

## ANNEXE 4 - Pièce 13

---

Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires du projet  
de carrière de la société TGBR (TECHNISIM, 2017)

**T G B R**

CARRIÈRE ET INSTALLATION DE TRAITEMENT DE MATERIAUX

**ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES**

 **LES ORANGERS**   
*Saint-Benoît de La Réunion*

*Rapport d'étude n°2a*

Réf : 160 108 100b\_2017

	<b>T G B R</b>	<b>EMC<sup>2</sup></b>
<i>Destinataires :</i>	<i>Madame Anne BARAT</i> 2 avenue Amiral Bouvet / CS 91009 97829 Le Port Cedex Fixe : 02 62 42 69 66 Mobile : 06 92 41 12 41 Courriel : anne.barat@teralta-crh.com	<i>Monsieur Stéphane RAUX</i> 476 rue Deschanets 97440 Saint-André Fixe : 02 62 21 54 71 Mobile : 06 92 60 87 52 Courriel : sremc2@orange.fr
<i>Date :</i>	18 avril 2017	

# Table des matières

Acronymes.....	6
Présentation de l'étude.....	8
1 <i>Résumé</i> .....	8
2 <i>Introduction</i> .....	12
3 <i>Présentation sommaire du site</i> .....	12
État initial.....	16
4 <i>Air ambiant</i> .....	16
4.1    Situation générale de l'Île de la Réunion pour les principaux polluants .....	16
4.2    Qualité de l'air au niveau de la commune de Sainte-Anne .....	32
5 <i>Qualité des eaux consommées</i> .....	45
6 <i>Analyse des données sanitaires</i> .....	47
6.1    Bilan de l'état de santé de la population réunionnais - généralités.....	47
6.2    Risques sanitaires et environnementaux.....	49
6.3    Cancer à la Réunion .....	51
6.4    Asthme à la Réunion .....	52
6.5    Profil de santé du territoire Nord-Est de la Réunion .....	56
7 <i>Analyse du domaine d'étude</i> .....	60
8 <i>Synthèse de l'état initial</i> .....	63
Évaluation des effets sanitaires liés à l'exploitation du site.....	65
9 <i>Étude de l'impact sanitaire de l'installation</i> .....	65
9.1    Identification des sources d'émissions .....	65
9.1.1    Émissions aqueuses .....	66
9.1.2    Émissions par des rejets de produits chimiques .....	67
9.1.3    Émissions atmosphériques .....	69
9.2    Modélisation des rejets dans l'environnement .....	72
9.2.1    Quantification des émissions atmosphériques.....	72
9.2.2    Simulation numérique de la dispersion des rejets atmosphériques.....	84
9.2.3    Comparaison avec les normes de la qualité de l'air .....	90
9.2.4    Conclusion .....	100
9.3    Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires – EQRS .....	101
9.3.1    Contenu et démarche de l'EQRS.....	101
9.3.2    Identification des dangers et choix des VTR.....	112
9.3.3    Calculs des doses d'expositions .....	118
9.3.4    Calcul des indices sanitaires.....	123
9.3.5    Incertitudes relatives à l'EQRS .....	125
9.3.6    Synthèse de l'EQRS .....	129
10 <i>Effets cumulés</i> .....	130
11 <i>Synthèse des impacts sur la santé</i> .....	130
12 <i>Conclusion</i> .....	132

13	<i>Références bibliographiques</i> .....	134
14	<i>Annexe N°1 : Critères nationaux de la qualité de l'air</i> .....	136
15	<i>Annexe N°2 : Mesures de poussières - Description du pDR</i> .....	139
16	<i>Annexe N°3 : Fiches de mesure</i> .....	141
17	<i>Annexe N°4 : Cartographies des résultats des simulations numériques de la dispersion</i> .....	145
18	<i>Annexe N°5 : Effets sanitaires</i> .....	153

Table des illustrations
-------------------------

<i>Figure 1: Localisation géographique de l'installation</i> .....	13
<i>Figure 2: Émissions de dioxyde de soufre dans l'air ambiant</i> .....	18
<i>Figure 3: Émissions d'oxydes d'azote dans l'air ambiant</i> .....	20
<i>Figure 4: Émissions de monoxyde de carbone dans l'air ambiant</i> .....	26
<i>Figure 5: Émissions de COVNM dans l'air ambiant</i> .....	28
<i>Figure 6: Emplacement de la carrière de la société SAM</i> .....	33
<i>Figure 7: Principaux éléments descriptifs de l'agriculture</i> .....	35
<i>Figure 8: Cultures présentes à proximité du site</i> .....	36
<i>Figure 9: Trafic en moyenne journalière annuelle – Année 2015 (source : INSEE)</i> .....	37
<i>Figure 10: Analyseurs de poussières Thermo pDR 1500</i> .....	38
<i>Figure 11: Emplacements des points de mesure in situ</i> .....	40
<i>Figure 12: Station météorologique Vantage-VUE</i> .....	41
<i>Figure 13: Résultats de mesures in situ</i> .....	44
<i>Figure 14: Réseaux d'alimentation en eau potable</i> .....	45
<i>Figure 15: Évolution des taux d'incidence standardisés par sexe</i> .....	52
<i>Figure 16: Nombre annuel moyen de nouvelles admissions en Affection de Longue Durée pour asthme sévère* par territoire de santé à La Réunion sur la période 2009-2011</i> .....	54
<i>Figure 17: Tableau de bord sur l'asthme à La Réunion</i> .....	55
<i>Figure 18: Territoire étudié</i> .....	56
<i>Figure 19: Situation du territoire de santé du Nord-Est</i> .....	59
<i>Figure 20 : Densité de population à proximité du site</i> .....	61
<i>Figure 21: Composition de la population dans un rayon de 3,0 km autour du site par tranche d'âge</i> .....	62
<i>Figure 22: Schéma de fonctionnement de l'installation et identification des sources d'émissions atmosphériques</i> .....	71
<i>Figure 23: Distribution des vents sur l'île de La Réunion (Source : Météo-France)</i> .....	85
<i>Figure 24: Rose des vents utilisée pour les modélisations – Saint-Benoît (source : Infoclimat)</i> .....	85
<i>Figure 25: Modèle Numérique de Terrain</i> .....	86
<i>Figure 26: Exemple de champs de vents</i> .....	87
<i>Figure 27 : Emplacements de récepteurs</i> .....	88
<i>Figure 28: Impact de l'exploitation des deux carrières – Concentration des poussières TSP dans l'air en moyenne annuelle</i> .....	97
<i>Figure 29: Impact de l'exploitation des deux carrières – Concentration des poussières PM10 dans l'air en moyenne annuelle</i> .....	98
<i>Figure 30: Impact de l'exploitation des deux carrières – Concentration des poussières PM2,5 dans l'air en moyenne annuelle</i> .....	99
<i>Figure 31: Impact de l'exploitation de la carrière – Concentration des poussières PM10 dans l'air en moyenne annuelle</i> .....	100
<i>Figure 32: Schéma conceptuel de la démarche d'une ERS</i> .....	102
<i>Figure 33: Logigramme – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence</i> .....	105

Figure 34: Les différentes formes de silice (source INVS).....	114
Figure 35: Schéma conceptuel sous MODUL'ERS® .....	120
Figure 36: Néphélomètres pDR 1500 .....	139
Figure 37: Principe du pDR-1500.....	140
Figure 38: Représentation graphique des concentrations calculées par la dispersion atmosphérique – PM10 – Moyenne annuelle .....	145
Figure 39: Représentation graphique des concentrations calculées par la dispersion atmosphérique – PM10 – Moyenne journalière percentile 90,4 .....	146
Figure 40: Représentation graphique des concentrations calculées par la dispersion atmosphérique – PM2,5 – Moyenne annuelle .....	147
Figure 41: Représentation graphique des concentrations calculées par la dispersion atmosphérique –Poussières TSP – Moyenne annuelle.....	148
Figure 42: Représentation graphique des concentrations calculées par la dispersion atmosphérique – Dépôts des poussières - Moyenne journalière.....	149
Figure 43: Représentation graphique des concentrations calculées par la dispersion atmosphérique – Dioxyde d'azote – Moyenne annuelle.....	150
Figure 44: Représentation graphique des concentrations calculées par la dispersion atmosphérique – Dioxyde d'azote – Moyenne horaire percentile 99,8.....	151
Figure 45: Représentation graphique des concentrations calculées par la dispersion atmosphérique –COVNM – Moyenne annuelle .....	152

Table des tableaux
--------------------

Tableau 1: Récapitulatif des différentes phases.....	15
Tableau 2: Concentrations en SO <sub>2</sub> relevées par l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012.....	19
Tableau 3: Concentrations en NO <sub>2</sub> et NO <sub>x</sub> relevées par l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012 .....	21
Tableau 4: Effets sanitaires des particules .....	23
Tableau 5: Concentrations en PM10 et PM2.5 relevées par l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012 .....	24
Tableau 6: Concentrations en monoxyde de carbone relevées par l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012.....	26
Tableau 7: Concentrations en benzène relevées par l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2010 [µg/m <sup>3</sup> ].....	29
Tableau 8: Concentrations en ozone relevées par l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012 .....	30
Tableau 9: Concentrations en métaux relevées par l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012 .....	31
Tableau 10: Emplacements des mesures des particules PM <sub>10</sub> et PM <sub>2,5</sub> .....	39
Tableau 11: Conditions météorologiques relevées durant les mesures .....	41
Tableau 12: Résultats de mesures in situ .....	42
Tableau 13: Rapports des concentrations de PM2,5 et de PM10 .....	43
Tableau 14 : Description des réseaux d'alimentation de la zone et résultats des mesures des prélèvements d'eau potable distribuée dans la zone.....	46
Tableau 15: Caractéristiques de la population dans un rayon de 3,0 km autour du site.....	62
Tableau 16: Synthèse de l'état initial.....	64
Tableau 17 : Inventaire des sources d'émission atmosphériques .....	70
Tableau 18: Facteurs d'émission utilisés pour la quantification des poussières émises par les opérations de concassage et de criblage .....	73
Tableau 19: Facteurs d'abattement considéré pour le traitement des matériaux bruts .....	73
Tableau 20: Hypothèses considérées pour le calcul des émissions provenant des opérations de traitement des matériaux extraits .....	74
Tableau 21: Quantité de poussières émises par le procédé de traitement des matériaux.....	75
Tableau 22: Hypothèses utilisées pour les calculs des émissions liées aux manipulations des matériaux.....	76

