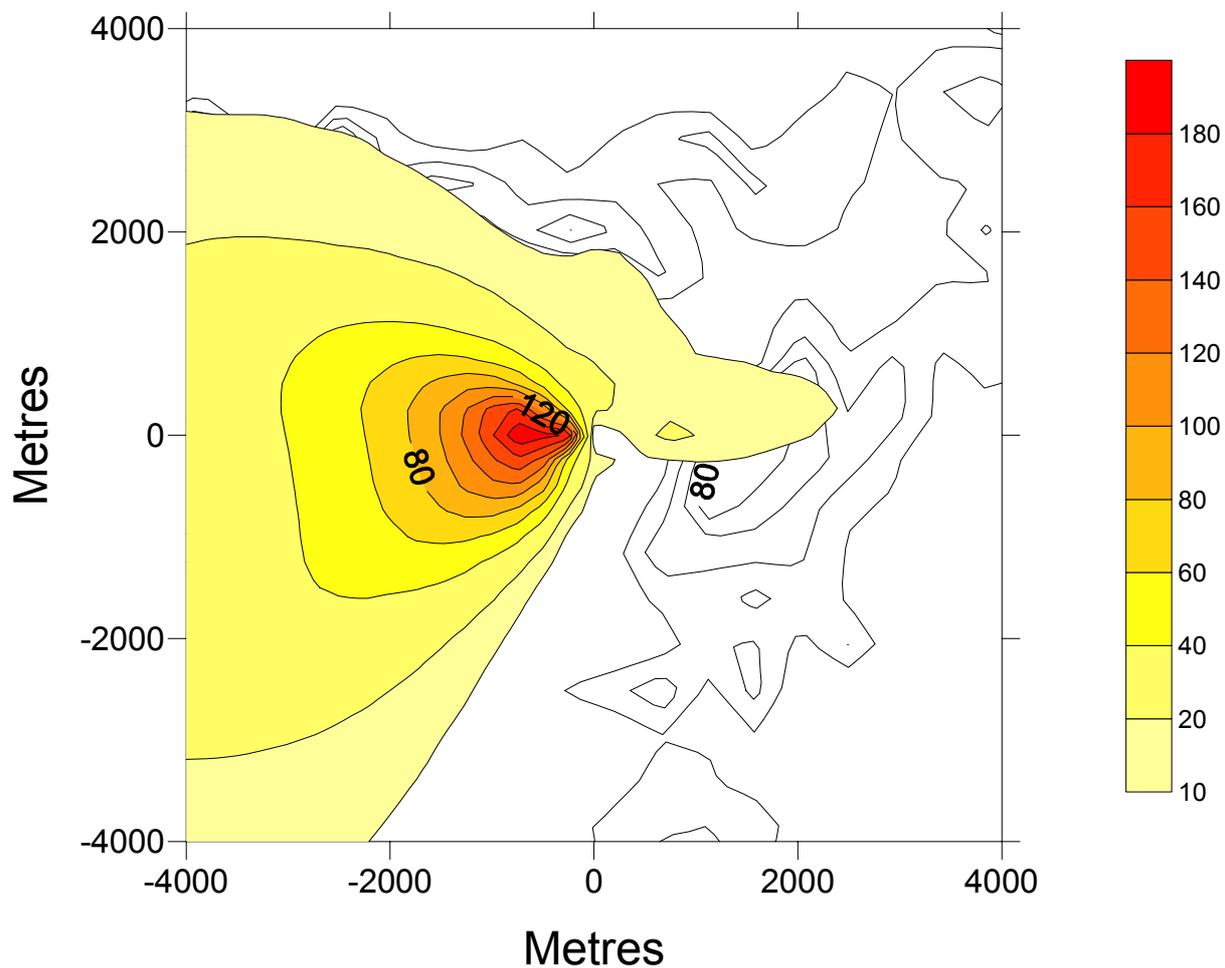
**Mise à jour de l'évaluation des risques sanitaires (ERS)  
liés aux activités de l'usine Société Le Nickel de  
Doniambo, Nouméa : prise en compte des périodes de  
recyclage d'huiles usagées dans la centrale thermique du  
site**

**ANNEXE 5**

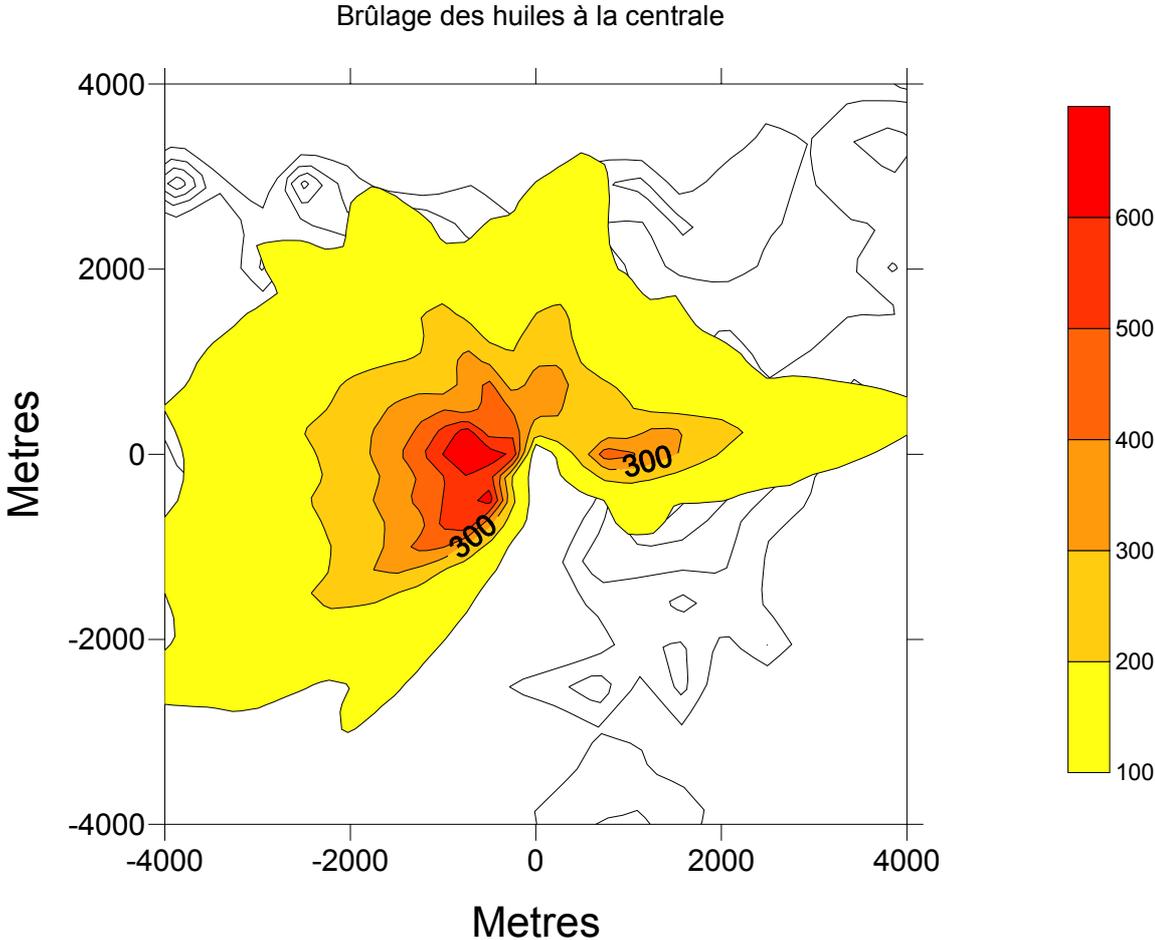
**Cartographies de la dispersion atmosphérique des rejets et  
des dépôts sur les sols  
(configuration recyclage d'huiles usagées)**

# Concentration moyenne annuelle de SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

Brûlage des huiles à la centrale

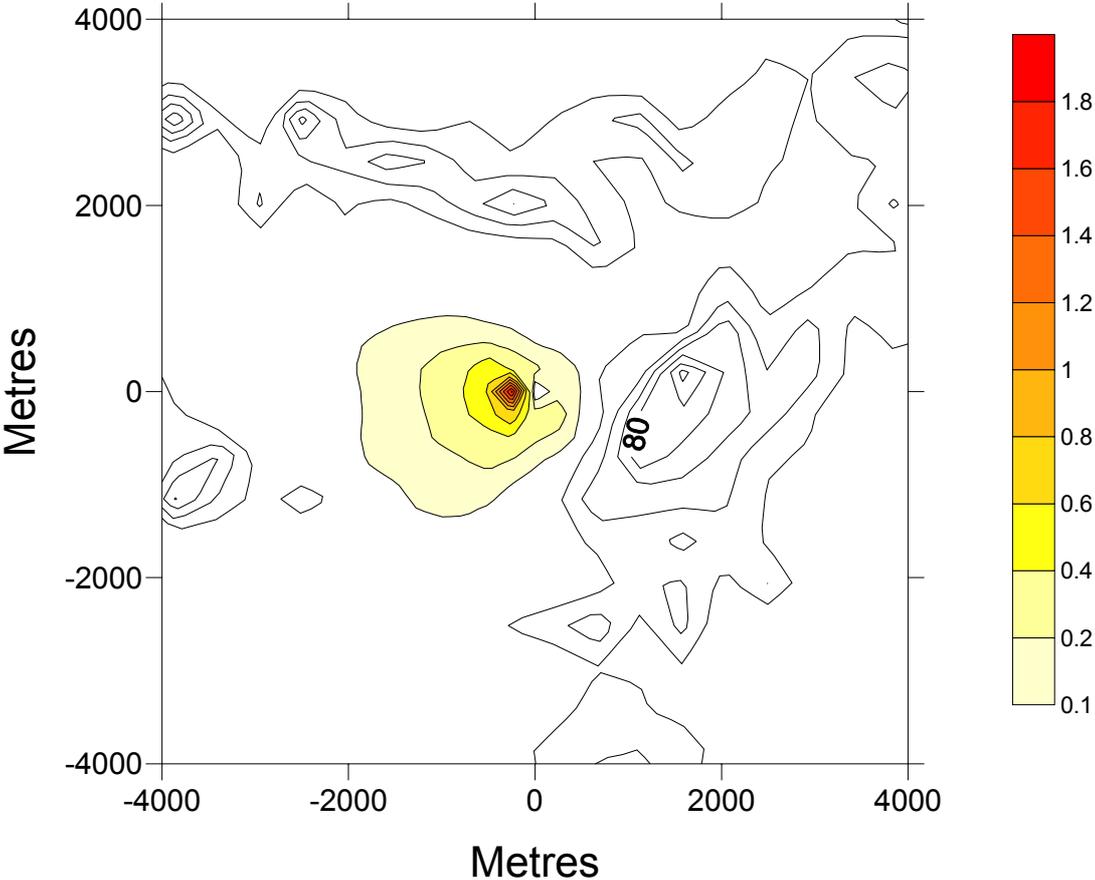


# Centile 99.9 des concentrations journalières de SO2 (µg/m³)

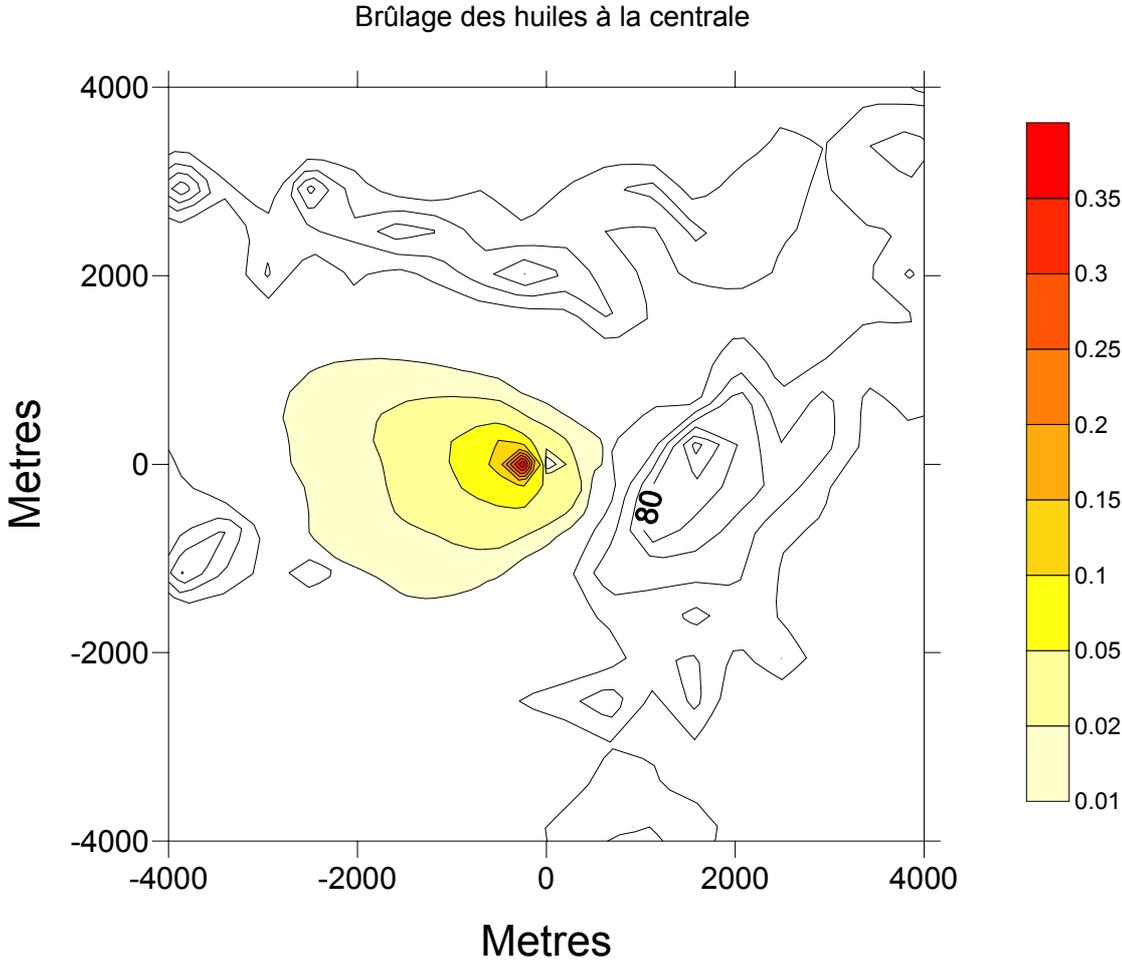


# Concentration moyenne annuelle de Ni - fomes non sulfurées - ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Brûlage des huiles à la centrale



# Dépôt moyen annuel de Ni - fomes non sulfurées - ( $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ )



# Mise à jour de l'évaluation des risques sanitaires (ERS) liés aux activités de l'usine Société Le Nickel de Doniambo, Nouméa : prise en compte des périodes de recyclage d'huiles usagées dans la centrale thermique du site

## ANNEXE 6

### Résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique des rejets dans les configurations météorologiques particulières

Nota : Seuls les points du domaine où les concentrations les plus élevées sont modélisées sont fournis dans la présente annexe.