Tableau 23: Quantité de poussières émises par les manipulations des matériaux .....	76
Tableau 24: Facteurs d'abattement – circulation des engins .....	77
Tableau 25 : Données concernant les engins et la circulation sur le site .....	78
Tableau 26: Caractéristiques des stockages présents sur le site .....	79
Tableau 27: Quantité de poussières émises par l'envol des poussières – stockage des matériaux finis.....	80
Tableau 28: Émissions générées par les engins de chantier.....	80
Tableau 29: Estimation des flux massiques de polluants atmosphériques générés par les véhicules.....	80
Tableau 30: Émissions des voies de circulations à proximité.....	81
Tableau 31: Destination des véhicules client.....	82
Tableau 32: Émissions générées par le trafic des véhicules clients – gaz d'échappement.....	82
Tableau 33: Synthèse des émissions atmosphériques générées par l'exploitation du site.....	84
Tableau 34: Résultats des modélisations .....	89
Tableau 35: Comparaison des résultats avec les seuils réglementaires – Dioxyde d'azote .....	91
Tableau 36: Comparaison des résultats avec les seuils réglementaires – Particules PM10 et PM2.5.....	92
Tableau 37: Comparaison des résultats avec les seuils réglementaires – Monoxyde de carbone et benzène .....	93
Tableau 38: Analyses des résultats pour les polluants non réglementés .....	94
Tableau 39: Émissions provenant de la carrière SAM .....	95
Tableau 40: Résultats des simulations avec les émissions de la carrière SAM .....	96
Tableau 41: Voies d'exposition retenues en fonction du compartiment environnemental.....	108
Tableau 42: Paramètres retenus pour les scénarios d'exposition .....	109
Tableau 43: VTR retenues pour les composés émis par le trafic (gaz d'échappement) – Effets sans seuils.....	113
Tableau 44: VTR retenues pour les composés émis par le trafic (gaz d'échappement) – Effets à seuils.....	113
Tableau 45: VTR retenue pour la silice libre.....	116
Tableau 46: Teneurs en Éléments traces métalliques pour l'île de la Réunion .....	116
Tableau 47: VTR retenues pour les ETM – Effets sans seuils.....	117
Tableau 48: VTR retenues pour les ETM – Effets à seuils.....	118
Tableau 49: Concentrations d'expositions calculées.....	119
Tableau 50: Concentrations des polluants selon leur forme.....	121
Tableau 51: Facteurs de bioconcentration et de bio transfert.....	121
Tableau 52: Doses ingérées par les populations [mg/(kg.jour)] – Effets à seuils .....	122
Tableau 53: Doses ingérées par les populations – Effets sans seuils .....	123
Tableau 54: Quotients de dangers calculés pour la voie inhalation.....	123
Tableau 55: Quotients de dangers calculés pour la voie ingestion .....	124
Tableau 56: Quotients de dangers cumulés .....	124
Tableau 57: Excès de risques individuel.....	125
Tableau 58: Synthèse des impacts sanitaires liés à l'exploitation du site.....	131
Tableau 59 : Valeurs limites réglementaires pour la qualité de l'air.....	137
Tableau 60 : Effets sanitaires redoutés avec seuils .....	153
Tableau 61 : Effets sanitaires redoutés sans seuils.....	156

## Acronymes

<b>ACNUSA</b>	Autorité de Contrôle des NuisanceS Aéroportuaires
<b>ARS</b>	Agence Régionale de Santé
<b>ARS-OI</b>	Agence Régionale de Santé de d'Océan Indien
<b>AVC</b>	Accident Vasculaire Cérébral
<b>ALD</b>	Affections de Longue Durée
<b>CIRC</b>	Centre International de Recherche contre le Cancer
<b>CIRE</b>	Cellule Interrégionale et Régionale d'Épidémiologie
<b>CITEPA</b>	Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique
<b>COV</b>	Composé Organique Volatil
<b>COVNM</b>	Composé Organique Volatil Non Méthanique
<b>DDAE</b>	Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter
<b>EDF</b>	Électricité De France
<b>EQRS</b>	Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires
<b>ERI</b>	Excès de Risque Individuel
<b>ERU</b>	Excès de Risque Unitaire
<b>ETM</b>	Élément Trace Métallique
<b>HAP</b>	Hydrocarbure Aromatique Polycyclique
<b>ICPE</b>	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
<b>INERIS</b>	Institut National de l'Environnement Industriel et RISques
<b>INRS</b>	Institut National de Recherche et de Sécurité
<b>INSEE</b>	Institut National de la Statistique et des Études Économiques
<b>InVS</b>	Institut de Veille Sanitaire
<b>OMS / WHO</b>	Organisation Mondiale de la Santé / World Health Organisation
<b>ORA</b>	Observatoire Réunionnais de l'Air
<b>PDU</b>	Plan de déplacements urbains
<b>PM</b>	Particulate Matter
<b>PSQA</b>	Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air
<b>QD</b>	Quotient de Danger
<b>RD</b>	Route Départementale
<b>RN</b>	Route Nationale
<b>SRCAE</b>	Schéma Régional Climat-Air-Énergie
<b>TIS</b>	Taux d'Incidence Standardisé
<b>TMJA</b>	Trafic Moyen Journalier Annuel
<b>US EPA</b>	United States Environmental Protection Agency
<b>VTR</b>	Valeur Toxicologique de Référence
<b>ZER</b>	Zone à Emergence Règlementée

**CO** Monoxyde de carbone**CO<sub>2</sub>** Dioxyde de carbone**NH<sub>3</sub>** Ammoniac**NO** Monoxyde d'azote**NO<sub>2</sub>** Dioxyde d'azote**NO<sub>x</sub>** Oxydes d'azote**O<sub>3</sub>** Ozone**SO<sub>2</sub>** Dioxyde de soufre**TSP** Total Suspended Particulate**ha** Hectare**km** Kilomètre**m** Mètre**m<sup>2</sup>** Mètre carré**m<sup>3</sup>** Mètre cube**mg** Milligramme**µg/m<sup>3</sup>** Microgramme par mètre cube



# Présentation de l'étude

## 1 Résumé

La société TGBR sollicite une demande d'autorisation d'exploiter pour son projet de création de carrière extractive au lieu-dit « Les Orangers », sur le territoire de la commune de Saint-Benoît de La Réunion.

Est également prévue l'exploitation d'une installation de traitement de matériaux.

Cette section constitue un résumé non technique du contenu de l'étude des impacts du projet sur la santé des populations.

Il est à noter que ce résumé en tant que tel ne reprend pas l'ensemble des données techniques. Celles-ci sont par ailleurs détaillées et explicitées dans l'étude complète.

**Le résumé a pour but de donner une vue d'ensemble de l'étude, en reprenant les conclusions principales.**

### **1. Méthodologie de l'Évaluation des Risques Sanitaires**

L'Évaluation des Risques Sanitaires vise à prévenir et à gérer - sur le long terme - le risque potentiel encouru par une population vivant à proximité d'une source de pollution.

La méthodologie mise en œuvre ici est celle proposée par l'INERIS [Institut National de l'Environnement Industriel et des RISques] et par l'InVS [Institut de Veille Sanitaire].

D'une manière générale, une évaluation des risques sanitaires comprend :

- l'*état initial* qui servira de base à l'appréciation des risques sanitaires ;
- l'*identification et la caractérisation* des émissions (ou rejets) de l'installation concernée par l'étude ;
- la *modélisation de la dispersion* de ces rejets dans l'environnement ;
- l'*évaluation de l'exposition* des populations selon un schéma conceptuel établi ;
- l'*appréciation du risque sanitaire* à l'aide d'indicateurs sanitaires.

### **2. Identification des émissions générées par l'exploitation de la carrière**

Le terme « émission » englobe différents types de rejets liés à l'exploitation du site, c'est-à-dire :

- Les émissions atmosphériques : il s'agit de rejets de poussières et/ou de gaz à l'atmosphère qui se dispersent dans l'environnement par les vents ;
- Les émissions aqueuses : il s'agit des rejets des eaux usées (sanitaires, de process) liées au fonctionnement du site (eaux sanitaires, pluviales, de process).

Les impacts du projet sur les niveaux sonores font l'objet d'une étude à part entière (Cf. volet acoustique).

#### ➤ **Émissions atmosphériques**

Certaines opérations peuvent être à l'origine de poussières.

Ce sont, notamment :

- Les opérations de manipulation et de triage des matériaux ;
- Les opérations de traitement des matériaux (broyage, concassage) ;
- La circulation des engins sur des voies non pavées ;
- L'érosion éolienne des stockages des produits pulvérulents à l'air libre.

**Nota : Malgré les mesures prévues de réduction des émissions, l'exploitation du site entraînera des émissions atmosphériques, notamment de poussières.**

Toutefois, les émissions de poussières sont localisées en majorité au niveau de l'exploitation. Seules les poussières les plus fines sont susceptibles de s'envoler.

L'exploitation du site génère également des gaz de combustion. Ceux-ci proviennent des moteurs thermiques des engins de chantier ainsi que des moteurs de camions.

**À l'exception des camions de transport des matériaux, ces émissions sont localisées au niveau de l'installation et demeurent faibles par rapport aux gaz d'échappement produits par le trafic routier de la voie RN2.**

### ➤ Émissions aqueuses

Les rejets aqueux générés par l'exploitation du site sont composés des eaux sanitaires, des eaux de pluies et de ruissellement et des eaux de process.

L'exposition des populations *via* les rejets aqueux du site dépend des possibilités de transfert vers les eaux souterraines ou de surface.

L'exploitant a mis (ou a prévu) de mettre en place des mesures de gestion des rejets aqueux de l'installation. Ces mesures permettront d'éviter toute contamination des milieux naturels et des ressources en eaux du secteur.

Également, des mesures de protection seront prévues en cas de déversement accidentel.

**Par conséquent, l'exploitation du site ne va pas entraîner de rejet d'eau souillée vers l'extérieur.**

### 3. Évaluation de l'impact des rejets sur les populations

Une fois les émissions identifiées, l'étape suivante consiste en la caractérisation de leurs impacts. Cette caractérisation nécessite :

- La quantification des sources identifiées. Soit à l'aide de mesures sur des sites/engins équivalents, soit à l'aide d'inventaires d'émission ;
- La modélisation de la dispersion des émissions dans l'environnement à l'aide de modèles numériques ;
- L'évaluation de l'impact au niveau des populations à l'aide de seuils réglementaires, des normes de l'OMS et/ou d'indicateurs sanitaires.

Concernant les effets du bruit, des études spécifiques ont été réalisées pour caractériser les mesures à mettre en œuvre afin de protéger la santé des riverains.

Par ailleurs également, des campagnes de surveillance sont planifiées afin de s'assurer que l'installation ne génère aucune nuisance.

Concernant les émissions atmosphériques, leurs impacts ont été évalués dans un premier temps à l'aide des normes de la qualité de l'air, puis à l'aide d'une Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires [EQRS].

Ces quantifications ont été réalisées à l'aide d'inventaires d'émissions, notamment les documents de l'AP42 de l'US EPA et la méthodologie COPERT.

Afin d'appréhender les effets du terrain sur la dispersion atmosphérique, il a été utilisé un modèle de simulation numérique de type Lagrangien, en l'occurrence le modèle AUSTAL2000. Ce modèle a été développé pour le compte du Bundesministerium für

Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Ministère Fédéral allemand en charge de l'Environnement et de la sûreté nucléaire) et répond aux exigences techniques présentées dans l'annexe III du TA-LUFT [Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft]. Ce sont les données météorologiques de la station MétéoFrance Réunion qui ont été utilisées. Concernant la rose des vents, cette dernière a été calée sur celle indiquée dans l'étude d'impact.

En définitive, il a été calculé les concentrations ainsi les dépôts au niveau des habitations environnantes du site. Pour ce qui regarde les polluants réglementés, les résultats obtenus ont été comparés avec les normes de la qualité de l'air en vigueur. Ces comparaisons n'ont pas mis en évidence de dépassement imputable à l'exploitation du site au niveau des habitations alentour.

En outre, selon les matériaux ou minéraux traités, les substances susceptibles d'être émises dans l'environnement ne présentent pas toutes des dangers pour la santé et ne sont pas toutes réglementées. Afin de considérer la totalité des effets potentiels des rejets de l'installation, une Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires [EQRS] a été réalisée. Cette méthode utilisée par l'INERIS et l'InVS consiste à juger de l'impact sanitaire *via* le calcul d'indicateurs sanitaires (Quotient de Danger [QD] et Excès de Risque Individuel [ERI]).

Dans le cas de la carrière projetée, les poussières émises sur le site peuvent contenir du dioxyde de silicium (ou silice), ainsi que des Éléments Traces Métalliques [ETM]. Ces éléments sont des composants majeurs de la croûte terrestre (environ 25%).

La silice peut se trouver sous forme amorphe ou sous forme cristalline, qui représente sa forme la plus dangereuse, puisqu'elle est à l'origine de la silicose.

Les éléments traces métalliques (ETM), ou métaux lourds, sont présents dans la croûte terrestre à des concentrations inférieures à 0,1 %. Une étude réalisée sur les sols de la Réunion (Doelsch et al, 2006) a montré que l'origine des fortes concentrations en chrome [Cr], cuivre [Cu], nickel [Ni] et zinc [Zn] est principalement due au fond pédogéochimique naturel.

En fin de compte, les risques sanitaires liés à la présence de silice cristalline, ainsi que ceux des autres composés, sont jugés acceptables.

En effet, les indicateurs sanitaires sont tous inférieurs au seuil d'acceptabilité.

#### **4. Conclusion**

Au regard des mesures prises en vue de réduire les rejets générés par l'exploitation de site, l'installation n'aura pas d'impact significatif sur la santé des populations environnantes.

## 2 Introduction

---

La société TGBR sollicite une demande d'autorisation d'exploiter pour son projet de création de carrière extractive au lieu-dit « Les Orangers », sur le territoire de la commune de Saint-Benoît de La Réunion. Une installation de traitement de matériaux est également prévue.

L'autorisation est sollicitée pour une durée de **15 années**.

Le présent document concerne la réalisation des volets Air & Santé (Evaluation des Risques Sanitaires) de ladite demande.

Rappel : l'impact sur la santé d'une installation est relatif à plusieurs domaines qui sont les suivants :

- La qualité des eaux consommées ;
- La qualité de l'air respiré ;
- La qualité de l'environnement sonore ;

Concernant les impacts du bruit, des études particulières ont été conduites.

Cette prestation se compose de trois étapes :

- Réalisation de l'état initial avant mise en service de l'installation projetée ;
- Évaluation de l'impact des émissions d'odeurs provenant du site à l'aide d'une simulation numérique (quantification des émissions et modélisation de leur dispersion) ;
- Caractérisation de l'impact à l'aide d'une Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires [EQRS].

## 3 Présentation sommaire du site

---

Les matériaux qui seront exploités sur la carrière sont des alluvions sableuses, grossières, riches en blocs de taille métrique d'origine basaltique provenant des séries volcaniques anciennes et récentes du volcan du Piton de La Fournaise.

Les installations fonctionneront de 7h00 h à 20h00.

Les matériaux exploités seront destinés aux chantiers du BTP régional et pour le chantier de la route du Littoral.

De par la nature du gisement (grave sableuse), la conduite de l'exploitation se fera à ciel ouvert, à flanc de colline et en fosse, à sec, uniquement à l'aide d'engins de types pelle hydraulique, bulldozer et chargeuse sur pneus. Il ne sera pas fait usage d'explosifs.

Les matériaux extraits seront transportés vers une installation de traitement de matériaux située sur la partie basse du site (nord), où ils seront transformés en produits finis, stockés et vendus.

L'emprise du projet se situe à plus de 2 km du littoral, à l'est de l'Ile de La Réunion, sur la commune de Saint-Benoît, au lieu-dit « Les Orangers ».

La figure ci-après présente les périmètres d'exploitation du site.

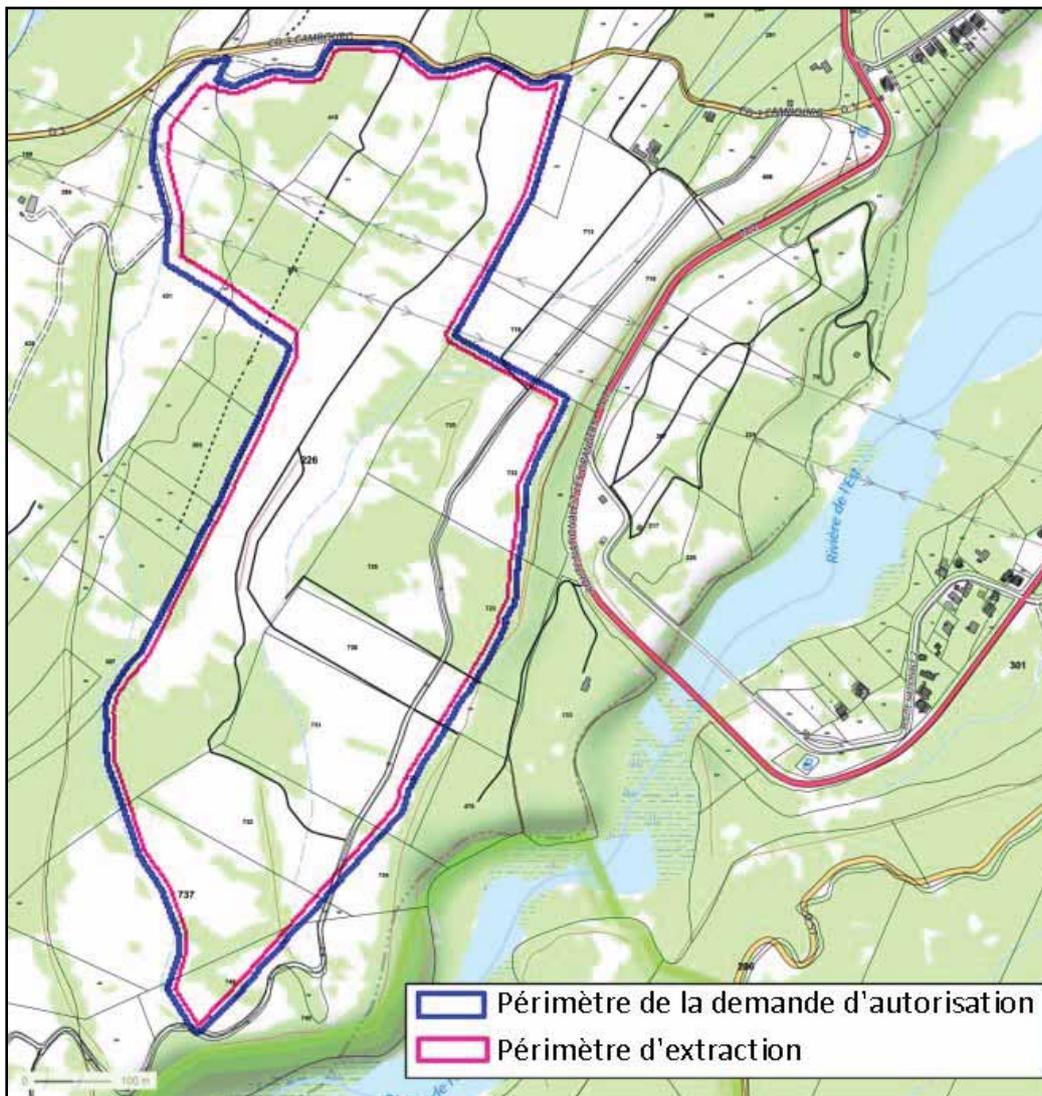


Figure 1: Localisation géographique de l'installation

L'exploitation sera menée selon les phases suivantes :

- Défrichage, si nécessaire ;
- Décapage et mise en stock de la terre végétale (si présente) pour réutilisation lors de la remise en état du site ;
- Extraction à sec à l'aide d'engins type pelle hydraulique et chargeuse sur pneus ;
- Chargement dans des dumpers sur la zone d'extraction ;
- Transport jusqu'à l'installation de traitement de matériaux ;
- Remise en état au fil de l'avancement de l'exploitation de la carrière.

Le chargement des véhicules clients sera réalisé à l'aide d'une chargeuse sur pneus à partir de la zone basse du site où seront implantées l'installation de traitement de matériaux et les zones de stockages.

Tout d'abord, le traitement des matériaux sera réalisé à l'aide d'une installation mobile, le temps de réaliser la plateforme sur laquelle viendront s'implanter l'installation de traitement fixe ainsi que les locaux administratifs et ateliers.

À la mise en place de l'installation fixe de traitement de matériaux, le transport interne sera assuré à l'aide de dumpers appartenant à l'exploitant ou à des transporteurs externes.

L'exploitation de la carrière interviendra du nord vers le sud. Le plan de phasage projeté indique un début d'exploitation du site sur les parties dédiées à recevoir l'installation de traitement de matériaux fixe, à savoir la partie nord-ouest du site (la plus proche de la RD3). Cela autorisera l'implantation de l'installation de traitement fixe dans les meilleurs délais.

L'extraction progressera ensuite vers le sud par paliers successifs.

La remise en état du site aura lieu au fur et à mesure de l'avancée de l'exploitation, afin de limiter les surfaces en chantier et ainsi réduire l'impact visuel de la carrière, et afin de faciliter au plus vite un retour des terres à une activité agricole.

Le tableau qui va suivre présente les caractéristiques des phases d'exploitation.

Tableau 1: Récapitulatif des différentes phases

	Phase 1	Phase 2	Phase 3
<b>Hauteur d'extraction maximale [m]</b>	35	35	30
<b>Hauteur d'extraction minimale [m]</b>	0	0	0
<b>Surface extraite [m<sup>2</sup>]</b>	180 718	102 151	128 533
<b>Volume extrait annuellement [m<sup>3</sup>]</b>	460 000	480 000	480 000
<b>Volume extrait sur la totalité de la phase [m<sup>3</sup>]</b>	2 300 000	2 400 000	2 400 000
<b>Masse extraite annuellement [tonne]</b>	1 012 000	1 056 000	1 056 000
<b>Masse extraite sur toute la durée de la phase [tonne]</b>	5 060 000	5 280 000	5 280 000
<b>Durée d'exploitation [année]</b>	5	5	5

## État initial

Cette partie de l'étude va établir l'état initial des différents compartiments environnementaux, ainsi que l'analyse de l'environnement du projet.

L'objectif est double :

- D'une part : obtenir une « photographie » de l'environnement avant la mise en place de l'installation ;
- D'autre part : évaluer la sensibilité de l'environnement vis-à-vis de la pollution et identifier les sources de pollution déjà présentes, ainsi que les voies d'exposition (directes et indirectes).

## 4 Air ambiant

---

L'état initial a pour objectif d'effectuer un bilan de la qualité de l'air pour la situation actuelle dans le domaine d'étude, cela constituant le point de départ de toute étude d'impact. Il se base sur différentes données et sources d'informations.

On peut notamment citer :

- L'état des lieux réalisé dans le cadre de la réalisation du Schéma Régional Climat-Air-Énergie [SRCAE] ;
- Les inventaires des émissions réalisés par le CITEPA ;
- Les données et les études sur la qualité de l'air réalisées par l'Association Agréée pour la surveillance de la qualité de l'air locale (*ORA : Observatoire Réunionnais de l'Air*) ;
- La réalisation de mesures sur site (*mesures in situ*).