Sont encadrées les valeurs dépassant les valeurs toxicologiques de référence (500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le  $\text{SO}_2$  et 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les  $\text{NO}_x$ ).

Year	Day	Hour	Time(s)	X(m)	Y(m)	Z(m)	Conc µg/m³ PM10	Conc µg/m³ PM2.5	Conc µg/m³ SO2	Conc µg/m³ NOx	
2004		90	12	-999	-750	-500	0	6,6	2,1	779,2	102,2
2004		90	12	-999	-1000	-500	0	12,9	3,4	682,0	98,8
2004		90	12	-999	-1250	-500	0	9,3	2,6	470,0	71,5
2004		90	12	-999	-1500	-750	0	5,4	1,7	525,1	70,6
2004		90	12	-999	-1250	-750	0	4,0	1,3	507,8	64,7
2004		90	12	-999	-1750	-750	0	6,0	1,8	443,1	62,5
2004		90	12	-999	-1500	-500	0	7,8	2,2	321,7	52,8
2004		90	12	-999	-2000	-750	0	5,3	1,6	351,0	52,0
2004		90	12	-999	-500	-250	0	18,8	4,7	229,6	49,0
2004		90	12	-999	-2250	-1000	0	4,1	1,2	355,6	48,7
2004		90	12	-999	-2000	-1000	0	3,3	1,1	358,3	47,4
2004		90	12	-999	-2500	-1000	0	3,9	1,2	314,5	44,7
2004		90	12	-999	-2250	-750	0	4,7	1,4	271,1	41,8
2004		90	12	-999	-1750	-1000	0	2,4	0,9	316,4	40,4
2004		90	12	-999	-1000	-750	0	1,9	0,7	323,6	38,5
2004		90	12	-999	-1750	-500	0	6,1	1,7	218,0	38,3
2004		90	12	-999	-500	-500	0	1,4	0,5	325,7	37,2
2004		90	12	-999	-2750	-1000	0	3,6	1,1	249,8	37,1
2004		90	12	-999	-2750	-1250	0	2,8	0,9	267,4	36,7
2004		90	12	-999	-3000	-1250	0	2,9	0,9	243,8	34,6
2004		90	12	-999	-2500	-1250	0	2,1	0,8	261,7	34,6
2004		90	12	-999	-2500	-750	0	4,0	1,2	205,7	33,0
2004		90	12	-999	-1000	-250	0	10,8	2,7	139,8	32,3
2004		90	12	-999	-750	-250	0	15,3	3,8	159,0	31,8
2004		90	12	-999	-3250	-1250	0	2,7	0,9	209,8	30,7
2004		90	12	-999	-3000	-1000	0	3,2	1,0	194,5	30,0
2004		90	12	-999	-2250	-1250	0	1,7	0,6	234,4	29,9
2004		90	12	-999	-1250	-250	0	5,9	1,8	113,3	28,2
2004		90	12	-999	-1500	-1000	0	1,5	0,5	228,8	27,9
2004		90	12	-999	-3250	-1500	0	1,9	0,7	202,8	27,9
2004		90	12	-999	-3500	-1500	0	2,3	0,7	194,6	27,4
2004		90	12	-999	-2000	-500	0	3,9	1,3	148,0	27,3
2004		90	12	-999	-3000	-1500	0	1,7	0,6	198,3	26,5
2004		90	12	-999	-3500	-1250	0	2,6	0,8	175,4	26,3
2004		90	12	-999	-250	-250	0	3,6	1,1	108,0	26,1

Year	Day	Hour	Time(s)	X(m)	Y(m)	Z(m)	Conc µg/m³ PM10	Conc µg/m³ PM2.5	Conc µg/m³ SO2	Conc µg/m³ NOx
2004	200	12	-999	250	0	0	15,0	0,6	5,9	0,0
2004	200	12	-999	2250	250	0	6,7	1,3	47,1	2,9
2004	200	12	-999	2250	500	0	6,1	1,2	42,4	2,7
2004	200	12	-999	2500	500	0	6,0	1,2	44,9	3,1
2004	200	12	-999	2000	250	0	6,0	1,1	46,6	2,6
2004	200	12	-999	1750	250	0	6,0	1,0	47,1	2,7
2004	200	12	-999	2750	500	0	5,9	1,2	46,1	3,7
2004	200	12	-999	2000	500	0	5,8	1,1	39,7	2,3
2004	200	12	-999	2500	250	0	5,7	1,1	45,8	3,2
2004	200	12	-999	3000	500	0	5,6	1,1	46,7	4,1
2004	200	12	-999	1500	250	0	5,5	0,8	45,6	2,4
2004	200	12	-999	3250	500	0	5,2	1,1	47,3	4,4
2004	200	12	-999	500	-250	0	5,2	0,0	0,2	0,0
2004	200	12	-999	2750	250	0	4,9	1,0	28,0	3,5
2004	200	12	-999	3500	500	0	4,9	1,0	47,4	4,5
2004	200	12	-999	3500	750	0	4,8	1,0	44,8	4,3
2004	200	12	-999	500	0	0	4,8	0,1	3,3	0,1
2004	200	12	-999	1750	500	0	4,8	0,8	13,1	1,8
2004	200	12	-999	3000	750	0	4,8	1,0	27,2	3,5
2004	200	12	-999	3250	750	0	4,7	0,9	30,6	3,9
2004	200	12	-999	3750	750	0	4,7	1,0	46,5	4,7
2004	200	12	-999	3000	250	0	4,6	0,9	30,1	3,7
2004	200	12	-999	3750	500	0	4,5	0,9	48,1	4,8
2004	200	12	-999	3250	250	0	4,4	0,9	32,1	4,0
2004	200	12	-999	4000	500	0	4,3	0,9	48,7	5,1
2004	200	12	-999	500	250	0	3,9	0,1	3,5	0,3
2004	200	12	-999	1750	0	0	3,8	0,6	15,3	2,0
2004	200	12	-999	1250	250	0	3,8	0,5	37,8	1,6
2004	200	12	-999	750	0	0	3,4	0,3	5,6	0,4
2004	200	12	-999	1500	0	0	3,3	0,4	13,5	1,8
2004	200	12	-999	1250	0	0	2,7	0,3	32,3	1,6
2004	200	12	-999	750	250	0	2,1	0,1	3,7	0,6
2004	200	12	-999	1000	250	0	2,0	0,2	15,4	1,0
2004	200	12	-999	4000	750	0	1,9	0,9	48,1	5,0
2004	200	12	-999	1000	0	0	1,8	0,1	13,8	0,9

Year	Day	Hour	Time(s)	X(m)	Y(m)	Z(m)	Conc µg/m³ PM10	Conc µg/m³ PM2.5	Conc µg/m³ SO2	Conc µg/m³ NOx
2004	201	12	-999	250	0	0	23,5	1,0	36,4	5,9
2004	201	12	-999	500	0	0	14,7	0,6	102,3	0,0
2004	201	12	-999	750	0	0	10,6	1,2	78,8	0,0
2004	201	12	-999	500	250	0	9,5	0,2	7,7	0,0
2004	201	12	-999	500	-250	0	6,9	0,2	7,6	0,0
2004	201	12	-999	750	250	0	6,2	2,2	30,4	0,0
2004	201	12	-999	2250	250	0	5,4	0,9	102,6	11,0
2004	201	12	-999	1000	250	0	5,1	0,7	69,1	0,0
2004	201	12	-999	2000	500	0	4,8	0,6	77,8	6,1
2004	201	12	-999	1000	0	0	4,8	0,6	46,1	0,0
2004	201	12	-999	2250	500	0	4,6	0,7	91,0	9,5
2004	201	12	-999	1250	250	0	4,4	0,8	71,3	0,2
2004	201	12	-999	2000	250	0	4,4	0,6	88,6	7,4
2004	201	12	-999	2750	500	0	4,2	0,6	90,2	10,4
2004	201	12	-999	1500	250	0	4,2	0,8	80,7	3,7
2004	201	12	-999	2500	500	0	4,1	0,6	69,6	6,2
2004	201	12	-999	3000	500	0	4,0	0,6	76,6	9,2
2004	201	12	-999	3250	500	0	3,7	0,6	65,5	7,7
2004	201	12	-999	1250	0	0	3,7	0,6	30,9	0,0
2004	201	12	-999	2500	250	0	3,5	0,5	70,6	6,9
2004	201	12	-999	3000	750	0	3,5	0,5	47,1	6,8
2004	201	12	-999	3500	500	0	3,5	0,5	63,8	7,4
2004	201	12	-999	3500	750	0	3,5	0,5	56,9	6,5
2004	201	12	-999	3250	750	0	3,4	0,5	44,1	6,2
2004	201	12	-999	3750	750	0	3,3	0,5	59,2	7,2
2004	201	12	-999	2750	250	0	3,2	0,5	69,1	9,3
2004	201	12	-999	3000	250	0	3,2	0,5	64,0	8,8
2004	201	12	-999	3750	500	0	3,1	0,5	64,8	7,9
2004	201	12	-999	3250	250	0	3,1	0,5	50,6	6,9
2004	201	12	-999	1750	250	0	3,1	0,6	69,9	3,3
2004	201	12	-999	1500	0	0	2,8	0,5	13,8	1,7
2004	201	12	-999	1750	500	0	2,4	0,4	14,1	1,8
2004	201	12	-999	1750	0	0	2,3	0,4	21,5	2,5
2004	201	12	-999	4000	750	0	2,0	0,5	51,8	6,2
2004	201	12	-999	4000	500	0	2,0	0,5	56,6	6,9

Year	Day	Hour	Time(s)	X(m)	Y(m)	Z(m)	Conc µg/m³ PM10	Conc µg/m³ PM2.5	Conc µg/m³ SO2	Conc µg/m³ NOx
2004	202	12	-999	250	0	0	45,7	5,8	32,9	4,4
2004	202	12	-999	500	0	0	24,7	5,4	228,1	50,7
2004	202	12	-999	750	0	0	19,5	4,3	281,8	37,6
2004	202	12	-999	500	250	0	13,5	2,8	24,5	5,8
2004	202	12	-999	750	250	0	10,9	2,4	57,4	7,4
2004	202	12	-999	1000	0	0	9,5	2,4	399,1	50,8
2004	202	12	-999	1000	250	0	9,5	2,3	139,5	20,0
2004	202	12	-999	1500	250	0	9,2	2,6	536,1	79,8
2004	202	12	-999	1250	250	0	9,0	2,4	320,8	48,3
2004	202	12	-999	1250	0	0	7,7	2,1	530,6	66,8
2004	202	12	-999	1500	0	0	7,3	2,1	658,8	84,2
2004	202	12	-999	1750	250	0	6,9	1,9	450,2	62,6
2004	202	12	-999	2000	250	0	6,2	1,7	394,5	54,5
2004	202	12	-999	2250	250	0	5,8	1,5	336,5	46,0
2004	202	12	-999	1750	0	0	5,4	1,5	469,8	58,8
2004	202	12	-999	1500	500	0	5,4	1,5	122,5	21,2
2004	202	12	-999	1750	500	0	4,7	1,2	155,9	24,0
2004	202	12	-999	2000	500	0	4,6	1,2	193,0	29,3
2004	202	12	-999	2250	500	0	4,3	1,2	208,0	30,9
2004	202	12	-999	2500	250	0	4,0	1,2	281,8	37,3
2004	202	12	-999	1250	500	0	4,0	1,0	46,7	8,6
2004	202	12	-999	2000	0	0	3,8	1,2	345,6	43,0
2004	202	12	-999	2500	500	0	3,8	1,3	207,9	29,4
2004	202	12	-999	2750	500	0	3,7	1,1	233,0	32,9
2004	202	12	-999	2750	250	0	3,6	1,1	274,5	36,4
2004	202	12	-999	3250	500	0	3,5	1,0	208,0	28,7
2004	202	12	-999	3000	500	0	3,4	1,2	226,6	31,6
2004	202	12	-999	3500	500	0	3,3	0,9	195,5	26,8
2004	202	12	-999	3000	250	0	3,2	0,9	248,7	33,0
2004	202	12	-999	2250	0	0	3,1	1,0	269,4	33,9
2004	202	12	-999	3250	250	0	3,0	0,9	212,3	28,0
2004	202	12	-999	3250	750	0	3,0	0,8	142,0	20,5
2004	202	12	-999	3500	750	0	2,9	0,8	147,6	20,9
2004	202	12	-999	3750	500	0	2,8	0,8	186,1	25,3
2004	202	12	-999	3750	750	0	2,7	0,8	152,2	21,5

Year	Day	Hour	Time(s)	X(m)	Y(m)	Z(m)	Conc µg/m³ PM10	Conc µg/m³ PM2.5	Conc µg/m³ SO2	Conc µg/m³ NOx
2004	203	12	-999	250	0	0	45,0	8,3	47,4	8,2
2004	203	12	-999	750	0	0	23,7	6,0	710,7	145,7
2004	203	12	-999	500	0	0	21,5	5,3	283,6	85,4
2004	203	12	-999	500	250	0	11,0	2,6	68,0	19,6
2004	203	12	-999	1000	0	0	9,7	2,8	763,9	104,2
2004	203	12	-999	750	250	0	9,2	2,3	90,5	20,2
2004	203	12	-999	1000	250	0	9,0	2,4	234,5	43,3
2004	203	12	-999	1250	250	0	8,5	2,4	423,2	69,4
2004	203	12	-999	1500	250	0	7,9	2,3	539,9	83,4
2004	203	12	-999	1250	0	0	7,2	2,1	708,8	93,1
2004	203	12	-999	1750	250	0	6,4	1,9	483,5	70,8
2004	203	12	-999	1500	0	0	6,1	1,8	652,4	84,9
2004	203	12	-999	2000	250	0	5,7	1,6	428,9	61,1
2004	203	12	-999	2250	250	0	5,0	1,4	363,0	51,3
2004	203	12	-999	1500	500	0	4,9	1,5	130,5	24,8
2004	203	12	-999	1750	0	0	4,8	1,4	480,4	61,9
2004	203	12	-999	1750	500	0	4,4	1,2	175,9	29,9
2004	203	12	-999	2000	500	0	4,2	1,2	209,9	34,2
2004	203	12	-999	2250	500	0	3,9	1,1	223,5	35,0
2004	203	12	-999	1250	500	0	3,8	1,1	65,5	14,3
2004	203	12	-999	2500	250	0	3,8	1,2	312,3	43,6
2004	203	12	-999	2000	0	0	3,7	1,2	373,7	48,3
2004	203	12	-999	2500	500	0	3,6	1,0	228,5	34,5
2004	203	12	-999	2750	500	0	3,4	1,0	233,6	34,7
2004	203	12	-999	2750	250	0	3,3	1,0	280,8	38,9
2004	203	12	-999	3000	500	0	3,1	0,9	221,7	32,5
2004	203	12	-999	2250	0	0	3,0	1,0	289,4	37,6
2004	203	12	-999	3000	250	0	2,8	0,9	244,5	33,7
2004	203	12	-999	3250	500	0	2,7	0,8	205,9	29,8
2004	203	12	-999	3500	500	0	2,6	0,8	190,5	27,4
2004	203	12	-999	250	250	0	2,5	0,8	78,1	23,6
2004	203	12	-999	3250	250	0	2,5	0,8	211,3	29,0
2004	203	12	-999	2500	0	0	2,5	0,8	233,3	30,3
2004	203	12	-999	3000	750	0	2,3	0,7	132,5	20,7
2004	203	12	-999	2750	750	0	2,3	0,8	121,3	19,5