### 4.1 Situation générale de l'Île de la Réunion pour les principaux polluants

La documentation utilisée est référencée dans la bibliographie aux repères [1], [2], [3].

#### ➤ Dioxyde de soufre [SO<sub>2</sub>]

Le dioxyde de soufre inhalé à concentration de quelques centaines de  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  est absorbé à 85-99% par les muqueuses du nez et du tractus respiratoire supérieur, du fait de sa solubilité. Néanmoins, une faible fraction peut se fixer sur des particules fines et atteindre ainsi les voies respiratoires inférieures, être transféré dans le sang et l'organisme où il peut être rapidement métabolisé puis éliminé par voie urinaire.

Le dioxyde de soufre est essentiellement un gaz irritant des muqueuses qui agit en synergie avec d'autres substances, notamment les particules en suspension. Le mélange acido-particulaire peut, selon les concentrations des divers polluants, déclencher des effets bronchospamiques chez l'asthmatique, augmenter les symptômes respiratoires aigus chez l'adulte (toux, gêne respiratoire) altérer la fonction respiratoire chez l'enfant (baisse de capacité respiratoire, excès de toux ou de crises d'asthme).

Les données épidémiologiques en population générale sont nombreuses, suite aux épisodes de pollution déjà référencés dans plusieurs pays. Chez l'Homme, les études expérimentales ont montré que l'exposition à des concentrations ambiantes courantes jusqu'à  $2,86 \text{ mg}/\text{m}^3$  n'entraînait aucun effet chez les sujets sains.

Le CIRC [Centre International de Recherche sur le Cancer] a classé le dioxyde de soufre dans la catégorie 3, c'est-à-dire non classable comme cancérigène.

Les seuils d'exposition venant de l'OMS [Organisation Mondiale de la Santé] sont les suivants :

- $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur 10 minutes ;
- $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur 24 heures.

### **Situation de La Réunion**

Les émissions de dioxyde de soufre dans l'air ambiant sont en baisse depuis 2004, après une augmentation constante.

Le secteur de la transformation de l'énergie (production d'électricité) est responsable de 95% - voire davantage en fonction des années - des émissions de dioxyde de soufre dans l'air ambiant. Le passage des installations d'EDF à l'utilisation de fioul moins soufré a contribué à atténuer cette problématique.

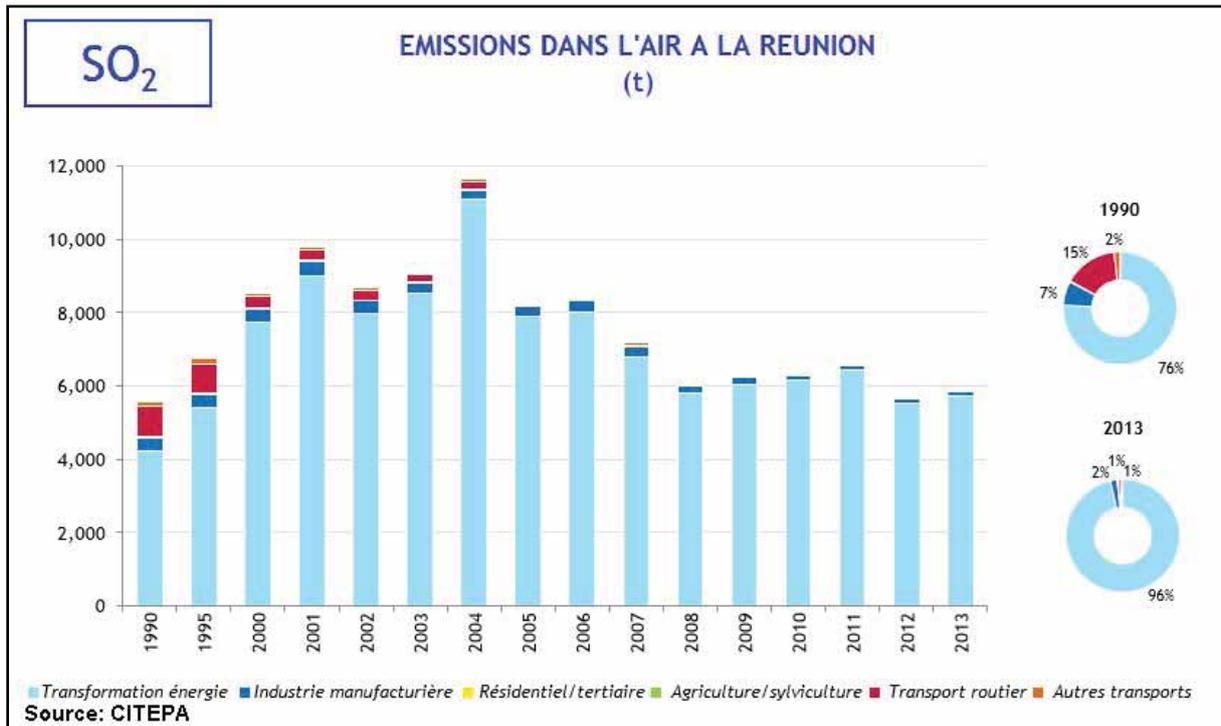


Figure 2: Émissions de dioxyde de soufre dans l'air ambiant

Le dioxyde de soufre est également émis naturellement, essentiellement par les volcans. Lorsque le volcan du Piton de la Fournaise est actif, des pics de SO<sub>2</sub> sont observés avec un facteur allant de 1,5 à 5, en fonction des stations.

Les concentrations mesurées aux différentes stations de l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012 sont retrouvées dans le tableau ci-après.

Il est possible de constater qu'aucune station ne présente de dépassement de la valeur seuil de recommandation et d'information.

Tableau 2: Concentrations en SO<sub>2</sub> relevées par l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012

UNITE : µg/m <sup>3</sup>							
	Valeur limite	Seuil de recommandation et d'information	Objectif qualité	SAINT-DENIS		SAINT-PIERRE	
				Lislet-Geoffroy	Joinville	Bons Enfants	Luther King
Moyenne horaire maximale	350	300	-	(b)	29	22	(b)
Moyenne annuelle	-	-	50	(b)	1	-	(b)
	Valeur limite	Seuil de recommandation et d'information	Objectif qualité	LE PORT			SAINT-PAUL
				CIRFIM	Titan	Centre pénitencier	Cambaie
Moyenne horaire maximale	350	300	-	56	176	45	33
Moyenne annuelle	-	-	50	2	3	2 <sup>(a)</sup>	2
	Valeur limite	Seuil de recommandation et d'information	Objectif qualité	LE TAMPON	SAINTE-SUZANNE	SAINT-LOUIS	SAINT-JOSEPH
				Bourg Murat	La Marine	Sarda Garriga	Grand Coude
Moyenne horaire maximale	350	300	-	8	132	212	6
Moyenne annuelle	-	-	50	1	2	4	1
				(a) mise en service en septembre 2012			
				(b) arrêt des mesures en 2011			

### ➤ Oxydes d'azote : NO<sub>x</sub> [NO et NO<sub>2</sub>]

Les oxydes d'azote [NO<sub>x</sub>] sont des gaz irritants qui pénètrent dans les ramifications les plus fines des voies respiratoires. Le dioxyde d'azote [NO<sub>2</sub>] est considéré comme étant cinq fois plus toxique que le monoxyde d'azote [NO].

Globalement, les études écologiques temporelles mettent en évidence des liens entre une augmentation des niveaux de NO<sub>2</sub> et les admissions hospitalières relatives à une exacerbation de problèmes respiratoires. Cependant, la quantification des effets propres à NO<sub>2</sub> reste difficile du fait principalement de la corrélation avec d'autres polluants présents dans l'air. Les NO<sub>x</sub> réagissent avec l'ammoniac et l'humidité de l'air ainsi qu'avec d'autres composés pour former de l'acide nitrique qui lui-même se dépose sur les particules. Ces particules sont ensuite inhalées.

Dès que sa teneur atteint 200 µg/m<sup>3</sup>, le NO<sub>2</sub> peut entraîner une altération de la fonction respiratoire, une hyperréactivité bronchitique chez l'asthmatique, et chez l'enfant, ils

favorisent l'accroissement de la sensibilité des bronches aux infections pour une exposition d'une heure à ce taux.

L'agence US-EPA [United States Environmental Protection Agency] n'a pas classé ces produits comme cancérigènes et les études ne sont pas concordantes en ce qui concerne la mortalité.

Les seuils d'exposition venant de l'OMS sont les suivants :

- 40 µg/m<sup>3</sup> sur une année ;
- 200 µg/m<sup>3</sup> sur une heure.

### Situation de La Réunion

En 2013, les émissions d'oxydes d'azote ont été particulièrement faibles, à savoir seulement 10,5 kt. Entre 1990 et 2004, les émissions ont augmenté de manière constante, avant de décroître progressivement.

Les transports routiers ainsi que le secteur de la transformation d'énergie sont les principaux émetteurs d'oxydes d'azote.

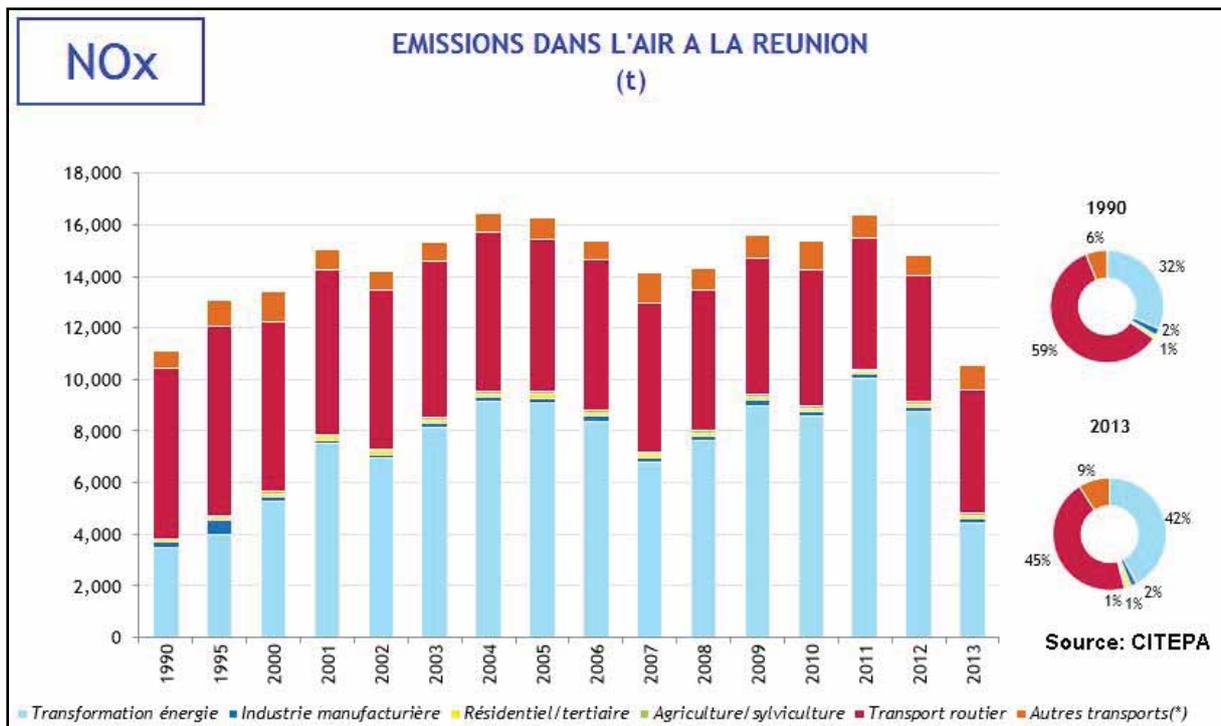


Figure 3: Émissions d'oxydes d'azote dans l'air ambiant

Les concentrations mesurées aux différentes stations de l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012 sont données dans le tableau qui va suivre.

*Nota* : aucune installation ne présente de dépassement de la valeur du seuil de recommandation et d'information.

**Tableau 3: Concentrations en NO<sub>2</sub> et NO<sub>x</sub> relevées par l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012**

UNITE : µg/m <sup>3</sup>									
	Valeur limite	Seuil de recommandation et d'information	Niveau critique	Saint-Denis			Saint-Pierre		
				Lislet Geoffroy	Joinville	Rambaud	Bons Enfants	Luther King	Paradis
<b>Dioxyde d'azote</b>									
Moyenne horaire maximale	200	200	-	88	65	124	68	-	84
Moyenne annuelle	40	-	-	7	8	14	11	-	10
<b>Oxydes d'azote</b>									
Moyenne annuelle	-	-	30	6	9	25	11	-	12
	Valeur limite	Seuil de recommandation et d'information	Niveau critique	Le Port		Saint-Paul	Sainte-Suzanne	Saint-Louis	
				CIRFIM	Titan	Cambaie	La Marine	Sarda Garriga	
<b>Dioxyde d'azote</b>									
Moyenne horaire maximale	200	200	-	-	-	-	49	195	
Moyenne annuelle	40	-	-	-	-	-	4	7	
<b>Oxydes d'azote</b>									
Moyenne annuelle	-	-	30	-	-	-	4	11	

- : Arrêt des mesures

### ➤ Particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>

Les particules peuvent irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire (particulièrement chez l'enfant et chez les personnes sensibles).

Plus une particule est fine, plus sa toxicité potentielle est élevée.

Les particules de taille inférieure à 10 µm (particules inhalables PM<sub>10</sub>) peuvent entrer dans les poumons, mais sont ensuite retenues par les voies aériennes supérieures tandis que les particules de taille inférieure à 2,5 µm pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires.

Selon l’OMS [Organisation Mondiale de la Santé], les particules dites « ultra fines» (diamètre particulaire inférieur à 0,1 µm) sont suspectées de provoquer des effets néfastes sur le système cardiovasculaire.

La taille des particules et la profondeur de leur pénétration dans les poumons déterminent la vitesse d’élimination des particules. Alors qu’en moins de 24 heures, plus de 90% des particules supérieures à 6 µm sont éliminés, seuls moins de 30% des particules inférieures à 1 µm le sont dans le même laps de temps.

L’une des propriétés les plus dangereuses des poussières est de fixer des molécules gazeuses irritantes ou toxiques présentes dans l’atmosphère (comme des sulfates, des métaux lourds, des hydrocarbures, par exemple). Ainsi les particules peuvent avoir des conséquences importantes sur la santé humaine et être responsables de maladies pulmonaires chroniques de type asthme, bronchite, emphysèmes (les alvéoles pulmonaires perdent de leur élasticité et se rompent) et pleurésies (inflammation de la plèvre, la membrane qui enveloppe chacun de nos poumons). Ces effets (irritations des voies respiratoires et/ou altérations de la fonction respiratoire) s’observent même à des concentrations relativement basses.

Certaines particules ont également des propriétés mutagènes et cancérogènes.

Les études publiées à ce jour permettent de dresser un inventaire des effets aigus et chroniques des particules (Cf. tableau ci-après).

Les seuils d’exposition venant de l’OMS sont les suivants :

- PM<sub>10</sub> : 20 µg/m<sup>3</sup> sur 1 année ;
- PM<sub>10</sub> : 50 µg/m<sup>3</sup> sur 24 heures (99e percentile) ;
- PM<sub>2.5</sub> : 10 µg/m<sup>3</sup> sur 1 année ;
- PM<sub>2.5</sub> : 25 µg/m<sup>3</sup> sur 24 heures (99e percentile).

Tableau 4: Effets sanitaires des particules

Effets aigus	Effets chroniques
<p>Les particules plus grandes que les PM<sub>10</sub> n'ont pratiquement aucun effet.</p> <p>Les particules grossières (différence estimée entre les PM<sub>10</sub> et les PM<sub>2,5</sub>), comme les particules fines (comprise entre les PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>1</sub>) ou encore les particules ultra fines (estimées en nombre, pour les tailles inférieures à 0,1 µm) ont des incidences sur la mortalité et la morbidité. Leurs effets sont largement indépendants les uns des autres.</p> <p>Les personnes souffrant d'affection des voies aériennes inférieures, d'insuffisance cardiaque et les personnes de plus de 65 ans présentent un risque accru.</p> <p>Les effets sur la mortalité respiratoire sont ressentis immédiatement ; ou le jour suivant l'exposition à une forte charge en particules. Les effets sur la mortalité cardio-vasculaire se manifestent le plus fortement après 4 jours environ. Cela signifie que l'effet des particules grossières est ressenti immédiatement - ou très rapidement - après l'exposition, et celui des particules fines et ultrafines de manière un peu différée (jusqu'à 4 jours après l'accroissement de la charge).</p> <p>Par ailleurs, si le risque relatif est plus grand pour la mortalité respiratoire, la mortalité cardio-vasculaire entraîne davantage de victimes.</p>	<p>Les effets chroniques sont plus importants que les effets aigus.</p> <p>Des études épidémiologiques ont démontré la corrélation entre de fortes charges en PM<sub>10</sub>, en PM<sub>2,5</sub> ou en sulfates et une mortalité ou une morbidité accrue.</p> <p>Le carbone élémentaire (suie de diesel) présente un fort potentiel cancérogène.</p> <p>Il n'existe pas (<i>encore</i>) d'étude concluante qui fasse la différence entre les effets chroniques des particules grossières, ceux des particules fines et ceux des particules ultrafines en matière de mortalité et de morbidité.</p>

### Situation de La Réunion

Les termes PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> [PM signifie « Particulate Matter »] représentent les fractions des TSP [Particules totales en suspension] dont les diamètres aérodynamiques sont respectivement inférieurs à 10 et à 2,5µm.

Le CITEPA ne dispose pas d'inventaire d'émission récent pour les particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> pour l'Île de la Réunion.

Le niveau d'émission de ces particules est inférieur à la moyenne métropolitaine. Pour l'année 2008, les émissions totales de PM<sub>10</sub> étaient de 1,6 kilotonne et celles des PM<sub>2,5</sub> s'élevaient à 1,0 kilotonne (source : Atmo-Réunion). Les PM<sub>10</sub> sont, depuis 2008, le type de

polluant qui engendre les principales procédures d'information et d'alerte, compte tenu de la diminution des valeurs limites réglementaires.

Les principales sources d'émission recensées sur l'Île sont les suivantes :

- Les sucreries du Gol et de Bois Rouge ;
- Le brûlage des champs de canne à sucre ;
- Le trafic routier (en particulier les véhicules diesel sans système de filtration) ;
- La houle marine ;
- Le résidentiel/ tertiaire ;
- Le volcan du Piton de La Fournaise.

Les concentrations de PM<sub>10</sub> et de PM<sub>2,5</sub> mesurées aux différentes stations de l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012 sont données dans les tableaux ci-après.

**Tableau 5: Concentrations en PM10 et PM2.5 relevées par l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012**

UNITÉ : µg/m <sup>3</sup>									
	Valeur limite	Seuil de recommandation et d'information	Objectif de qualité	Saint-Denis			Saint-Pierre		
				Lislet Geoffroy	Joinville	Rambaud	Bons Enfants	Luther King	Paradis
<b>Particule PM<sub>10</sub></b>									
Moyenne annuelle	40	-	30	12	15	34	38	21	25*
Moyenne journalière	50	50	-	27	32	71	73	39	50*
<b>Particule PM<sub>2,5</sub></b>									
Moyenne annuelle	25	-	-	Non mesuré	7	-	10	-	Non mesuré
	Valeur limite	Seuil de recommandation et d'information	Niveau critique	Saint-Joseph		Le Tampon	Sainte-Suzanne	Saint-Louis	
				Grand Coude		Bourg Murat	La Marine	Sarda Garriga	
<b>Particule PM<sub>10</sub></b>									
Moyenne annuelle	40	-	30	10		5	27	16	
Moyenne journalière	50	50	-	25		16	97	60	
<b>Particule PM<sub>2,5</sub></b>									
Moyenne annuelle	25	-	-	4		1	Non mesuré	Non mesuré	
- : Arrêt des mesures      * : à partir de Septembre 2012									

➤ **Monoxyde de carbone [CO]**

La toxicité de cette substance provient de sa forte affinité pour les protéines vectrices d'oxygène (HbCO : Carboxyhémoglobine). Le monoxyde de carbone se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang (l'affinité de l'hémoglobine pour le monoxyde de carbone est 200 à 250 fois plus forte que pour l'oxygène et dépend fortement de la concentration dans l'air de monoxyde de carbone). Cela conduit à un manque d'oxygénation des organes tels que le cerveau ou le cœur qui sont de gros consommateurs d'oxygène. Une forte concentration peut ainsi conduire à l'asphyxie, au coma ou à la mort. Il est à noter que 10 à 15% du monoxyde de carbone peut également se fixer sur la myoglobine des tissus musculaires et sur les systèmes enzymatiques de la respiration cellulaire. Le monoxyde de carbone n'est pratiquement pas bio-transformé. Son élimination se fait par les poumons avec une demi-vie d'environ 4 heures pour un adulte exposé à l'air ambiant.

À faible concentration (situation rencontrée en milieu urbain), le CO peut entraîner un manque d'oxygénation chez les sujets prédisposés (souffrant d'angine de poitrine, par exemple) et/ou comportementaux (altération de la vigilance, ...), mais aussi chez les sujets sains. Ce phénomène est, en outre, accentué par l'exercice physique.

Une exposition chronique à faibles doses a des effets cardio-vasculaires chez les enfants à risques (maladies coronariennes) et a des effets sur le comportement (diminution de la coordination, des performances lors d'exercices). Ces troubles sont réversibles et dépendent de la teneur en HbCO. Des études ont montré que des troubles du comportement pouvaient apparaître avec des teneurs en HbCO de l'ordre de 2,5 à 7 %.

### **Situation de La Réunion**

Les émissions de monoxyde de carbone sont en baisse constante depuis 1990.

À la suite de la diminution des parts d'émission du secteur des transports (passant de 81% en 1990 à 21% en 2013), le secteur résidentiel est le principal secteur contributeur de ces émissions avec 63% des émissions totales en 2013.

À titre d'information, 13,5 kilotonnes de monoxyde de carbone ont été émises sur l'île au cours de l'année 2013.