Year	Day	Hour	Time(s)	X(m)	Y(m)	Z(m)	Conc µg/m³ PM10 A	Conc µg/m³ PM2.5 A	Conc µg/m³ SO2 A	Conc µg/m³ NOx A
2004	204	12	-999	250	0	0	41,1	8,0	50,4	8,5
2004	204	12	-999	750	0	0	21,3	5,4	<b>720,3</b>	141,0
2004	204	12	-999	500	0	0	19,4	4,9	283,4	85,0
2004	204	12	-999	500	250	0	9,6	2,3	70,8	20,6
2004	204	12	-999	1000	0	0	8,8	2,6	<b>742,1</b>	102,2
2004	204	12	-999	1000	250	0	8,1	2,2	232,2	44,1
2004	204	12	-999	750	250	0	8,1	2,0	90,2	21,2
2004	204	12	-999	1250	250	0	7,6	2,2	400,2	66,5
2004	204	12	-999	1500	250	0	7,0	2,1	494,9	77,0
2004	204	12	-999	1250	0	0	6,4	1,9	<b>659,4</b>	87,3
2004	204	12	-999	1750	250	0	5,7	1,7	446,7	65,9
2004	204	12	-999	1500	0	0	5,3	1,6	593,2	77,5
2004	204	12	-999	2000	250	0	5,1	1,5	397,2	56,9
2004	204	12	-999	2250	250	0	4,4	1,2	335,7	47,8
2004	204	12	-999	1500	500	0	4,3	1,3	122,4	23,7
2004	204	12	-999	1750	0	0	4,2	1,3	441,4	57,2
2004	204	12	-999	1750	500	0	4,0	1,1	165,6	28,6
2004	204	12	-999	2000	500	0	3,7	1,1	196,2	32,3
2004	204	12	-999	1250	500	0	3,4	1,1	63,7	14,2
2004	204	12	-999	2250	500	0	3,4	1,0	207,9	32,9
2004	204	12	-999	2500	250	0	3,4	1,1	290,3	40,9
2004	204	12	-999	2000	0	0	3,3	1,1	347,1	45,2
2004	204	12	-999	2500	500	0	3,2	1,0	213,2	32,5
2004	204	12	-999	2750	500	0	3,0	0,9	216,6	32,5
2004	204	12	-999	2750	250	0	2,9	0,9	260,3	36,4
2004	204	12	-999	3000	500	0	2,7	0,8	205,4	30,3
2004	204	12	-999	250	250	0	2,7	0,8	84,3	25,5
2004	204	12	-999	2250	0	0	2,7	0,9	269,1	35,3
2004	204	12	-999	3000	250	0	2,6	0,8	226,6	31,5
2004	204	12	-999	3250	500	0	2,4	0,8	191,4	27,9
2004	204	12	-999	3500	500	0	2,3	0,7	177,0	25,7
2004	204	12	-999	2500	0	0	2,3	0,8	218,4	28,7
2004	204	12	-999	3250	250	0	2,2	0,7	196,8	27,3
2004	204	12	-999	1000	500	0	2,1	0,7	30,0	8,0
2004	204	12	-999	3000	750	0	2,1	0,6	123,8	19,5

Year	Day	Hour	Time(s)	X(m)	Y(m)	Z(m)	Conc µg/m³ PM10	Conc µg/m³ PM2.5	Conc µg/m³ SO2	Conc µg/m³ NOx
2004		90	12	-999	-500	-250	19,9	5,2	279,9	108,9
2004		90	12	-999	-1000	-500	18,0	5,8	903,0	388,2
2004		90	12	-999	-750	-250	16,1	4,1	194,2	75,5
2004		90	12	-999	-750	-500	12,7	4,9	1048,8	449,6
2004		90	12	-999	-1250	-500	12,5	4,2	615,0	262,9
2004		90	12	-999	-1000	-250	11,2	3,0	160,0	57,8
2004		90	12	-999	-1500	-500	9,8	3,2	412,9	173,7
2004		90	12	-999	-1500	-750	9,1	3,5	694,4	297,9
2004		90	12	-999	-1750	-750	9,0	3,3	581,3	248,6
2004		90	12	-999	-1250	-750	7,8	3,1	676,3	289,4
2004		90	12	-999	-2000	-750	7,7	2,8	456,6	194,6
2004		90	12	-999	-1750	-500	7,4	2,3	274,4	113,2
2004		90	12	-999	-2250	-1000	6,5	2,5	465,7	199,6
2004		90	12	-999	-2250	-750	6,5	2,3	349,4	148,1
2004		90	12	-999	-1250	-250	6,2	1,9	125,3	43,4
2004		90	12	-999	-2500	-1000	6,0	2,3	409,6	175,0
2004		90	12	-999	-2000	-1000	5,8	2,3	472,1	202,4
2004		90	12	-999	-2500	-750	5,3	1,8	262,7	110,5
2004		90	12	-999	-2750	-1000	5,1	1,9	323,5	137,5
2004		90	12	-999	-2000	-500	4,7	1,7	183,4	74,4
2004		90	12	-999	-1750	-1000	4,6	2,0	419,1	179,2
2004		90	12	-999	-2750	-1250	4,5	1,8	350,0	149,7
2004		90	12	-999	-1000	-750	4,5	1,9	434,8	184,8
2004		90	12	-999	-3000	-1250	4,5	1,7	317,5	135,6
2004		90	12	-999	-3000	-1000	4,4	1,6	250,0	105,8
2004		90	12	-999	-500	-500	4,1	1,8	449,7	190,7
2004		90	12	-999	-3250	-1250	4,0	1,5	271,7	115,7
2004		90	12	-999	-250	-250	4,0	1,3	129,2	49,7
2004		90	12	-999	-2500	-1250	3,9	1,7	343,8	147,2
2004		90	12	-999	-3500	-1250	3,6	1,3	226,2	96,0
2004		90	12	-999	-3750	-1500	3,5	1,3	234,6	99,9
2004		90	12	-999	-3500	-1500	3,5	1,4	253,3	108,1
2004		90	12	-999	-2750	-750	3,4	1,3	178,2	74,1
2004		90	12	-999	-2250	-1250	3,3	1,5	308,8	132,1
2004		90	12	-999	-1500	-250	3,3	1,1	80,8	28,0

Year	Day	Hour	Time(s)	X(m)	Y(m)	Z(m)	Conc µg/m³ PM10	Conc µg/m³ PM2.5	Conc µg/m³ SO2	Conc µg/m³ NOx	
2004		200	12	-999	2250	250	0	6,7	1,3	51,6	8,5
2004		200	12	-999	2500	500	0	6,0	1,2	49,7	9,0
2004		200	12	-999	2250	500	0	6,1	1,2	46,3	7,4
2004		200	12	-999	2750	500	0	6,0	1,2	52,0	10,9
2004		200	12	-999	2500	250	0	5,7	1,1	51,1	9,7
2004		200	12	-999	3000	500	0	5,7	1,1	53,5	12,3
2004		200	12	-999	2000	250	0	6,0	1,1	50,3	7,3
2004		200	12	-999	2000	500	0	5,9	1,1	42,5	5,8
2004		200	12	-999	3250	500	0	5,3	1,1	55,0	13,7
2004		200	12	-999	3500	500	0	5,0	1,0	56,0	14,9
2004		200	12	-999	1750	250	0	6,0	1,0	50,0	6,4
2004		200	12	-999	3500	750	0	4,9	1,0	52,8	13,9
2004		200	12	-999	2750	250	0	5,0	1,0	34,1	10,9
2004		200	12	-999	3750	750	0	4,8	1,0	55,5	15,5
2004		200	12	-999	3000	750	0	4,8	1,0	33,0	10,5
2004		200	12	-999	3750	500	0	4,6	1,0	57,5	16,2
2004		200	12	-999	3250	750	0	4,7	1,0	37,5	12,3
2004		200	12	-999	4000	750	0	2,0	0,9	58,0	17,0
2004		200	12	-999	3000	250	0	4,7	0,9	37,0	12,1
2004		200	12	-999	4000	500	0	4,4	0,9	59,0	17,4
2004		200	12	-999	3250	250	0	4,4	0,9	39,7	13,2
2004		200	12	-999	1500	250	0	5,5	0,8	47,8	5,2
2004		200	12	-999	1750	500	0	4,8	0,8	15,0	4,2
2004		200	12	-999	1750	0	0	3,8	0,6	18,3	5,7
2004		200	12	-999	250	0	0	15,0	0,6	5,9	0,0
2004		200	12	-999	1250	250	0	3,8	0,5	39,2	3,4
2004		200	12	-999	1500	0	0	3,3	0,4	16,0	5,0
2004		200	12	-999	750	0	0	3,4	0,3	5,6	0,4
2004		200	12	-999	1250	0	0	2,7	0,3	34,2	4,1
2004		200	12	-999	1000	250	0	2,0	0,2	15,8	1,5
2004		200	12	-999	4000	1000	0	1,4	0,2	45,1	15,3
2004		200	12	-999	4000	250	0	1,4	0,2	47,3	16,3
2004		200	12	-999	3750	250	0	1,4	0,2	45,2	15,3
2004		200	12	-999	3750	1000	0	1,4	0,2	40,7	13,6
2004		200	12	-999	3500	250	0	1,4	0,2	42,9	14,3

Year	Day	Hour	Time(s)	X(m)	Y(m)	Z(m)	Conc µg/m³ PM10	Conc µg/m³ PM2.5	Conc µg/m³ SO2	Conc µg/m³ NOx
2004	201	12	-999	750	250	0	6,2	2,2	30,4	0,0
2004	201	12	-999	750	0	0	10,6	1,2	78,8	0,0
2004	201	12	-999	250	0	0	23,5	1,0	36,4	5,9
2004	201	12	-999	2250	250	0	5,6	0,9	126,5	41,4
2004	201	12	-999	1500	250	0	4,2	0,9	86,3	11,2
2004	201	12	-999	1250	250	0	4,4	0,8	71,3	0,2
2004	201	12	-999	2750	500	0	4,5	0,7	109,8	35,3
2004	201	12	-999	1000	250	0	5,1	0,7	69,1	0,0
2004	201	12	-999	2250	500	0	4,7	0,7	109,0	32,3
2004	201	12	-999	3000	500	0	4,2	0,7	91,5	28,3
2004	201	12	-999	2000	250	0	4,6	0,7	106,3	30,4
2004	201	12	-999	2000	500	0	4,9	0,7	90,7	22,8
2004	201	12	-999	1750	250	0	3,2	0,6	77,7	13,6
2004	201	12	-999	3250	500	0	3,9	0,6	77,4	22,9
2004	201	12	-999	500	0	0	14,7	0,6	102,3	0,0
2004	201	12	-999	1000	0	0	4,8	0,6	46,1	0,0
2004	201	12	-999	3500	500	0	3,7	0,6	76,4	23,4
2004	201	12	-999	2500	500	0	4,3	0,6	82,3	22,3
2004	201	12	-999	1250	0	0	3,7	0,6	30,9	0,1
2004	201	12	-999	2500	250	0	3,7	0,6	85,8	26,3
2004	201	12	-999	3000	250	0	3,4	0,6	80,6	30,1
2004	201	12	-999	2750	250	0	3,4	0,6	88,8	34,5
2004	201	12	-999	3500	750	0	3,6	0,6	67,6	20,0
2004	201	12	-999	3750	500	0	3,3	0,6	78,9	25,6
2004	201	12	-999	3750	750	0	3,5	0,6	71,5	22,5
2004	201	12	-999	3000	750	0	3,7	0,6	57,2	19,7
2004	201	12	-999	1500	0	0	2,8	0,5	17,4	6,5
2004	201	12	-999	3250	250	0	3,3	0,5	62,6	22,3
2004	201	12	-999	3250	750	0	3,5	0,5	53,3	17,9
2004	201	12	-999	4000	500	0	2,1	0,5	68,5	21,7
2004	201	12	-999	4000	750	0	2,1	0,5	62,1	18,9
2004	201	12	-999	1750	0	0	2,3	0,4	28,2	11,5
2004	201	12	-999	1750	500	0	2,4	0,4	18,0	7,0
2004	201	12	-999	3750	250	0	1,6	0,4	64,8	23,6
2004	201	12	-999	3500	250	0	1,5	0,4	60,6	21,7

Year	Day	Hour	Time(s)	X(m)	Y(m)	Z(m)	Conc µg/m³ PM10	Conc µg/m³ PM2.5	Conc µg/m³ SO2	Conc µg/m³ NOx /
2004	202	12	-999	250	0	0	45,7	5,8	32,9	4,4
2004	202	12	-999	500	0	0	24,9	5,5	235,7	58,5
2004	202	12	-999	750	0	0	21,1	5,1	366,0	129,0
2004	202	12	-999	1500	0	0	12,9	4,5	<b>890,0</b>	<b>378,5</b>
2004	202	12	-999	1500	250	0	13,5	4,4	<b>711,1</b>	<b>301,7</b>
2004	202	12	-999	1250	0	0	12,2	4,0	<b>727,5</b>	<b>305,8</b>
2004	202	12	-999	1000	0	0	12,7	3,9	549,9	<b>223,7</b>
2004	202	12	-999	1750	250	0	10,5	3,5	602,7	<b>254,6</b>
2004	202	12	-999	1250	250	0	11,4	3,4	422,9	171,6
2004	202	12	-999	1750	0	0	9,4	3,3	<b>635,7</b>	<b>269,0</b>
2004	202	12	-999	2000	250	0	9,3	3,0	528,5	<b>222,9</b>
2004	202	12	-999	500	250	0	13,5	2,8	24,5	5,8
2004	202	12	-999	2250	250	0	8,3	2,6	450,6	189,3
2004	202	12	-999	1000	250	0	10,2	2,5	171,7	56,4
2004	202	12	-999	2000	0	0	6,6	2,4	468,2	197,0
2004	202	12	-999	750	250	0	10,9	2,4	59,7	9,8
2004	202	12	-999	2500	250	0	6,1	2,1	378,5	158,6
2004	202	12	-999	2750	250	0	5,5	2,0	368,0	154,8
2004	202	12	-999	2500	500	0	5,2	2,0	276,3	115,0
2004	202	12	-999	2250	0	0	5,2	1,9	364,3	152,9
2004	202	12	-999	3000	500	0	5,0	1,9	301,4	126,8
2004	202	12	-999	2250	500	0	5,7	1,8	274,1	113,6
2004	202	12	-999	2000	500	0	5,9	1,8	253,5	104,7
2004	202	12	-999	1500	500	0	6,2	1,8	154,6	61,1
2004	202	12	-999	2750	500	0	5,3	1,8	309,6	130,1
2004	202	12	-999	3000	250	0	4,9	1,8	332,9	140,2
2004	202	12	-999	3250	500	0	4,9	1,7	277,1	116,6
2004	202	12	-999	1750	500	0	5,8	1,7	203,2	82,8
2004	202	12	-999	3250	250	0	4,5	1,6	284,3	119,6
2004	202	12	-999	3500	500	0	4,6	1,6	260,7	109,8
2004	202	12	-999	2500	0	0	4,1	1,5	286,0	119,6
2004	202	12	-999	3750	500	0	4,0	1,5	247,9	104,5
2004	202	12	-999	3500	250	0	3,5	1,4	250,2	105,2
2004	202	12	-999	2750	0	0	3,5	1,4	257,5	108,0
2004	202	12	-999	4000	500	0	3,7	1,3	230,7	97,3

Year	Day	Hour	Time(s)	X(m)	Y(m)	Z(m)	Conc µg/m³ PM10	Conc µg/m³ PM2.5	Conc µg/m³ SO2	Conc µg/m³ NOx
2004	203	12	-999	250	0	0	45,0	8,3	47,4	8,2
2004	203	12	-999	750	0	0	28,8	8,2	920,4	409,6
2004	203	12	-999	500	0	0	22,2	5,6	316,5	123,8
2004	203	12	-999	1000	0	0	16,1	5,6	1017,7	435,2
2004	203	12	-999	1250	0	0	13,4	4,7	941,1	403,6
2004	203	12	-999	1500	250	0	12,3	4,1	701,7	302,0
2004	203	12	-999	1500	0	0	11,7	4,2	862,3	369,6
2004	203	12	-999	1250	250	0	11,7	3,8	545,6	231,6
2004	203	12	-999	500	250	0	11,0	2,6	68,0	19,6
2004	203	12	-999	1000	250	0	10,4	3,0	290,7	115,3
2004	203	12	-999	1750	250	0	10,3	3,5	631,6	270,7
2004	203	12	-999	750	250	0	9,3	2,3	96,2	27,2
2004	203	12	-999	2000	250	0	9,1	3,1	560,8	239,4
2004	203	12	-999	1750	0	0	8,9	3,2	634,8	271,0
2004	203	12	-999	2250	250	0	7,8	2,6	474,4	202,2
2004	203	12	-999	2000	0	0	6,8	2,5	493,3	209,8
2004	203	12	-999	2500	250	0	6,2	2,2	408,5	173,8
2004	203	12	-999	2000	500	0	5,7	1,8	268,9	113,2
2004	203	12	-999	1500	500	0	5,6	1,8	160,5	64,7
2004	203	12	-999	1750	500	0	5,6	1,7	222,8	92,6
2004	203	12	-999	2250	500	0	5,5	1,8	287,6	121,4
2004	203	12	-999	2750	250	0	5,4	2,0	367,1	156,0
2004	203	12	-999	2250	0	0	5,3	2,0	381,3	161,8
2004	203	12	-999	2500	500	0	5,2	1,8	295,7	125,1
2004	203	12	-999	2750	500	0	5,0	1,8	302,8	128,6
2004	203	12	-999	3000	250	0	4,7	1,7	319,7	135,8
2004	203	12	-999	3000	500	0	4,6	1,7	287,9	122,3
2004	203	12	-999	2500	0	0	4,3	1,6	307,2	130,1
2004	203	12	-999	3250	500	0	4,1	1,5	267,7	113,7
2004	203	12	-999	1250	500	0	4,1	1,3	75,7	27,5
2004	203	12	-999	3250	250	0	4,0	1,5	276,3	117,2
2004	203	12	-999	3500	500	0	3,9	1,4	247,8	105,3
2004	203	12	-999	2750	0	0	3,5	1,4	259,8	110,0
2004	203	12	-999	3500	250	0	3,4	1,3	240,3	101,9
2004	203	12	-999	3750	500	0	3,3	1,3	227,6	96,6

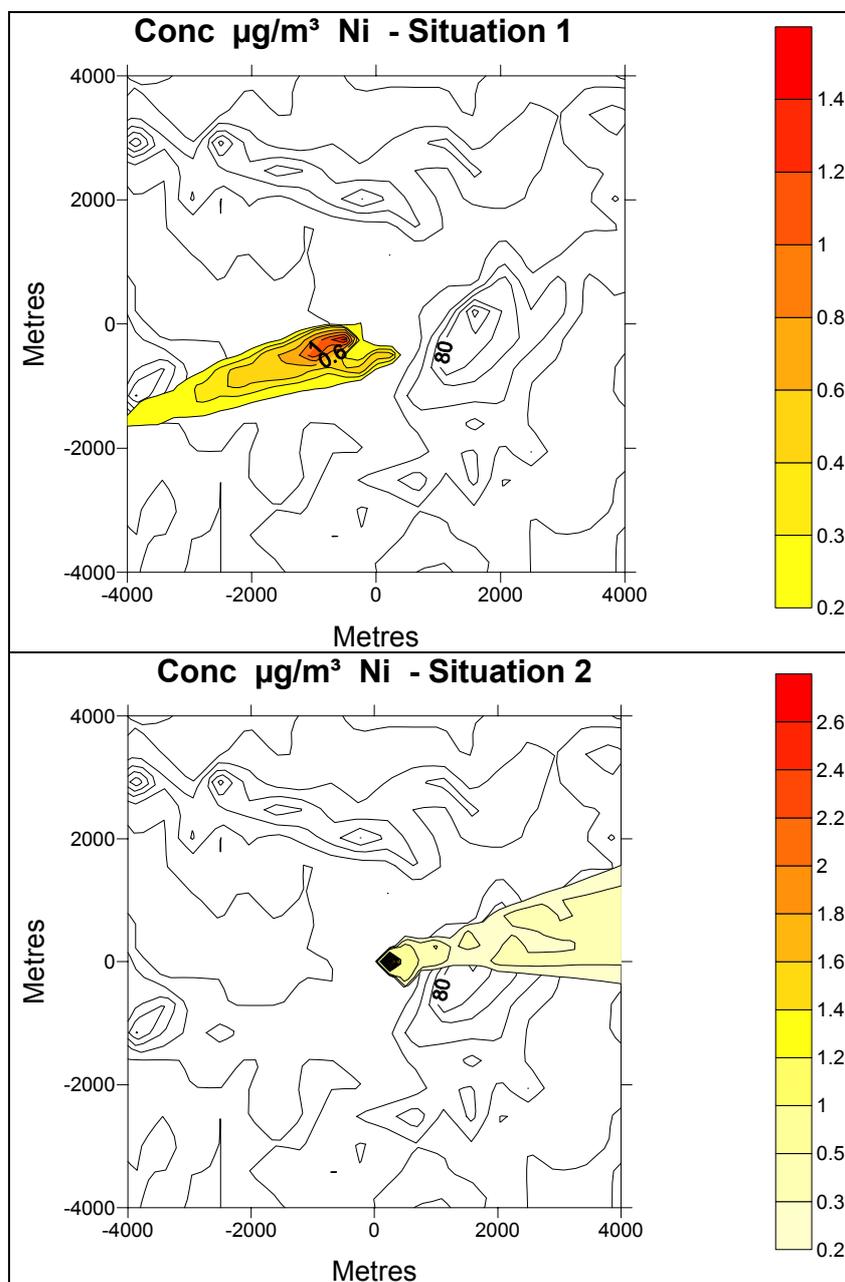
Year	Day	Hour	Time(s)	X(m)	Y(m)	Z(m)	Conc µg/m³ PM10 A	Conc µg/m³ PM2.5 A	Conc µg/m³ SO2 A	Conc µg/m³ NOx A
2004	204	12	-999	250	0	0	41,1	8,0	50,4	8,5
2004	204	12	-999	750	0	0	26,5	7,7	933,9	414,8
2004	204	12	-999	500	0	0	20,2	5,3	321,4	130,7
2004	204	12	-999	1000	0	0	15,0	5,3	984,9	423,0
2004	204	12	-999	1250	0	0	12,1	4,3	873,3	375,4
2004	204	12	-999	1500	250	0	10,9	3,8	642,1	277,1
2004	204	12	-999	1250	250	0	10,6	3,5	515,2	220,0
2004	204	12	-999	1500	0	0	10,4	3,8	782,5	335,9
2004	204	12	-999	500	250	0	9,6	2,3	70,8	20,6
2004	204	12	-999	1000	250	0	9,5	2,8	287,6	116,1
2004	204	12	-999	1750	250	0	9,3	3,2	582,6	250,4
2004	204	12	-999	750	250	0	8,3	2,1	96,2	28,6
2004	204	12	-999	2000	250	0	8,2	2,9	518,8	221,9
2004	204	12	-999	1750	0	0	8,0	2,9	582,4	249,1
2004	204	12	-999	2250	250	0	7,0	2,4	438,4	187,3
2004	204	12	-999	2000	0	0	6,2	2,3	457,5	195,0
2004	204	12	-999	2500	250	0	5,6	2,1	379,4	161,8
2004	204	12	-999	2000	500	0	5,1	1,7	251,1	106,2
2004	204	12	-999	1750	500	0	5,1	1,6	209,5	87,5
2004	204	12	-999	1500	500	0	5,0	1,6	150,4	61,1
2004	204	12	-999	2250	500	0	4,9	1,7	267,4	113,4
2004	204	12	-999	2750	250	0	4,9	1,8	340,0	144,9
2004	204	12	-999	2250	0	0	4,8	1,9	354,1	150,6
2004	204	12	-999	2500	500	0	4,7	1,7	275,6	117,0
2004	204	12	-999	2750	500	0	4,6	1,6	280,7	119,6
2004	204	12	-999	3000	250	0	4,2	1,6	296,1	126,1
2004	204	12	-999	3000	500	0	4,2	1,5	266,6	113,6
2004	204	12	-999	2500	0	0	4,0	1,5	287,3	121,9
2004	204	12	-999	3250	500	0	3,8	1,4	248,7	105,9
2004	204	12	-999	1250	500	0	3,7	1,2	73,7	27,2
2004	204	12	-999	3250	250	0	3,7	1,4	257,3	109,5
2004	204	12	-999	3500	500	0	3,5	1,3	230,2	98,1
2004	204	12	-999	2750	0	0	3,3	1,3	242,8	103,1
2004	204	12	-999	3500	250	0	3,1	1,3	224,2	95,3
2004	204	12	-999	3750	500	0	3,0	1,2	210,6	89,6

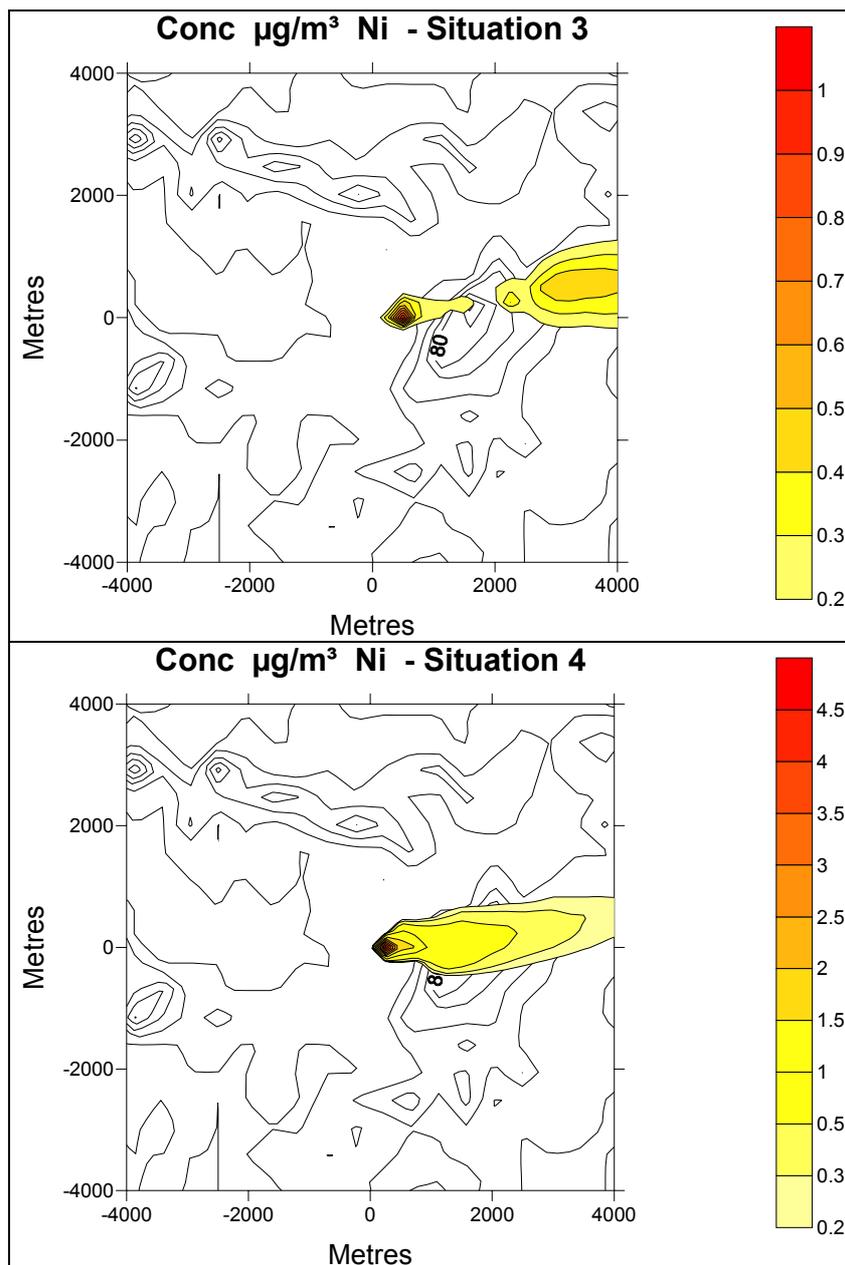
**Mise à jour de l'évaluation des risques sanitaires (ERS)  
liés aux activités de l'usine Société Le Nickel de  
Doniambo, Nouméa : prise en compte des périodes de  
recyclage d'huiles usagées dans la centrale thermique du  
site**