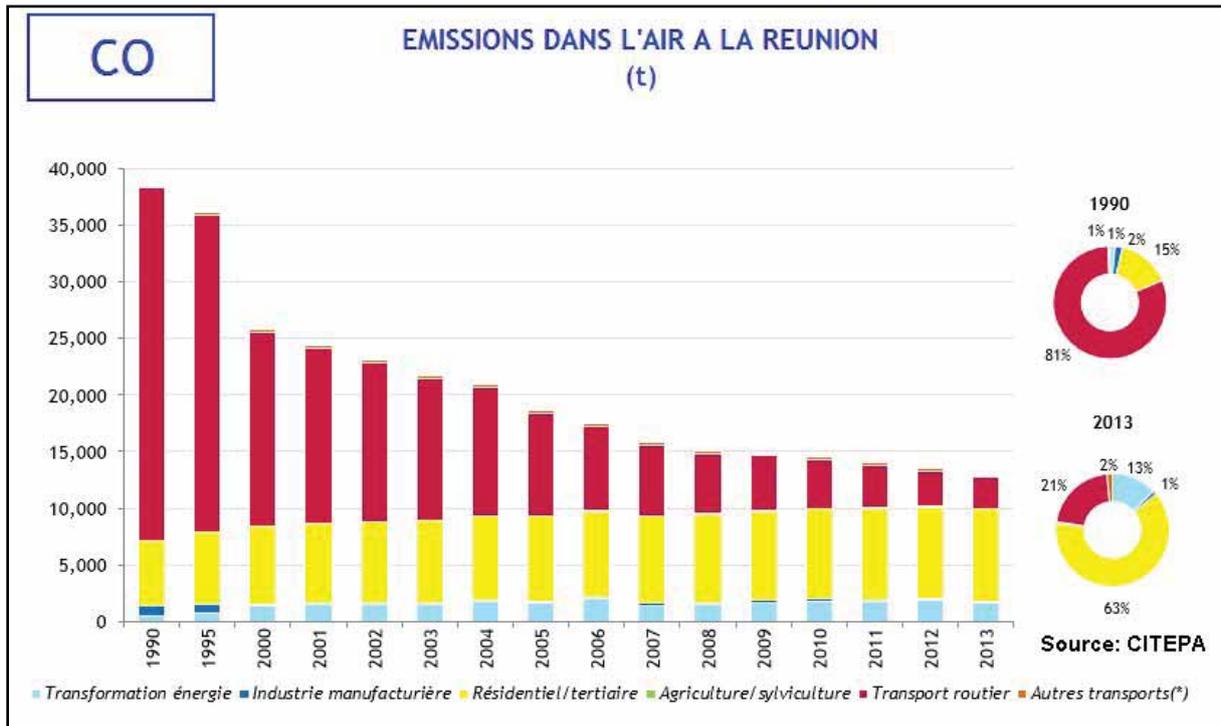


Figure 4: Émissions de monoxyde de carbone dans l'air ambiant

Les concentrations de monoxyde de carbone mesurées aux différentes stations de l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012 sont données dans le tableau ci-après. Les valeurs relevées sont très inférieures à la valeur limite.

Tableau 6: Concentrations en monoxyde de carbone relevées par l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012

UNITÉ : µg/m <sup>3</sup>									
	Valeur limite	Seuil de recommandation et d'information	Objectif de qualité	Saint-Denis		Sainte-Suzanne	Saint-Pierre		Saint-Louis
				Lislet Geoffroy	Joinville	La Marine	Bons Enfants	Luther King	Sarda Garriga
Moyenne sur 8 heures	40	-	30	Arrêt des mesures		0,6	Arrêt des mesures		0,28

➤ **Composés organiques volatils non méthaniques [COVNM] et benzène [C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>]**

Le terme COVNM [composé organique volatil non méthanique] regroupe une multitude de substances pouvant être d'origine biogénique ou anthropogénique.

Est considéré «composé organique volatil» tout composé organique, à l'exclusion du méthane, ayant une pression de vapeur supérieure ou égale à 0,01 kPa à une température de

293,15 K (20°C) ou ayant une volatilité correspondante dans des conditions d'utilisation particulières (pression et température).

Le benzène est un hydrocarbure aromatisé dont les effets à court terme correspondent principalement à une atteinte du système sanguin ainsi qu'à une diminution de la réponse immunitaire.

Le benzène, classé comme composé « cancérogène certain » par le CIRC [Centre International de Recherche contre le Cancer], induit principalement des leucémies et des lymphomes. Il possède aussi des effets génotoxiques (effets pouvant provoquer le développement de cancers et de mutations génétiques héréditaires).

Certaines populations sont plus sensibles que d'autres, par exemple : les enfants, chez qui la production de cellules sanguines est augmentée lors de la croissance, les femmes enceintes, dont le volume respiratoire au repos est supérieur à celui de la femme non enceinte, les obèses car le benzène est lipophile, et enfin les fumeurs qui sont exposés à de fortes concentrations.

### **Situation de La Réunion**

Les émissions de COVNM sont en baisse constante depuis 1990.

La part du transport routier a considérablement diminué depuis 1990, passant de 63% en 1990 à seulement 2,1% en 2013.

Le secteur résidentiel est le principal secteur contributeur de ces émissions avec 54,7% des émissions totales en 2013, suivi de l'industrie manufacturière (23,6% des émissions en 2013).

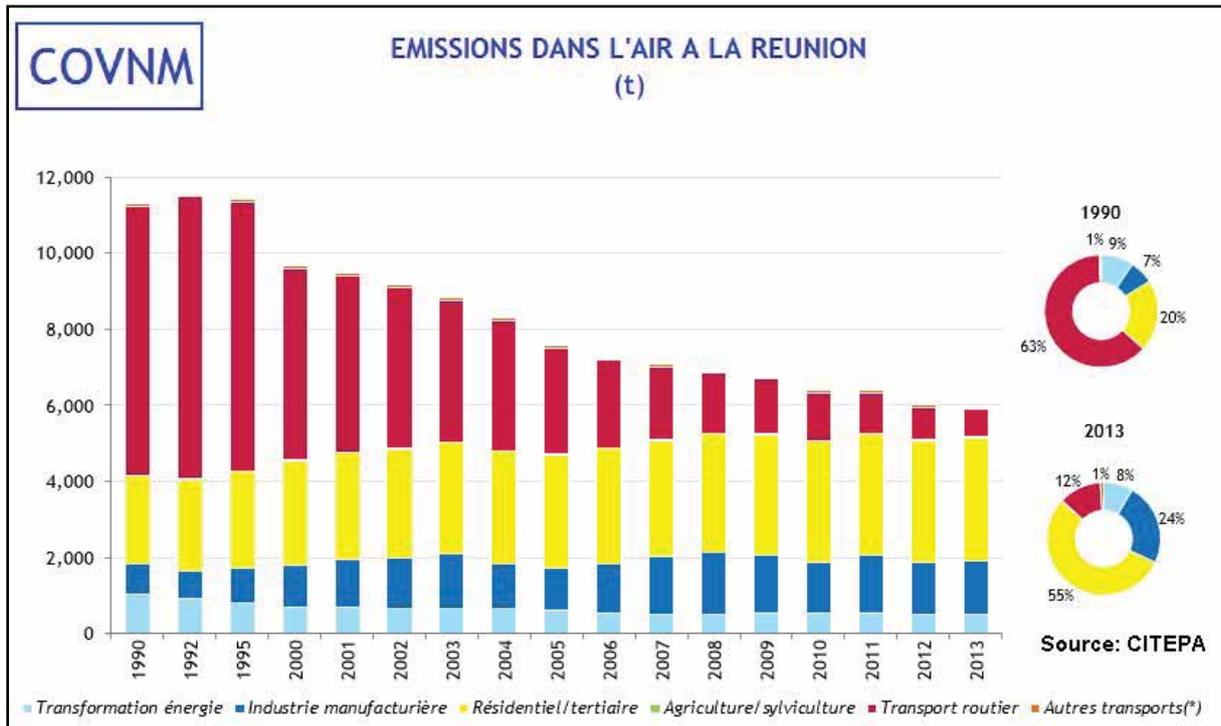


Figure 5: Émissions de COVNM dans l'air ambiant

Le benzène est l'un des constituants des produits pétroliers. Il est également utilisé dans les carburants en remplacement du plomb à cause de ses propriétés antidétonantes. Les émissions de benzène dans l'air extérieur proviennent de l'évaporation lors du stockage, de la distribution des carburants, des émissions à l'échappement parmi les hydrocarbures imbrûlés et de l'évaporation à partir des moteurs ou réservoirs. Sa présence est autorisée dans les carburants jusqu'à la teneur de 1% maximum en volume (Directive européenne 98/70/CE du 13 octobre 1998).

Les grandes sources d'émission de ce composé sont les stations d'essence et le trafic routier.

Les concentrations en benzène mesurées aux différentes stations de l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2010 (Nota : aucune mesure n'a été effectuée ni en 2011 ni en 2012) sont données dans le tableau ci-après.

Les valeurs relevées sont très inférieures à la valeur limite.

**Tableau 7: Concentrations en benzène relevées par l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2010 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]**

		UNITÉ : $\mu\text{g}/\text{m}^3$							
		Valeur limite	Objectif de qualité	Saint-Denis			Saint-Pierre		
				Lislet Geoffroy	Joinville	Montgaillard	Bons Enfants	Luther King	Paradis
Moyenne annuelle	5	2	0,4	Non mesuré	0,3	0,5	Non mesuré	0,6	
		Valeur limite	Niveau critique	Le Port		Saint-Paul	Sainte-Suzanne	Saint-Louis	Le Tampon
				CIRFIM	Cambaie	Cambaie	La Marine	Sarda Garriga	Bourg Murat
Moyenne annuelle	5	2	0,4	0,4	0,3	0,6	0,5	0,5	

### ➤ Ozone [ $\text{O}_3$ ]

L'ozone est un élément intermédiaire important du processus de formation et d'évolution des oxydants photochimique.

L'ozone stratosphérique protège des rayons UV du soleil, tandis que l'ozone troposphérique est un polluant en contact direct avec l'homme et les autres écosystèmes.

### Situation de La Réunion

Les concentrations en ozone mesurées aux différentes stations de l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012 sont données dans le tableau ci-après.

Aucune des mesures ne dépasse les seuils, que ce soit sur une ou bien sur huit heures.

Tableau 8: Concentrations en ozone relevées par l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012

UNITÉ : $\mu\text{g}/\text{m}^3$							
	Seuil d'alerte	Seuil de recommandation et d'information	Objectif de qualité	Saint-Denis			Sainte-Suzanne
				Lislet Geoffroy	Joinville	Rambaud	La Marine
Moyenne maximale sur 8 heures	-	-	120	Arrêt des mesures	57	61	78
Moyenne horaire maximale	240	180	-	Arrêt des mesures	65	65	92
	Valeur limite	Seuil de recommandation et d'information	Objectif de qualité	Saint-Pierre			Le Tampon
				Bons Enfants	Bons Enfants	Paradis	Bourg Murat
Moyenne annuelle	-	-	120	60	Arrêt des mesures	60	97
Moyenne journalière	240	180	-	68	Arrêt des mesures	65	109

### ➤ Métaux

Les métaux s'accumulent dans l'organisme et provoquent des effets toxiques à court et/ou à long terme.

Ils peuvent affecter le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires, ou autres.