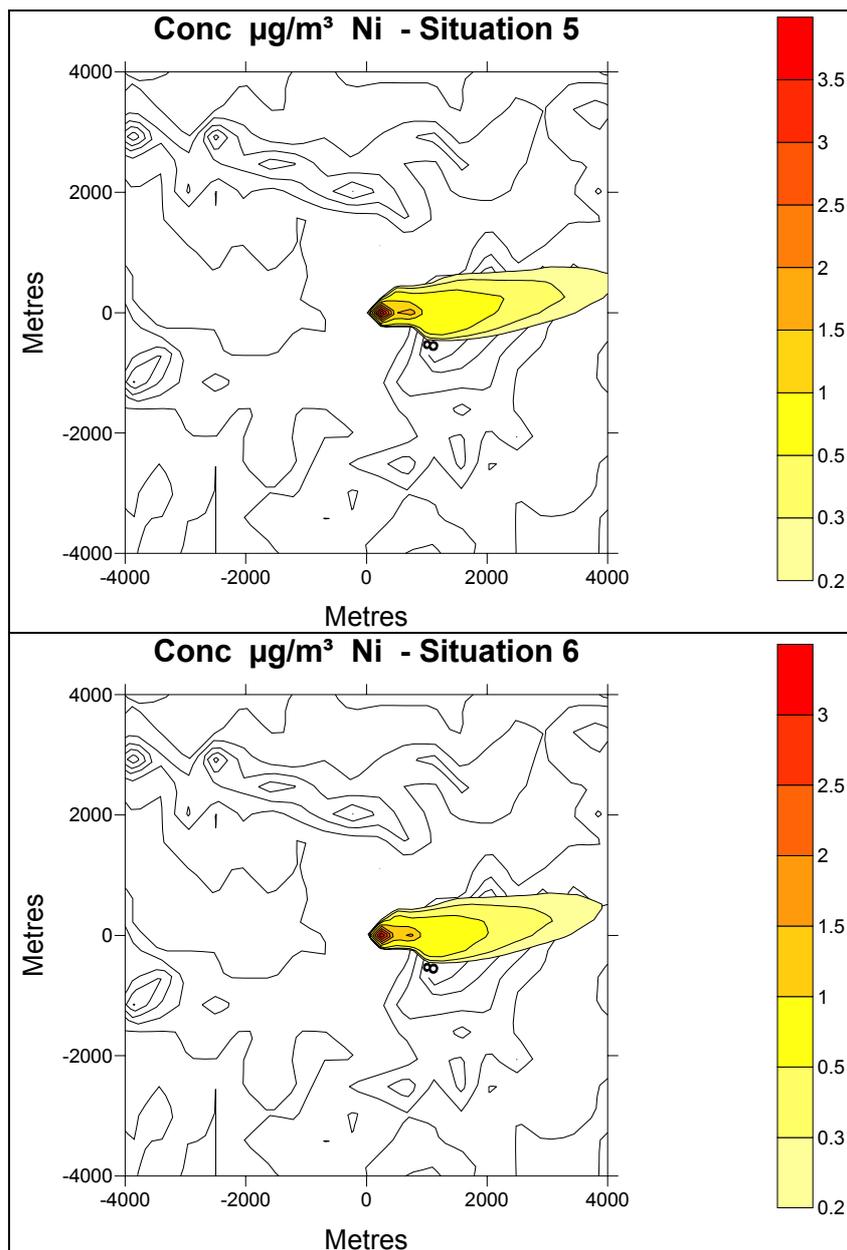
**ANNEXE 7**

**Cartographies de la dispersion atmosphérique des rejets  
dans les configurations météorologiques particulières**

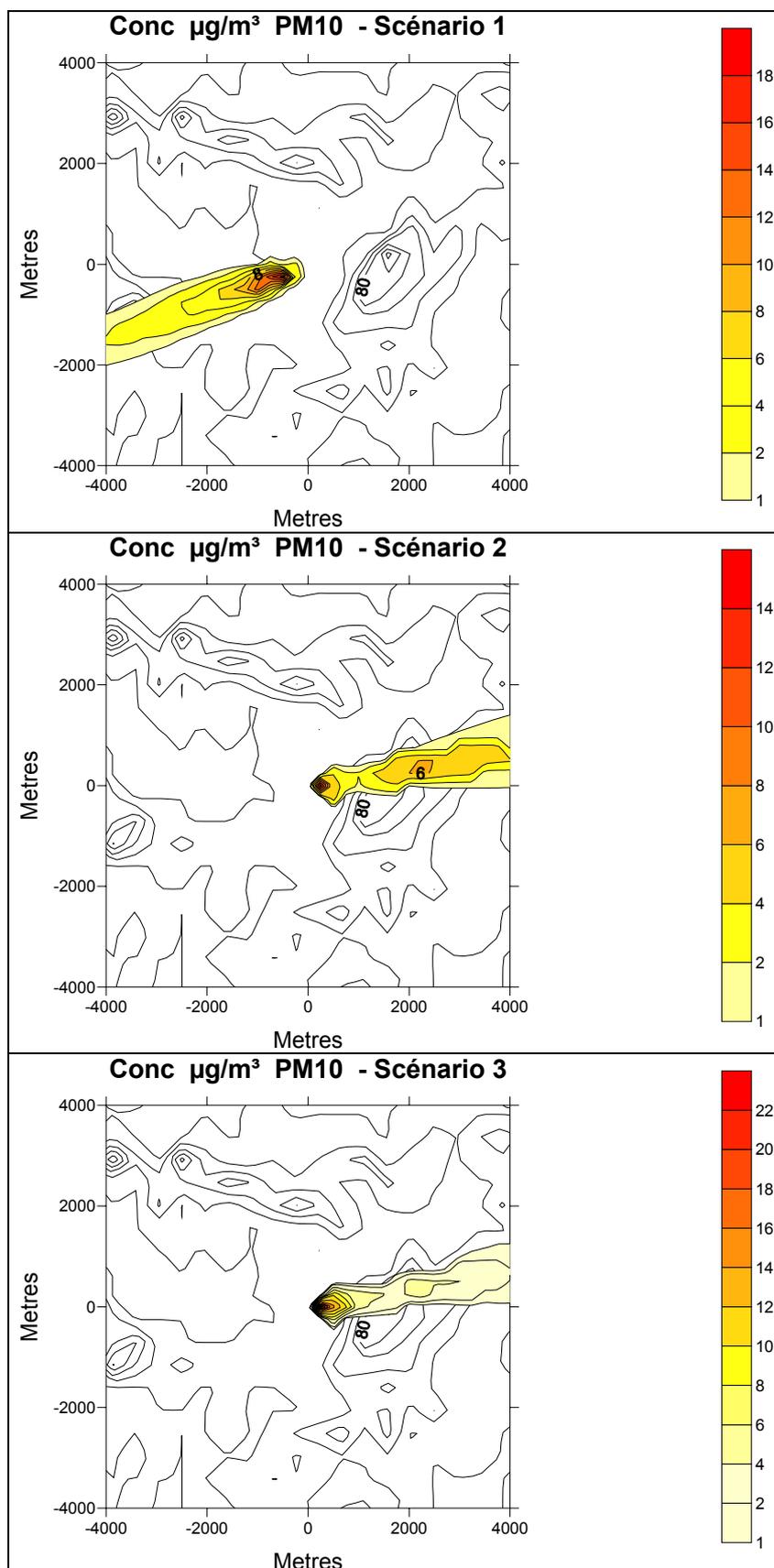
**Concentrations de nickel [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] calculées pour les six situations considérées  
Sans recyclage des huiles à la centrale**

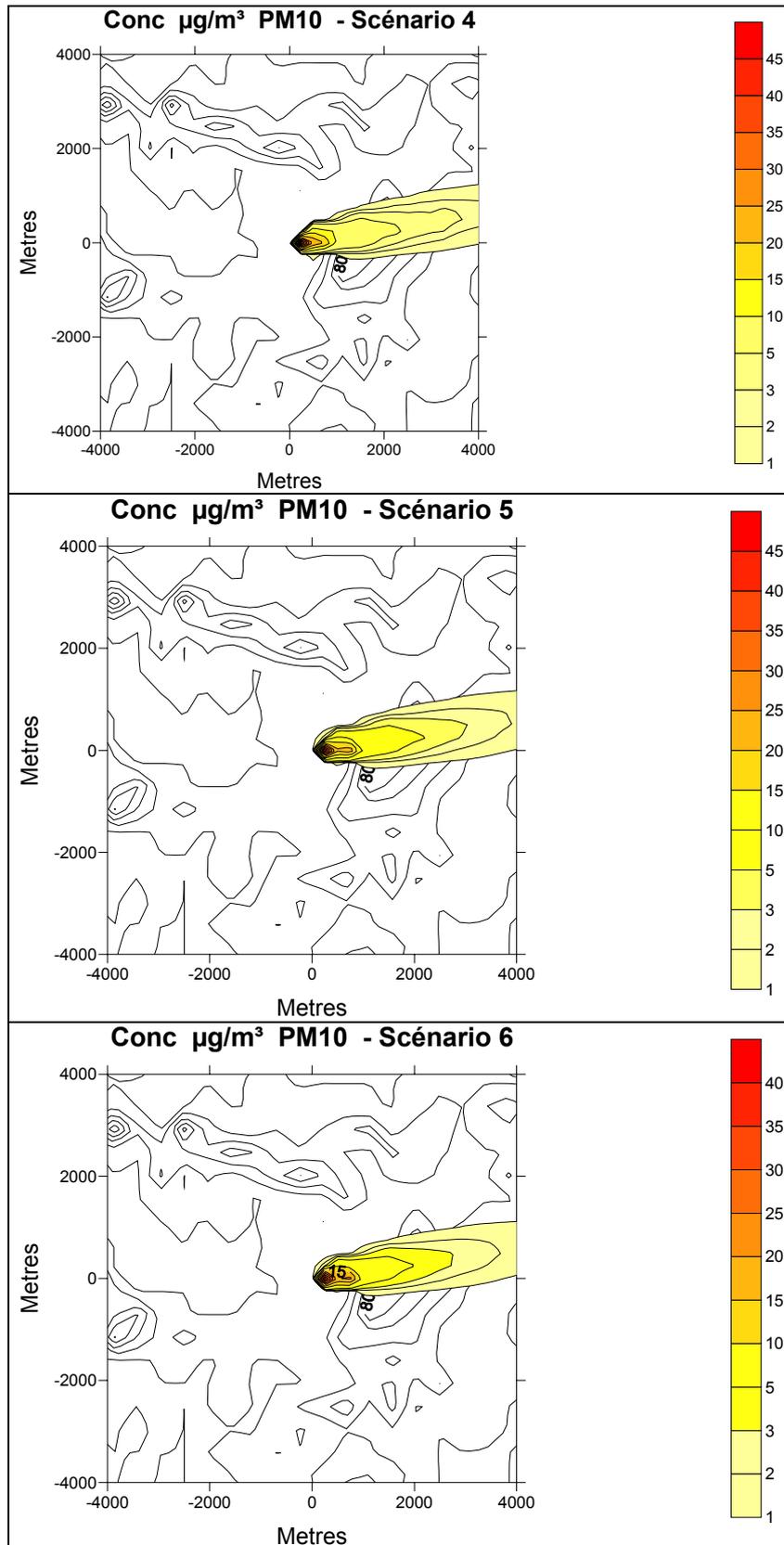






## Concentrations de PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] calculées pour les six situations considérées Sans recyclage des huiles à la centrale





**Mise à jour de l'évaluation des risques sanitaires (ERS) liés aux activités de l'usine Société Le Nickel de Doniambo, Nouméa : prise en compte des périodes de recyclage d'huiles usagées dans la centrale thermique du site**

**ANNEXE 8**

**Feuilles de calcul pour l'évaluation des risques sanitaires liés à l'ingestion**

Nota : Seules les feuilles de calcul pour le **scénario « Ducos »** sont jointes.

# ANNEXE 8 : Evaluation des risques sanitaires par ingestion

Dépôt ADMS3 (µg/m²/s) : 6,70E-06 8,40E-06

Concentration dans le sol		Sans recyclage	Avec recyclage
dépôt moyen (µg/m²/j)	6,11E-01	285 jours/an	80 jours/an
j/an	365		
durée de fontionnement (Tf)	30 années		
dépôt tot sur Tf	6,69E+03 µg/m²		
dépôt annuel	2,23E+02 µg/m²/an		
densité du sol	1,3 kg/dm3		
Csol-legume (dans 20 cm)	2,57E+01 µg/kg		
Csol-jeu (dans 1 cm)	5,15E+02 µg/kg		

Antimoine

Données d'entrée concernant :

- installation
- substance
- cible

## Concentration dans les végétaux

unité	légume feuille	légume fruit - fruit	légume racine	herbe	grain
Taux de matière sèche	0,086	0,063	0,2	0,2	0,882
Conc. due dépôt sur végét.					
dépôt annuel	2,23E+02 µg/m²/an	2,23E+02	2,23E+02	2,23E+02	2,23E+02
Rp, fraction interceptée	0,215	0,996	sans objet	0,5	sans objet
Kp, coeff de perte	18 années-1	18	sans objet	18	sans objet
Tp, durée de culture	0,164 années	0,164	sans objet	0,12	sans objet
Yp, rendement de prod	0,246 kg MS/m²	10,52	sans objet	0,24	sans objet
Cveg-dépôt (MS)	1,03E+01 µg/kg MS	1,11E+00	sans objet	2,28E+01	sans objet
Cveg-dépôt (MF)	8,83E-01 µg/kg MF	7,00E-02	sans objet		
Conc. dans veget. due sol					
BCF frais	1,00E-05	4,80E-06	5,00E-05	1,00E-02	1,00E-02
Cveg-sol (MF)	2,57E-04 µg/kg MF	1,24E-04	1,29E-03	2,57E-01	2,57E-01
Cveg-sol (MS)				1,29E+00	2,92E-01
Concentration totale					
Cveg-tot (MF)	8,83E-01 µg/kg MF	7,02E-02	1,29E-03		
Cveg-tot (MS)				2,41E+01	2,92E-01

## Concentration dans les produits animaux

### Concentration dans le lait animal

unité	herbe	sol	eau
Qpi	16 kg MS/j ou L/j	0,64	20
Blait	1,00E-04 j/L		
Clait	3,86E-02 µg/L		

### Concentration dans les œufs

unité	grain	sol	eau
Qpi	0,1764 kg MS/j ou L/j	0,02	0,2
Bœuf	9,20E-04 j/kg		
Cœuf	9,52E-03 µg/kg		

### Concentration dans la viande de bœuf

unité	herbe	sol	eau
Qpi	12 kg MS/j ou L/j	0,5	20
Bbœuf	1,00E-03 j/kg viande fraîche		
Cbœuf	2,89E-01 µg/kg		