- **Le cadmium (Cd)** : une exposition chronique induit des néphrologies (maladies des reins) pouvant évoluer vers une insuffisance rénale. L'effet irritant observé dans certains cas d'exposition par inhalation est responsable de rhinites, pertes d'odorat, broncho-pneumopathies chroniques. Sur les bases de données expérimentales, le cadmium est considéré comme un agent cancérigène, notamment pulmonaire.
- **L'arsenic (As)** : les principales atteintes d'une exposition chronique sont cutanées. Des effets neurologiques, hématologiques ainsi que des atteintes du système cardio-vasculaire sont également signalés. Les poussières arsenicales entraînent une irritation des voies aériennes supérieures.
- **L'arsenic** et ses dérivés inorganiques sont des cancérigènes pulmonaires.
- **Le plomb (Pb)** : à fortes doses, le plomb provoque des troubles neurologiques, hématologiques et rénaux et peut entraîner chez l'enfant des

troubles du développement cérébral avec des perturbations psychologiques et des difficultés d'apprentissage scolaire.

À fortes doses, le plomb provoque des troubles neurologiques, hématologiques et rénaux et peut entraîner chez l'enfant des troubles du développement cérébral avec des perturbations psychologiques et des difficultés d'apprentissage scolaire (Saturnisme).

Depuis la généralisation de l'essence sans plomb, l'air urbain n'est plus une source majeure d'exposition à ce polluant.

### **Situation de La Réunion**

Le plomb est un polluant règlementé depuis longtemps.

Rappel : depuis la suppression du plomb dans l'essence, sa concentration a fortement chuté.

Les sources émettrices de plomb sont les combustions et certaines industries.

Le nickel, l'arsenic et le cadmium ne font l'objet d'une réglementation que depuis une période récente. Identiquement au plomb, leurs principales sources d'émission sont les industries et la combustion.

Les concentrations en plomb, arsenic, cadmium et nickel mesurées aux différentes stations de l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012 sont retrouvées dans les tableaux ci-après. Les valeurs relevées sont fortement inférieures à la valeur limite.

**Tableau 9: Concentrations en métaux relevées par l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012**

		UNITÉ : $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
		Plomb	Arsenic	Cadmium	Nickel
	Valeur limite	500	6	5	20
STATIONS de MESURE		Concentration en moyenne annuelle			
Saint-Denis	Joinville	0.8	< limite de détection de l'appareil		1.2
Saint-Pierre	Luther King	Données non existantes			
Le Port	Titan	1.8	< limite de détection de l'appareil		1.6
Sainte-Suzanne	La Marine	0.7	0.2	< limite de détection de l'appareil	1.2
Saint-Louis	Sarda Garriga	1.9	< limite de détection de l'appareil		1.5

### ➤ **Autres composés**

Parmi les autres polluants mentionnés dans le Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air de la période 2011-2015, on peut citer :

- L'ammoniac [NH<sub>3</sub>] émis principalement lors de l'épandage des lisiers provenant des élevages d'animaux et provoquant l'acidification des sols et l'eutrophisation des écosystèmes ;
- Les pollens provenant des différentes essences végétales de l'île et qui provoquent des allergies saisonnières ;
- La deltaméthrine utilisée lors des campagnes de démoustication et qui peut provoquer des irritations des voies aériennes supérieures et des dyspnées, ainsi que des troubles neurologiques en cas d'inhalation à forte dose ;
- Les odeurs provoquant une gêne pour les populations (atteinte au bien-être) ;
- Les HAP issus principalement des stations d'essence et du trafic routier et qui sont potentiellement cancérigènes.

## 4.2 Qualité de l'air au niveau de la commune de Sainte-Anne

### 4.2.1 Identification des principales sources d'émission

#### ➤ **Identification des principales sources d'émission industrielles**

Selon les données du Registre Français des Émissions Polluantes, il n'y a aucun émissaire important à proximité immédiate du site.

Il faut toutefois noter que la carrière exploitée par la société SAM (qui ne figure pas sur le registre français des émissions polluantes) est mitoyenne des parcelles prévues pour l'installation du site étudié, comme l'indique la figure ci-après.

Cette carrière est exploitée depuis 2014, pour une période de 12,5 années.

L'extraction est réalisée en fouille sèche, à plat sur la surface à exploiter, au moyen d'engins mécaniques sans utilisation d'explosifs.

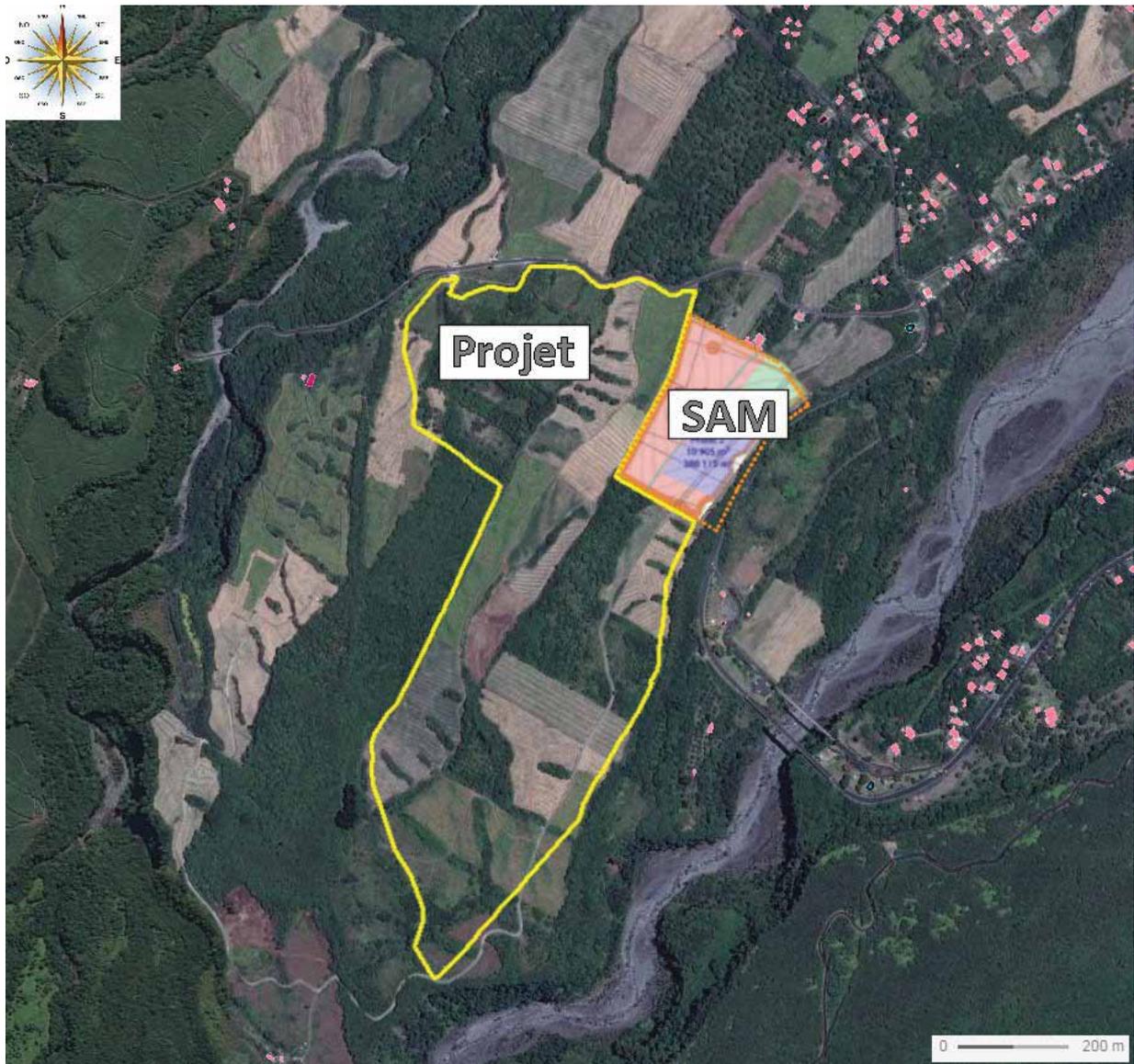


Figure 6: Emplacement de la carrière de la société SAM

Ladite carrière, d'une superficie exploitable de 5ha 24a 05ca, permettra d'extraire un volume total de matériaux bruts (y compris la terre de découverte) de 847 475 m<sup>3</sup>.

Le site dispose de deux concasseurs mobiles de puissance cumulée de 360 kW ainsi que deux équipements de criblage d'une puissance de 150 kW chacun.

L'extraction du gisement est réalisée à l'aide de plusieurs engins dont :

- Une pelle hydraulique sur chenille d'une puissance de 190 kW ;
- Une pelle hydraulique d'une puissance de 170 kW qui est laissée sur place en cas de problème avec la pelle précédente ;
- Un bulldozer ou un chargeur qui pourront être utilisés en cas de besoin.

Le transport des matériaux de la carrière SAM est réalisé à l'aide de trois camions de 32 tonnes qui effectuent environ 12 tours/camion pour évacuer le volume des matériaux extraits.

Afin de limiter l'envol des poussières, un camion-citerne arrose les pistes en période "sèche". En effet, l'importance et la régularité de la pluviométrie au niveau du secteur permettent de limiter les arrosages aux périodes "sèches".

➤ **Zones agricoles**

Les cultures rejettent principalement des pesticides, des poussières et de l'ammoniac. Aux abords de l'installation, les principales parcelles agricoles sont composées de cannes à sucre.

Les figures ci-dessous présentent les cultures agricoles exploitées à proximité du site.