### Concentration dans la viande de mouton

unité	herbe	sol	eau
Qpi	1,6 kg MS/j ou L/j	0,37	4
Bmouton	1,00E-02 j/kg viande fraîche		
Cmouton	3,86E-01 µg/kg		

### Concentration dans la viande de porc

unité	grain	sol	eau
Qpi	2,205 kg MS/j ou L/j	0,37	10
Bporc	9,20E-04 j/kg viande fraîche		
Cporc	5,92E-04 µg/kg		

### Concentration dans la viande de volaille

unité	grain	sol	eau
Qpi	0,1764 kg MS/j ou L/j	0,02	0,2
Bvolaille	9,20E-04 j/kg viande fraîche		
Cvolaille	9,52E-03 µg/kg		

## Concentration dans les eaux de la Grande Rade

0,00E+00 µg/L

### Concentration dans le poisson

BCF poisson	
C poisson µg/kg	0,00E+00

## Concentration dans les eaux souterraines

0,00E+00 µg/L

## Doses journalières d'exposition

	unité	Enfant	Adulte
Q sol	mg/j	150	50
<b>DJE sol</b>	µg/kg/j	<b>5,68E-03</b>	<b>3,68E-04</b>
Q légumes feuilles	g/j	38	85
<b>DJE leg feuille</b>	µg/kg/j	<b>2,47E-03</b>	<b>1,07E-03</b>
Q légumes fruits et fruits	g/j	0	0
<b>DJE leg fruit</b>	µg/kg/j	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>
Q légumes racines (dont pom)	g/j	105	169
<b>DJE leg racine</b>	µg/kg/j	<b>9,93E-06</b>	<b>3,11E-06</b>
Q lait (L/j)	L/j	0	0
<b>DJE lait</b>	µg/kg/j	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>
Q oeuf	g/j	0	0
<b>DJE œuf</b>	µg/kg/j	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>
Q viande bœuf / veau / cheval	g/j	0	0
<b>DJE bœuf / veau / cheval</b>	µg/kg/j	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>
Q viande mouton	g/j	0	0
<b>DJE mouton</b>	µg/kg/j	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>
Q viande porc	g/j	0	0
<b>DJE porc</b>	µg/kg/j	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>
Q viande volaille	g/j	0	0
<b>DJE volaille</b>	µg/kg/j	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>
Q poisson	g/j	18	30
<b>DJE poisson</b>	µg/kg/j	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>
Q eau de boisson	L/j	0	0,0
<b>DJE eau de boisson</b>	µg/kg/j	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>
P (kg)	kg	13,6	70
F	sans unité	1	1
<b>DJE ingestion TOTALE</b>	µg/kg/j	<b>8,15E-03</b>	<b>1,44E-03</b>

## Contribution des voies d'exposition

	Enfant	Adulte
Sol	69,6	25,5
Légumes feuilles	30,3	74,3
Légumes fruits et fruits	0,0	0,0
Légumes racines	0,1	0,2
Lait	0,0	0,0
Œufs	0,0	0,0
Viande de bœuf / veau	0,0	0,0
Viande mouton	0,0	0,0
Viande porc	0,0	0,0
Viande volaille	0,0	0,0
Poisson	0,0	0,0
Eau de boisson	0,0	0,0
	100,0	100,0

## Risque

VTR à seuil	µg/kg/j	0,4	0,4
<b>IR</b>		<b>0,02</b>	<b>0,004</b>

**ANNEXE 8 : Evaluation des risques sanitaires par ingestion**

Dépôt ADMS3 (µg/m²/s) : **1,20E-05**      **7,80E-06**

Concentration dans le sol		Sans recyclage	Avec recyclage
dépôt moyen (µg/m²/j)	9,57E-01	285 jours/an	80 jours/an
j/an	365		
durée de fontionnement(Tf)	30 années		
dépôt tot sur Tf	1,05E+04 µg/m²		
dépôt annuel	3,49E+02 µg/m²/an		
densité du sol	1,3 kg/dm3		
Csol-legume (dans 20 cm)	4,03E+01 µg/kg		
Csol-jeu (dans 1 cm)	8,06E+02 µg/kg		

**Arsenic**

Données d'entrée concernant :

- installation
- substance
- cible

Concentration dans les végétaux						
	unité	légume feuille	légume fruit - fruit	légume racine	herbe	grain
Taux de matière sèche		0,086	0,063	0,2	0,2	0,882
Conc. due dépôt sur végét.	unité					
dépôt annuel	µg/m²/an	3,49E+02	3,49E+02	3,49E+02	3,49E+02	3,49E+02
Rp, fraction interceptée		0,215	0,996	sans objet	0,5	sans objet
Kp, coeff de perte	années-1	18	18	sans objet	18	sans objet
Tp, durée de culture	années	0,164	0,164	sans objet	0,12	sans objet
Yp, rendement de prod	kg MS/m²	0,246	10,52	sans objet	0,24	sans objet
Cveg-dépôt (MS)	µg/kg MS	1,61E+01	1,74E+00	sans objet	3,58E+01	sans objet
Cveg-dépôt (MF)	µg/kg MF	1,38E+00	1,10E-01	sans objet		
Conc. dans veget. due sol	unité					
BCF frais		8,00E-02	5,00E-01	8,00E-02	5,00E-01	8,00E-02
Cveg-sol (MF)	µg/kg MF	3,23E+00	2,02E+01	3,23E+00	2,02E+01	3,23E+00
Cveg-sol (MS)	µg/kg MS				1,01E+02	3,66E+00
Concentration totale	unité					
Cveg-tot (MF)	µg/kg MF	4,61E+00	2,03E+01	3,23E+00		
Cveg-tot (MS)	µg/kg MS				1,37E+02	3,66E+00

Concentration dans les produits animaux			
Concentration dans le lait animal			
	unité	herbe	sol
Qpi	kg MS/j ou L/j	16	0,64
Blait	j/L	6,00E-03	
Clait	µg/L	1,31E+01	

Concentration dans les œufs			
	unité	grain	sol
Qpi	kg MS/j ou L/j	0,1764	0,02
Bœuf	j/kg	2,00E-02	
Cœuf	µg/kg	3,35E-01	

Concentration dans la viande de bœuf			
	unité	herbe	sol
Qpi	kg MS/j ou L/j	12	0,5
Bbœuf	j/kg viande fraîche	2,00E-02	
Cbœuf	µg/kg	3,28E+01	

Concentration dans la viande de mouton			
	unité	herbe	sol
Qpi	kg MS/j ou L/j	1,6	0,37
Bmouton	j/kg viande fraîche	2,00E-02	
Cmouton	µg/kg	4,37E+00	

Concentration dans la viande de porc			
	unité	grain	sol
Qpi	kg MS/j ou L/j	2,205	0,37
Bporc	j/kg viande fraîche	2,00E-02	
Cporc	µg/kg	1,61E-01	

Concentration dans la viande de volaille			
	unité	grain	sol
Qpi	kg MS/j ou L/j	0,1764	0,02
Bvolaille	j/kg viande fraîche	2,00E-02	
Cvolaille	µg/kg	3,35E-01	

**Concentration dans les eaux de la Grande Rade**

0,00E+00 µg/L

**Concentration dans le poisson**

BCF poisson	
C poisson	0,00E+00 µg/kg

**Concentration dans les eaux souterraines**

0,00E+00 µg/L

**Doses journalières d'exposition**

	unité	Enfant	Adulte
Q sol	mg/j	150	50
DJE sol	µg/kg/j	8,89E-03	5,76E-04
Q légumes feuilles	g/j	38	85
DJE leg feuille	µg/kg/j	1,29E-02	5,60E-03
Q légumes fruits et fruits	g/j	0	0
DJE leg fruit	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q légumes racines (dont pom)	g/j	105	169
DJE leg racine	µg/kg/j	2,49E-02	7,79E-03
Q lait (L/j)	L/j	0	0
DJE lait	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q oeuf	g/j	0	0
DJE œuf	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande bœuf / veau / cheval	g/j	0	0
DJE bœuf / veau / cheval	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande mouton	g/j	0	0
DJE mouton	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande porc	g/j	0	0
DJE porc	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande volaille	g/j	0	0
DJE volaille	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q poisson	g/j	18	30
DJE poisson	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q eau de boisson	L/j	0	0,0
DJE eau de boisson	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
P (kg)	kg	13,6	70
F	sans unité	1	1
DJE ingestion TOTALE	µg/kg/j	4,67E-02	1,40E-02

**Contribution des voies d'exposition**

	Enfant	Adulte
Sol	19,1	4,1
Légumes feuilles	27,6	40,1
Légumes fruits et fruits	0,0	0,0
Légumes racines	53,4	55,8
Lait	0,0	0,0
Œufs	0,0	0,0
Viande de bœuf / veau	0,0	0,0
Viande mouton	0,0	0,0
Viande porc	0,0	0,0
Viande volaille	0,0	0,0
Poisson	0,0	0,0
Eau de boisson	0,0	0,0
	100,0	100,0

Risque						
VTR à seuil	µg/kg/j	0,3		0,3	sans seuil (µg/kg/j) <sup>-1</sup>	1,50E-03
IR		0,16		0,05	ERI	1,3E-05

**ANNEXE 8 : Evaluation des risques sanitaires par ingestion**

Dépôt ADMS3 (µg/m²/s) : **2,20E-06**      **6,30E-07**

**Concentration dans le sol**

	Unité	
dépôt moyen (µg/m²/j)	µg/m²/j	1,60E-01
j/an	j/an	365
durée de fontionnement(Tf)	années	30
dépôt tot sur Tf	µg/m²	1,76E+03
dépôt annuel	µg/m²/an	5,85E+01
densité du sol	kg/dm3	1,3
Csol-legume (dans 20 cm)	µg/kg	6,75E+00
Csol-jeu (dans 1 cm)	µg/kg	1,35E+02

Sans recyclage      Avec recyclage  
**285**      **80**  
 jours/an      jours/an

**Cadmium**

Données d'entrée concernant :

- installation
- substance
- cible

**Concentration dans les végétaux**

	unité	légume feuille	légume fruit - fruit	légume racine	herbe	grain
Taux de matière sèche		0,086	0,063	0,2	0,2	0,882
Conc. due dépôt sur végét.	unité					
dépôt annuel	µg/m²/an	5,85E+01	5,85E+01	5,85E+01	5,85E+01	5,85E+01
Rp, fraction interceptée		0,215	0,996	sans objet	0,5	sans objet
Kp, coeff de perte	années-1	18	18	sans objet	18	sans objet
Tp, durée de culture	années	0,164	0,164	sans objet	0,12	sans objet
Yp, rendement de prod	kg MS/m²	0,246	10,52	sans objet	0,24	sans objet
Cveg-dépôt (MS)	µg/kg MS	2,69E+00	2,92E-01	sans objet	5,99E+00	sans objet
Cveg-dépôt (MF)	µg/kg MF	2,32E-01	1,84E-02	sans objet		
Conc. dans veget. due sol	unité					
BCF frais		3,00E-01	3,00E-01	3,00E-01	3,00E-01	3,00E-01
Cveg-sol (MF)	µg/kg MF	2,03E+00	2,03E+00	2,03E+00	2,03E+00	2,03E+00
Cveg-sol (MS)	µg/kg MS				1,01E+01	2,30E+00
Concentration totale	unité					
Cveg-tot (MF)	µg/kg MF	2,26E+00	2,04E+00	2,03E+00		
Cveg-tot (MS)	µg/kg MS				1,61E+01	2,30E+00

**Concentration dans les produits animaux**

**Concentration dans le lait animal**

	unité	herbe	sol	eau
Qpi	kg MS/j ou L/j	16	0,64	20
Blait	j/L	1,00E-03		
Clait	µg/L	2,58E-01		

**Concentration dans les œufs**

	unité	grain	sol	eau
Qpi	kg MS/j ou L/j	0,1764	0,02	0,2
Bœuf	j/kg	2,00E-02		
Cœuf	µg/kg	6,21E-02		

**Concentration dans la viande de bœuf**

	unité	herbe	sol	eau
Qpi	kg MS/j ou L/j	12	0,5	20
Bbœuf	j/kg viande fraîche	1,60E-02		
Cbœuf	µg/kg	3,10E+00		

**Concentration dans la viande de mouton**

	unité	herbe	sol	eau
Qpi	kg MS/j ou L/j	1,6	0,37	4
Bmouton	j/kg viande fraîche	1,60E-02		
Cmouton	µg/kg	4,13E-01		

**Concentration dans la viande de porc**

	unité	grain	sol	eau
Qpi	kg MS/j ou L/j	2,205	0,37	10
Bporc	j/kg viande fraîche	1,60E-02		
Cporc	µg/kg	8,10E-02		

**Concentration dans la viande de volaille**

	unité	grain	sol	eau
Qpi	kg MS/j ou L/j	0,1764	0,02	0,2
Bvolaille	j/kg viande fraîche	1,60E-02		
Cvolaille	µg/kg	4,97E-02		

**Concentration dans les eaux de la Grande Rade**

0,00E+00 µg/L

**Concentration dans le poisson**

BCF poisson		
C poisson	µg/kg	0,00E+00

**Concentration dans les eaux souterraines**

0,00E+00 µg/L

**Doses journalières d'exposition**

	unité	Enfant	Adulte
Q sol	mg/j	150	50
DJE sol	µg/kg/j	1,49E-03	9,65E-05
Q légumes feuilles	g/j	38	85
DJE leg feuille	µg/kg/j	6,31E-03	2,74E-03
Q légumes fruits et fruits	g/j	0	0
DJE leg fruit	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q légumes racines (dont pom)	g/j	105	169
DJE leg racine	µg/kg/j	1,56E-02	4,89E-03
Q lait (L/j)	L/j	0	0
DJE lait	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q oeuf	g/j	0	0
DJE œuf	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande bœuf / veau / cheval	g/j	0	0
DJE bœuf / veau / cheval	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande mouton	g/j	0	0
DJE mouton	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande porc	g/j	0	0
DJE porc	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande volaille	g/j	0	0
DJE volaille	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q poisson	g/j	18	30
DJE poisson	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q eau de boisson	L/j	0	0,0
DJE eau de boisson	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
P (kg)	kg	13,6	70
F	sans unité	1	1
DJE ingestion TOTALE	µg/kg/j	2,34E-02	7,73E-03

**Contribution des voies d'exposition**

	Enfant	Adulte
Sol	6,4	1,2
Légumes feuilles	26,9	35,5
Légumes fruits et fruits	0,0	0,0
Légumes racines	66,7	63,3
Lait	0,0	0,0
Œufs	0,0	0,0
Viande de bœuf / veau	0,0	0,0
Viande mouton	0,0	0,0
Viande porc	0,0	0,0
Viande volaille	0,0	0,0
Poisson	0,0	0,0
Eau de boisson	0,0	0,0
	100,0	100,0

**Risque**

VTR à seuil	µg/kg/j	1	1
IR		0,023	0,008

**ANNEXE 8 : Evaluation des risques sanitaires par ingestion**

Dépôt ADMS3 (µg/m²/s) : **1,60E-05**      **5,70E-06**

**Concentration dans le sol**

	Unité	
dépôt moyen (µg/m²/j)	µg/m²/j	1,19E+00
j/an	j/an	365
durée de fontionnement(Tf)	années	30
dépôt tot sur Tf	µg/m²	1,30E+04
dépôt annuel	µg/m²/an	4,33E+02
densité du sol	kg/dm3	1,3
Csol-legume (dans 20 cm)	µg/kg	5,00E+01
Csol-jeu (dans 1 cm)	µg/kg	1,00E+03

Sans recyclage      Avec recyclage  
**285**      **80**  
 jours/an      jours/an

**Chrome VI**

Données d'entrée concernant :

- installation
- substance
- cible

**Concentration dans les végétaux**

	unité	légume feuille	légume fruit - fruit	légume racine	herbe	grain
Taux de matière sèche		0,086	0,063	0,2	0,2	0,882
Conc. due dépôt sur végét.	unité					
dépôt annuel	µg/m²/an	4,33E+02	4,33E+02	4,33E+02	4,33E+02	4,33E+02
Rp, fraction interceptée		0,215	0,996	sans objet	0,5	sans objet
Kp, coeff de perte	années-1	18	18	sans objet	18	sans objet
Tp, durée de culture	années	0,164	0,164	sans objet	0,12	sans objet
Yp, rendement de prod	kg MS/m²	0,246	10,52	sans objet	0,24	sans objet
Cveg-dépôt (MS)	µg/kg MS	1,99E+01	2,16E+00	sans objet	4,44E+01	sans objet
Cveg-dépôt (MF)	µg/kg MF	1,72E+00	1,36E-01	sans objet		
Conc. dans veget. due sol	unité					
BCF frais		1,20E-02	1,00E-02	1,00E-02	1,00E-02	1,00E-02
Cveg-sol (MF)	µg/kg MF	6,00E-01	5,00E-01	5,00E-01	5,00E-01	5,00E-01
Cveg-sol (MS)	µg/kg MS				2,50E+00	5,67E-01
Concentration totale	unité					
Cveg-tot (MF)	µg/kg MF	2,32E+00	6,36E-01	5,00E-01		
Cveg-tot (MS)	µg/kg MS				4,69E+01	5,67E-01

**Concentration dans les produits animaux**

**Concentration dans le lait animal**

	unité	herbe	sol	eau
Qpi	kg MS/j ou L/j	16	0,64	20
Blait	j/L	2,00E-03		
Clait	µg/L	1,50E+00		

**Concentration dans les œufs**

	unité	grain	sol	eau
Qpi	kg MS/j ou L/j	0,1764	0,02	0,2
Bœuf	j/kg	3,00E-02		
Cœuf	µg/kg	6,03E-01		

**Concentration dans la viande de bœuf**

	unité	herbe	sol	eau
Qpi	kg MS/j ou L/j	12	0,5	20
Bbœuf	j/kg viande fraîche	3,00E-02		
Cbœuf	µg/kg	1,69E+01		

**Concentration dans la viande de mouton**

	unité	herbe	sol	eau
Qpi	kg MS/j ou L/j	1,6	0,37	4
Bmouton	j/kg viande fraîche	5,00E-02		
Cmouton	µg/kg	3,75E+00		

**Concentration dans la viande de porc**

	unité	grain	sol	eau
Qpi	kg MS/j ou L/j	2,205	0,37	10
Bporc	j/kg viande fraîche	3,00E-02		
Cporc	µg/kg	3,75E-02		

**Concentration dans la viande de volaille**

	unité	grain	sol	eau
Qpi	kg MS/j ou L/j	0,1764	0,02	0,2
Bvolaille	j/kg viande fraîche	3,00E-02		
Cvolaille	µg/kg	6,03E-01		

**Concentration dans les eaux de la Grande Rade**

0,00E+00 µg/L

**Concentration dans le poisson**

BCF poisson		
C poisson	µg/kg	0,00E+00

**Concentration dans les eaux souterraines**

0,00E+00 µg/L

**Doses journalières d'exposition**

	unité	Enfant	Adulte
Q sol	mg/j	150	50
<b>DJE sol</b>	µg/kg/j	1,10E-02	7,14E-04
Q légumes feuilles	g/j	38	85
<b>DJE leg feuille</b>	µg/kg/j	6,47E-03	2,81E-03
Q légumes fruits et fruits	g/j	0	0
<b>DJE leg fruit</b>	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q légumes racines (dont pom)	g/j	105	169
<b>DJE leg racine</b>	µg/kg/j	3,86E-03	1,21E-03
Q lait (L/j)	L/j	0	0
<b>DJE lait</b>	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q œuf	g/j	0	0
<b>DJE œuf</b>	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande bœuf / veau / cheval	g/j	0	0
<b>DJE bœuf / veau / cheval</b>	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande mouton	g/j	0	0
<b>DJE mouton</b>	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande porc	g/j	0	0
<b>DJE porc</b>	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande volaille	g/j	0	0
<b>DJE volaille</b>	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q poisson	g/j	18	30
<b>DJE poisson</b>	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q eau de boisson	L/j	0	0,0
<b>DJE eau de boisson</b>	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
P (kg)	kg	13,6	70
F	sans unité	1	1
<b>DJE ingestion TOTALE</b>	µg/kg/j	2,14E-02	4,73E-03

**Contribution des voies d'exposition**

	Enfant	Adulte
Sol	51,6	15,1
Légumes feuilles	30,3	59,4
Légumes fruits et fruits	0,0	0,0
Légumes racines	18,1	25,5
Lait	0,0	0,0
Œufs	0,0	0,0
Viande de bœuf / veau	0,0	0,0
Viande mouton	0,0	0,0
Viande porc	0,0	0,0
Viande volaille	0,0	0,0
Poisson	0,0	0,0
Eau de boisson	0,0	0,0
	100,0	100,0

**Risque**

VTR à seuil	µg/kg/j	3	3	sans seuil	(µg/kg/j) <sup>-1</sup>	4,20E-04
IR		0,007	0,002	ERI		1,5E-06

# ANNEXE 8 : Evaluation des risques sanitaires par ingestion

Dépôt ADMS3 (µg/m²/s) : 4,10E-05 5,00E-05

Concentration dans le sol		Sans recyclage	Avec recyclage
dépôt moyen (µg/m²/j)	3,71E+00	285 jours/an	80 jours/an
j/an	365		
durée de fontionnement(Tf)	30 années		
dépôt tot sur Tf	4,07E+04 µg/m²		
dépôt annuel	1,36E+03 µg/m²/an		
densité du sol	1,3 kg/dm3		
Csol-legume (dans 20 cm)	1,56E+02 µg/kg		
Csol-jeu (dans 1 cm)	3,13E+03 µg/kg		

**Cobalt**

Données d'entrée concernant :

installation
substance
cible

## Concentration dans les végétaux

unité	légume feuille	légume fruit - fruit	légume racine	herbe	grain
Taux de matière sèche	0,086	0,063	0,2	0,2	0,882
Conc. due dépôt sur végét.					
dépôt annuel	1,36E+03 µg/m²/an	1,36E+03	1,36E+03	1,36E+03	1,36E+03
Rp, fraction interceptée	0,215	0,996	sans objet	0,5	sans objet
Kp, coeff de perte	18 années-1	18	sans objet	18	sans objet
Tp, durée de culture	0,164 années	0,164	sans objet	0,12	sans objet
Yp, rendement de prod	0,246 kg MS/m²	10,52	sans objet	0,24	sans objet
Cveg-dépôt (MS)	6,24E+01 µg/kg MS	6,76E+00	sans objet	1,39E+02	sans objet
Cveg-dépôt (MF)	5,36E+00 µg/kg MF	4,26E-01	sans objet		
Conc. dans veget. due sol					
BCF frais	1,70E-02	7,50E-03	1,30E-02	2,20E-04	3,20E-03
Cveg-sol (MF)	2,66E+00 µg/kg MF	1,17E+00	2,03E+00	3,44E-02	5,00E-01
Cveg-sol (MS)				1,72E-01	5,67E-01
Concentration totale					
Cveg-tot (MF)	8,02E+00 µg/kg MF	1,60E+00	2,03E+00		
Cveg-tot (MS)				1,39E+02	5,67E-01

## Concentration dans les produits animaux

### Concentration dans le lait animal

unité	herbe	sol	eau
Qpi	16 kg MS/j ou L/j	0,64	20
Blait	2,00E-03 j/L		
Clait	4,45E+00 µg/L		

### Concentration dans les œufs

unité	grain	sol	eau
Qpi	0,1764 kg MS/j ou L/j	0,02	0,2
Bœuf	1,00E-03 j/kg		
Cœuf	6,27E-02 µg/kg		

### Concentration dans la viande de bœuf

unité	herbe	sol	eau
Qpi	12 kg MS/j ou L/j	0,5	20
Bbœuf	1,00E-03 j/kg viande fraîche		
Cbœuf	1,67E+00 µg/kg		

### Concentration dans la viande de mouton

unité	herbe	sol	eau
Qpi	1,6 kg MS/j ou L/j	0,37	4
Bmouton	1,00E-02 j/kg viande fraîche		
Cmouton	2,23E+00 µg/kg		

### Concentration dans la viande de porc

unité	grain	sol	eau
Qpi	2,205 kg MS/j ou L/j	0,37	10
Bporc	2,00E-01 j/kg viande fraîche		
Cporc	6,90E-01 µg/kg		

### Concentration dans la viande de volaille

unité	grain	sol	eau
Qpi	0,1764 kg MS/j ou L/j	0,02	0,2
Bvolaille	1,00E-03 j/kg viande fraîche		
Cvolaille	6,27E-02 µg/kg		

## Concentration dans les eaux de la Grande Rade

0,22 µg/L

### Concentration dans le poisson

BCF poisson	50
C poisson µg/kg	1,10E+01

## Concentration dans les eaux souterraines

0,00E+00 µg/L

## Doses journalières d'exposition

	unité	Enfant	Adulte
Q sol	mg/j	150	50
DJE sol	µg/kg/j	3,45E-02	2,23E-03
Q légumes feuilles	g/j	38	85
DJE leg feuille	µg/kg/j	2,24E-02	9,74E-03
Q légumes fruits et fruits	g/j	0	0
DJE leg fruit	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q légumes racines (dont pom)	g/j	105	169
DJE leg racine	µg/kg/j	1,57E-02	4,91E-03
Q lait (L/j)	L/j	0	0
DJE lait	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q oeuf	g/j	0	0
DJE œuf	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande bœuf / veau / cheval	g/j	0	0
DJE bœuf / veau / cheval	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande mouton	g/j	0	0
DJE mouton	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande porc	g/j	0	0
DJE porc	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande volaille	g/j	0	0
DJE volaille	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q poisson	g/j	18	30
DJE poisson	µg/kg/j	1,46E-02	4,71E-03
Q eau de boisson	L/j	0	0,0
DJE eau de boisson	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
P (kg)	kg	13,6	70
F	sans unité	1	1
DJE ingestion TOTALE	µg/kg/j	8,72E-02	2,16E-02

### Contribution des voies d'exposition

	Enfant	Adulte
Sol	39,6	10,3
Légumes feuilles	25,7	45,1
Légumes fruits et fruits	0,0	0,0
Légumes racines	18,0	22,7
Lait	0,0	0,0
Œufs	0,0	0,0
Viande de bœuf / veau	0,0	0,0
Viande mouton	0,0	0,0
Viande porc	0,0	0,0
Viande volaille	0,0	0,0
Poisson	16,7	21,8
Eau de boisson	0,0	0,0
	100,0	100,0

## Risque

VTR à seuil	µg/kg/j	1,4	1,4
IR		0,06	0,02

# ANNEXE 8 : Evaluation des risques sanitaires par ingestion

Dépôt ADMS3 (µg/m²/s) : 1,80E-04 1,70E-04

Concentration dans le sol		Sans recyclage		Avec recyclage	
	Unité	285	80	285	80
		jours/an		jours/an	
dépôt moyen (µg/m²/j)	µg/m²/j	1,54E+01			
j/an	j/an	365			
durée de fontionnement(Tf)	années	30			
dépôt tot sur Tf	µg/m²	1,68E+05			
dépôt annuel	µg/m²/an	5,61E+03			
densité du sol	kg/dm3	1,3			
Csol-legume (dans 20 cm)	µg/kg	6,47E+02			
Csol-jeu (dans 1 cm)	µg/kg	1,29E+04			

Manganèse

Données d'entrée concernant :

- installation
- substance
- cible

## Concentration dans les végétaux

	unité	légume feuille	légume fruit - fruit	légume racine	herbe	grain
Taux de matière sèche		0,086	0,063	0,2	0,2	0,882
Conc. due dépôt sur végét.	unité					
dépôt annuel	µg/m²/an	5,61E+03	5,61E+03	5,61E+03	5,61E+03	5,61E+03
Rp, fraction interceptée		0,215	0,996	sans objet	0,5	sans objet
Kp, coeff de perte	années-1	18	18	sans objet	18	sans objet
Tp, durée de culture	années	0,164	0,164	sans objet	0,12	sans objet
Yp, rendement de prod	kg MS/m²	0,246	10,52	sans objet	0,24	sans objet
Cveg-dépôt (MS)	µg/kg MS	2,58E+02	2,80E+01	sans objet	5,74E+02	sans objet
Cveg-dépôt (MF)	µg/kg MF	2,22E+01	1,76E+00	sans objet		
Conc. dans veget. due sol	unité					
BCF frais		4,10E-02	4,80E-02	1,50E-02	4,90E-01	2,60E-01
Cveg-sol (MF)	µg/kg MF	2,65E+01	3,11E+01	9,71E+00	3,17E+02	1,68E+02
Cveg-sol (MS)	µg/kg MS				1,59E+03	1,91E+02
Concentration totale	unité					
Cveg-tot (MF)	µg/kg MF	4,87E+01	3,28E+01	9,71E+00		
Cveg-tot (MS)	µg/kg MS				2,16E+03	1,91E+02

## Concentration dans les produits animaux

### Concentration dans le lait animal

	unité	herbe	sol	eau
Qpi	kg MS/j ou L/j	16	0,64	20
Blait	j/L	1,00E-04		
Clait	µg/L	3,46E+00		

### Concentration dans les œufs

	unité	grain	sol	eau
Qpi	kg MS/j ou L/j	0,1764	0,02	0,2
Bœuf	j/kg	7,00E-02		
Cœuf	µg/kg	2,05E+01		

### Concentration dans la viande de bœuf

	unité	herbe	sol	eau
Qpi	kg MS/j ou L/j	12	0,5	20
Bbœuf	j/kg viande fraîche	5,00E-04		
Cbœuf	µg/kg	1,30E+01		

### Concentration dans la viande de mouton

	unité	herbe	sol	eau
Qpi	kg MS/j ou L/j	1,6	0,37	4
Bmouton	j/kg viande fraîche	5,00E-02		
Cmouton	µg/kg	1,73E+02		

### Concentration dans la viande de porc

	unité	grain	sol	eau
Qpi	kg MS/j ou L/j	2,205	0,37	10
Bporc	j/kg viande fraîche	4,00E-03		
Cporc	µg/kg	1,81E+00		

### Concentration dans la viande de volaille

	unité	grain	sol	eau
Qpi	kg MS/j ou L/j	0,1764	0,02	0,2
Bvolaille	j/kg viande fraîche	5,00E-02		
Cvolaille	µg/kg	1,47E+01		

## Concentration dans les eaux de la Grande Rade

3,2 µg/L

### Concentration dans le poisson

BCF poisson		483
C poisson	µg/kg	1,55E+03

## Concentration dans les eaux souterraines

0,00E+00 µg/L

## Doses journalières d'exposition

	unité	Enfant	Adulte
Q sol	mg/j	150	50
DJE sol	µg/kg/j	1,43E-01	9,24E-03
Q légumes feuilles	g/j	38	85
DJE leg feuille	µg/kg/j	1,36E-01	5,92E-02
Q légumes fruits et fruits	g/j	0	0
DJE leg fruit	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q légumes racines (dont pom)	g/j	105	169
DJE leg racine	µg/kg/j	7,49E-02	2,34E-02
Q lait (L/j)	L/j	0	0
DJE lait	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q oeuf	g/j	0	0
DJE œuf	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande bœuf / veau / cheval	g/j	0	0
DJE bœuf / veau / cheval	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande mouton	g/j	0	0
DJE mouton	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande porc	g/j	0	0
DJE porc	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande volaille	g/j	0	0
DJE volaille	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q poisson	g/j	18	30
DJE poisson	µg/kg/j	2,05E+00	6,62E-01
Q eau de boisson	L/j	0	0,0
DJE eau de boisson	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
P (kg)	kg	13,6	70
F	sans unité	1	1
DJE ingestion TOTALE	µg/kg/j	2,40E+00	7,54E-01

## Contribution des voies d'exposition

	Enfant	Adulte
Sol	5,9	1,2
Légumes feuilles	5,7	7,8
Légumes fruits et fruits	0,0	0,0
Légumes racines	3,1	3,1
Lait	0,0	0,0
Œufs	0,0	0,0
Viande de bœuf / veau	0,0	0,0
Viande mouton	0,0	0,0
Viande porc	0,0	0,0
Viande volaille	0,0	0,0
Poisson	85,3	87,8
Eau de boisson	0,0	0,0
	100,0	100,0

## Risque

VTR à seuil	µg/kg/j	140	140
IR		0,02	0,01

# ANNEXE 8 : Evaluation des risques sanitaires par ingestion

Dépôt ADMS3 (µg/m²/s) :		2,91E-03	2,91E-03
<b>Concentration dans le sol</b>		Sans recyclage	Avec recyclage
		285	80
		jours/an	jours/an
dépôt moyen (µg/m²/j)		2,51E+02	
j/an		365	
durée de fontionnement(Tf)		années	30
dépôt tot sur Tf		µg/m²	2,75E+06
dépôt annuel		µg/m²/an	9,18E+04
densité du sol		kg/dm3	1,3
Csol-legume (dans 20 cm)		µg/kg	1,06E+04
Csol-jeu (dans 1 cm)		µg/kg	2,12E+05

**Nickel**

Données d'entrée concernant :

installation
substance
cible

<b>Concentration dans les végétaux</b>						
Taux de matière sèche	unité	légume feuille	légume fruit - fruit	légume racine	herbe	grain
		0,086	0,063	0,2	0,2	0,882
Conc. due dépôt sur végét.	unité	légume feuille	légume fruit - fruit	légume racine	herbe	grain
dépôt annuel	µg/m²/an	9,18E+04	9,18E+04	9,18E+04	9,18E+04	9,18E+04
Rp, fraction interceptée		0,215	0,996	sans objet	0,5	sans objet
Kp, coeff de perte	années-1	18	18	sans objet	18	sans objet
Tp, durée de culture	années	0,164	0,164	sans objet	0,12	sans objet
Yp, rendement de prod	kg MS/m²	0,246	10,52	sans objet	0,24	sans objet
Cveg-dépôt (MS)	µg/kg MS	4,22E+03	4,57E+02	sans objet	9,40E+03	sans objet
Cveg-dépôt (MF)	µg/kg MF	3,63E+02	2,88E+01	sans objet		
Conc. dans veget. due sol	unité	légume feuille	légume fruit - fruit	légume racine	herbe	grain
BCF frais		1,00E-02	2,60E-02	1,00E-02	3,70E-02	2,60E-02
Cveg-sol (MF)	µg/kg MF	1,06E+02	2,75E+02	1,06E+02	3,92E+02	2,75E+02
Cveg-sol (MS)	µg/kg MS				1,96E+03	3,12E+02
Concentration totale	unité	légume feuille	légume fruit - fruit	légume racine	herbe	grain
Cveg-tot (MF)	µg/kg MF	4,69E+02	3,04E+02	1,06E+02		
Cveg-tot (MS)	µg/kg MS				1,14E+04	3,12E+02

## Concentration dans les produits animaux

<b>Concentration dans le lait animal</b>			
Opi	kg MS/l ou L/l	herbe	sol
		16	0,64
Blait	µg/L	1,00E-03	
Clait	µg/L	1,82E+03	

<b>Concentration dans les œufs</b>			
Opi	kg MS/l ou L/l	grain	sol
		0,1764	0,02
Bœuf	µg/kg	4,00E-01	
Cœuf	µg/kg	1,72E+03	

<b>Concentration dans la viande de bœuf</b>			
Opi	kg MS/l ou L/l	herbe	sol
		12	0,5
Bbœuf	µg/kg viande fraîche	5,00E-03	
Cbœuf	µg/kg	6,82E+02	

<b>Concentration dans la viande de mouton</b>			
Opi	kg MS/l ou L/l	herbe	sol
		1,6	0,37
Bmouton	µg/kg viande fraîche	5,00E-03	
Cmouton	µg/kg	9,10E+01	

<b>Concentration dans la viande de porc</b>			
Opi	kg MS/l ou L/l	grain	sol
		2,205	0,37
Bporc	µg/kg viande fraîche	2,00E-02	
Cporc	µg/kg	1,54E+01	

<b>Concentration dans la viande de volaille</b>			
Opi	kg MS/l ou L/l	grain	sol
		0,1764	0,02
Bvolaille	µg/kg viande fraîche	5,00E-03	
Cvolaille	µg/kg	2,15E+01	

## Concentration dans les eaux de la Grande Rade

8,3 µg/L

### Concentration dans le poisson

BCF poisson		100
C poisson	µg/kg	8,30E+02

## Concentration dans les eaux souterraines

0,00E+00 µg/L

## Doses journalières d'exposition

	unité	Enfant	Adulte
Q sol	mg/j	150	50
DJE sol	µg/kg/j	2,34E+00	1,51E-01
Q légumes feuilles	g/j	38	85
DJE leg feuille	µg/kg/j	1,31E+00	5,70E-01
Q légumes fruits et fruits	g/j	0	0
DJE leg fruit	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q légumes racines (dont pom)	g/j	105	169
DJE leg racine	µg/kg/j	8,18E-01	2,56E-01
Q lait (L/j)	L/j	0	0
DJE lait	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q oeuf	g/j	0	0
DJE œuf	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande bœuf / veau / cheval	g/j	0	0
DJE bœuf / veau / cheval	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande mouton	g/j	0	0
DJE mouton	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande porc	g/j	0	0
DJE porc	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande volaille	g/j	0	0
DJE volaille	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q poisson	g/j	18	30
DJE poisson	µg/kg/j	1,10E+00	3,56E-01
Q eau de boisson	L/j	0	0,0
DJE eau de boisson	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
P (kg)	kg	13,6	70
F	sans unité	1	1
DJE ingestion TOTALE	µg/kg/j	5,56E+00	1,33E+00

## Contribution des voies d'exposition

	Enfant	Adulte
Sol	42,0	11,4
Légumes feuilles	23,6	42,8
Légumes fruits et fruits	0,0	0,0
Légumes racines	14,7	19,2
Lait	0,0	0,0
Œufs	0,0	0,0
Viande de bœuf / veau	0,0	0,0
Viande mouton	0,0	0,0
Viande porc	0,0	0,0
Viande volaille	0,0	0,0
Poisson	19,7	26,7
Eau de boisson	0,0	0,0
	100,0	100,0

<b>Risque</b>			
VTR à seuil	µg/kg/j	20	20
IR		0,28	0,07

# ANNEXE 8 : Evaluation des risques sanitaires par ingestion

Dépôt ADMS3 (µg/m²/s) : **2,60E-03**      **2,70E-03**

Concentration dans le sol		Sans recyclage	Avec recyclage
dépôt moyen (µg/m²/j)	Unité	285 jours/an	80 jours/an
j/an	µg/m²/j		
durée de fontionnement(Tf)	années		
dépôt tot sur Tf	µg/m²		
dépôt annuel	µg/m²/an		
densité du sol	kg/dm3		
Csol-legume (dans 20 cm)	µg/kg		
Csol-jeu (dans 1 cm)	µg/kg		

**Vanadium**

Données d'entrée concernant :

- installation
- substance
- cible

## Concentration dans les végétaux

unité	légume feuille	légume fruit - fruit	légume racine	herbe	grain	
Taux de matière sèche	0,086	0,063	0,2	0,2	0,882	
Conc. due dépôt sur végét.	unité	légume feuille	légume fruit - fruit	légume racine	herbe	grain
dépôt annuel	µg/m²/an	8,27E+04	8,27E+04	8,27E+04	8,27E+04	8,27E+04
Rp, fraction interceptée	0,215	0,996	sans objet	0,5	sans objet	
Kp, coeff de perte	années-1	18	18	sans objet	18	sans objet
Tp, durée de culture	années	0,164	0,164	sans objet	0,12	sans objet
Yp, rendement de prod	kg MS/m²	0,246	10,52	sans objet	0,24	sans objet
Cveg-dépôt (MS)	µg/kg MS	3,81E+03	4,12E+02	sans objet	8,47E+03	sans objet
Cveg-dépôt (MF)	µg/kg MF	3,27E+02	2,60E+01	sans objet		
Conc. dans veget. due sol	unité	légume feuille	légume fruit - fruit	légume racine	herbe	grain
BCF frais		2,00E-03	2,00E-03	2,00E-03	2,00E-03	2,00E-03
Cveg-sol (MF)	µg/kg MF	1,91E+01	1,91E+01	1,91E+01	1,91E+01	1,91E+01
Cveg-sol (MS)	µg/kg MS				9,54E+01	2,16E+01
Concentration totale	unité	légume feuille	légume fruit - fruit	légume racine	herbe	grain
Cveg-tot (MF)	µg/kg MF	3,46E+02	4,50E+01	1,91E+01		
Cveg-tot (MS)	µg/kg MS				8,56E+03	2,16E+01

## Concentration dans les produits animaux

### Concentration dans le lait animal

unité	herbe	sol	eau	
Qpi	kg MS/j ou L/j	16	0,64	20
Blait	j/L	5,00E-04		
Clait	µg/L	6,85E+01		

### Concentration dans les œufs

unité	grain	sol	eau	
Qpi	kg MS/j ou L/j	0,1764	0,02	0,2
Bœuf	j/kg	1,00E-02		
Cœuf	µg/kg	3,82E+01		

### Concentration dans la viande de bœuf

unité	herbe	sol	eau	
Qpi	kg MS/j ou L/j	12	0,5	20
Bbœuf	j/kg viande fraîche	1,00E-02		
Cbœuf	µg/kg	1,03E+03		

### Concentration dans la viande de mouton

unité	herbe	sol	eau	
Qpi	kg MS/j ou L/j	1,6	0,37	4
Bmouton	j/kg viande fraîche	1,00E-02		
Cmouton	µg/kg	1,37E+02		

### Concentration dans la viande de porc

unité	grain	sol	eau	
Qpi	kg MS/j ou L/j	2,205	0,37	10
Bporc	j/kg viande fraîche	1,00E-02		
Cporc	µg/kg	4,77E-01		

### Concentration dans la viande de volaille

unité	grain	sol	eau	
Qpi	kg MS/j ou L/j	0,1764	0,02	0,2
Bvolaille	j/kg viande fraîche	1,00E-02		
Cvolaille	µg/kg	3,82E+01		

## Concentration dans les eaux de la Grande Rade

0,00E+00 µg/L

### Concentration dans le poisson

BCF poisson		
C poisson	µg/kg	0,00E+00

## Concentration dans les eaux souterraines

0,00E+00 µg/L

## Doses journalières d'exposition

	unité	Enfant	Adulte
Q sol	mg/j	150	50
DJE sol	µg/kg/j	2,10E+00	1,36E-01
Q légumes feuilles	g/j	38	85
DJE leg feuille	µg/kg/j	9,68E-01	4,21E-01
Q légumes fruits et fruits	g/j	0	0
DJE leg fruit	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q légumes racines (dont pom)	g/j	105	169
DJE leg racine	µg/kg/j	1,47E-01	4,61E-02
Q lait (L/j)	L/j	0	0
DJE lait	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q oeuf	g/j	0	0
DJE œuf	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande bœuf / veau / cheval	g/j	0	0
DJE bœuf / veau / cheval	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande mouton	g/j	0	0
DJE mouton	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande porc	g/j	0	0
DJE porc	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q viande volaille	g/j	0	0
DJE volaille	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q poisson	g/j	18	30
DJE poisson	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
Q eau de boisson	L/j	0	0,0
DJE eau de boisson	µg/kg/j	0,00E+00	0,00E+00
P (kg)	kg	13,6	70
F	sans unité	1	1
DJE ingestion TOTALE	µg/kg/j	3,22E+00	6,03E-01

## Risque

VTR à seuil	µg/kg/j	9	9
IR		0,36	0,07

## Contribution des voies d'exposition

	Enfant	Adulte
Sol	65,4	22,6
Légumes feuilles	30,1	69,8
Légumes fruits et fruits	0,0	0,0
Légumes racines	4,6	7,6
Lait	0,0	0,0
Œufs	0,0	0,0
Viande de bœuf / veau	0,0	0,0
Viande mouton	0,0	0,0
Viande porc	0,0	0,0
Viande volaille	0,0	0,0
Poisson	0,0	0,0
Eau de boisson	0,0	0,0
	100,0	100,0