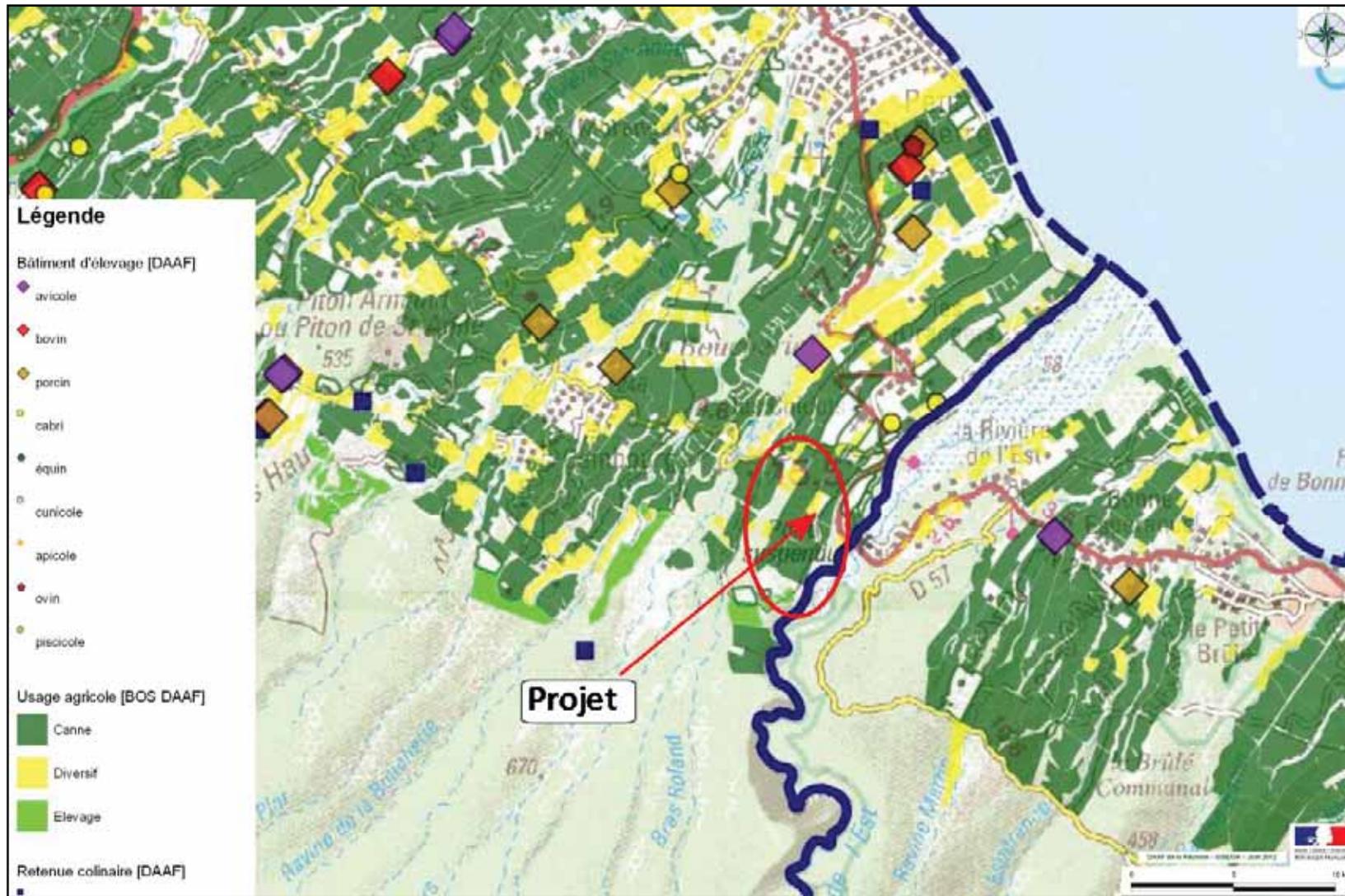


Figure 7: Principaux éléments descriptifs de l'agriculture

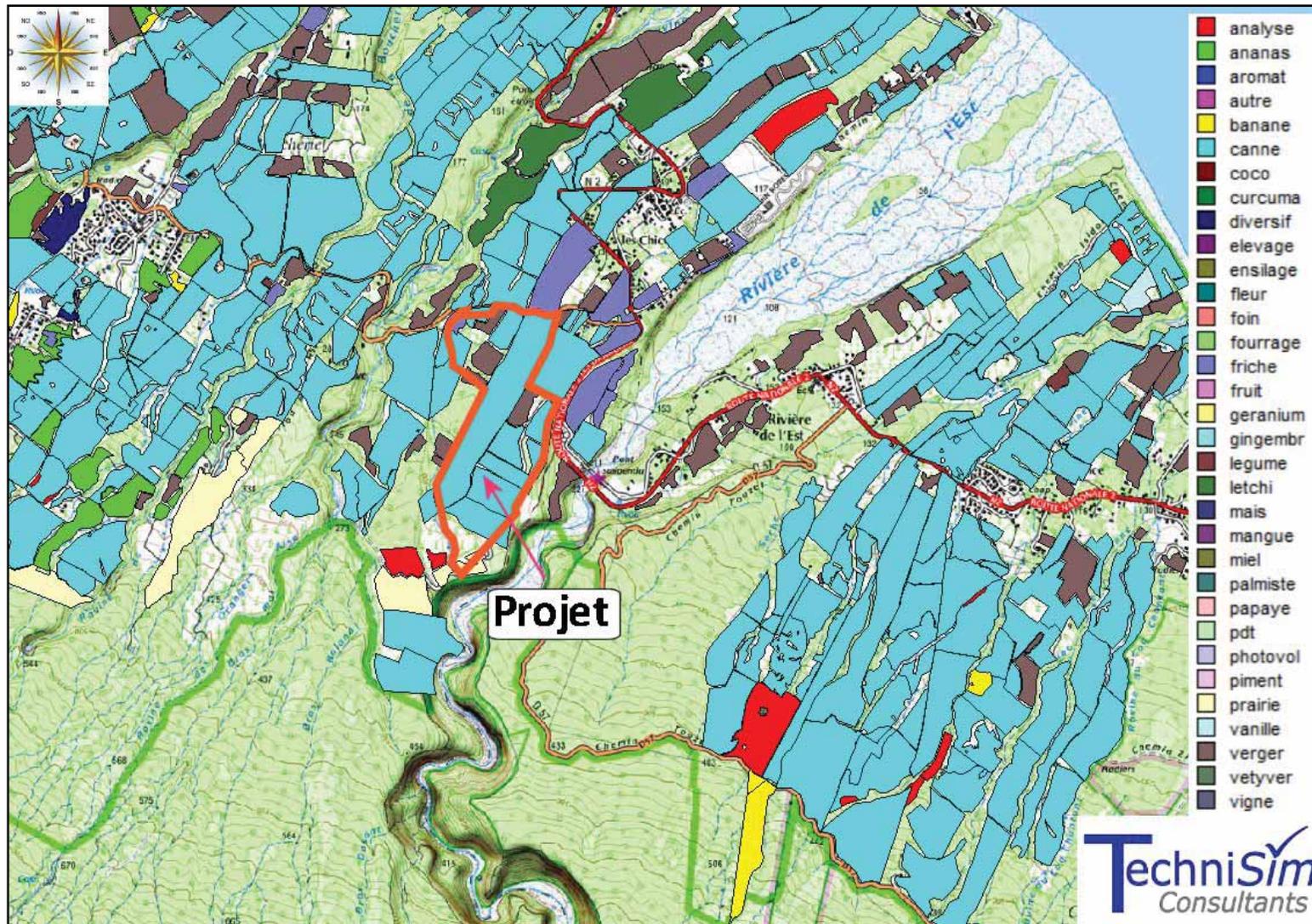


Figure 8: Cultures présentes à proximité du site

➤ **Trafic routier**

La figure ci-dessous présente le trafic sur les principaux axes routiers de l'Île pour l'année 2014.

Selon les données de l'INSEE : « Au Sud, la circulation est dense autour de Saint-Pierre : 65 000 véhicules par jour sur la portion de RN1 ralliant Saint-Louis. La circulation est stable sur la route des Plaines (RN3) avec 4 700 véhicules par jour ».

Le trafic routier est principalement émetteur d'oxydes d'azote [NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub>], d'oxydes de carbone [CO, CO<sub>2</sub>], de COV, de HAP et des métaux lourds.

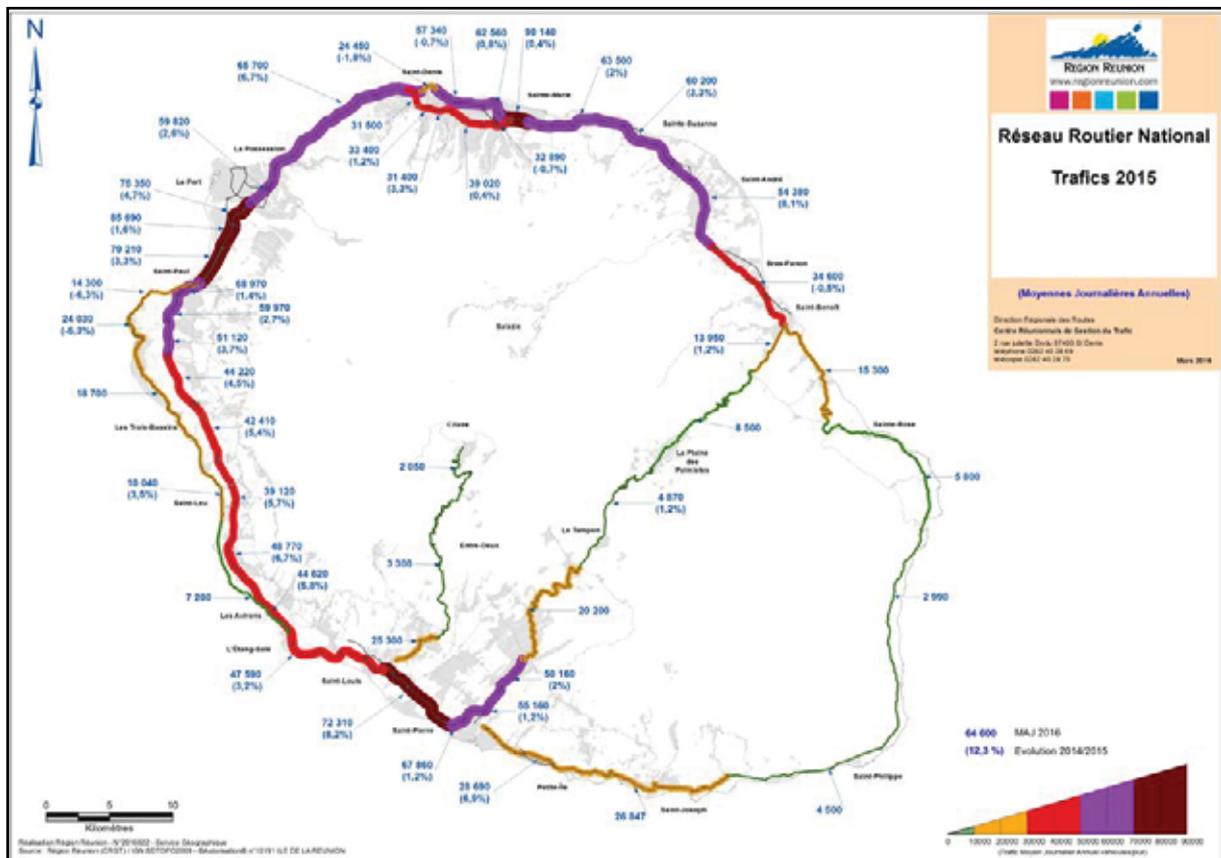


Figure 9: Trafic en moyenne journalière annuelle – Année 2015 (source : INSEE)

**4.2.2 Mesures de l'Observatoire Réunionnais de l'Air**

L'Observatoire Réunionnais de l'Air ne dispose pas de station de mesure, que ce soit fixe ou mobile, à proximité du site.

### 4.3 Qualité de l'air au niveau du site

Afin d'acquérir une représentation de l'état actuel de la qualité de l'air au niveau du site et de ses alentours, *des mesures ont été réalisées sur site le 14 octobre 2012.*

Ces mesures sont des mesures *indicatives*.

Les émissions de l'installation étant majoritairement des particules et des poussières, les mesures ont consisté à quantifier les particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>.

Les particules ont été mesurées à l'aide d'analyseurs de poussières Thermo pDR 1500. La description des appareils est fournie en annexe.



Figure 10: Analyseurs de poussières Thermo pDR 1500

#### ➤ Localisation des points de mesure

Les emplacements des mesures sont indiqués dans le tableau ci-après.

Ceux-ci ont été retenus de manière à quadriller le site ainsi qu'en fonction de l'aménagement du terrain et de la présence des installations proches.

**Tableau 10: Emplacements des mesures des particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>**

N°	Coordonnées WGS 84		Description de l'emplacement
	Latitude	Longitude	
1	21,11802°S	55,73716°E	Point situé à l'extérieur du site, à proximité d'une habitation, en bordure de route (Aucun trafic lors des mesures).
2	21,11842°S	55,74772°E	Point situé à l'extérieur du site, à proximité d'une habitation et d'une plantation.
3	21,12239°S	55,74653°E	Point situé à l'extérieur du site, sur le parking d'une aire de repos à proximité du pont suspendu.
4	21,12863°S	55,73952°E	Point situé à l'intérieur du site, au niveau des champs de canne.

La figure qui suit présente la localisation des points de mesure.

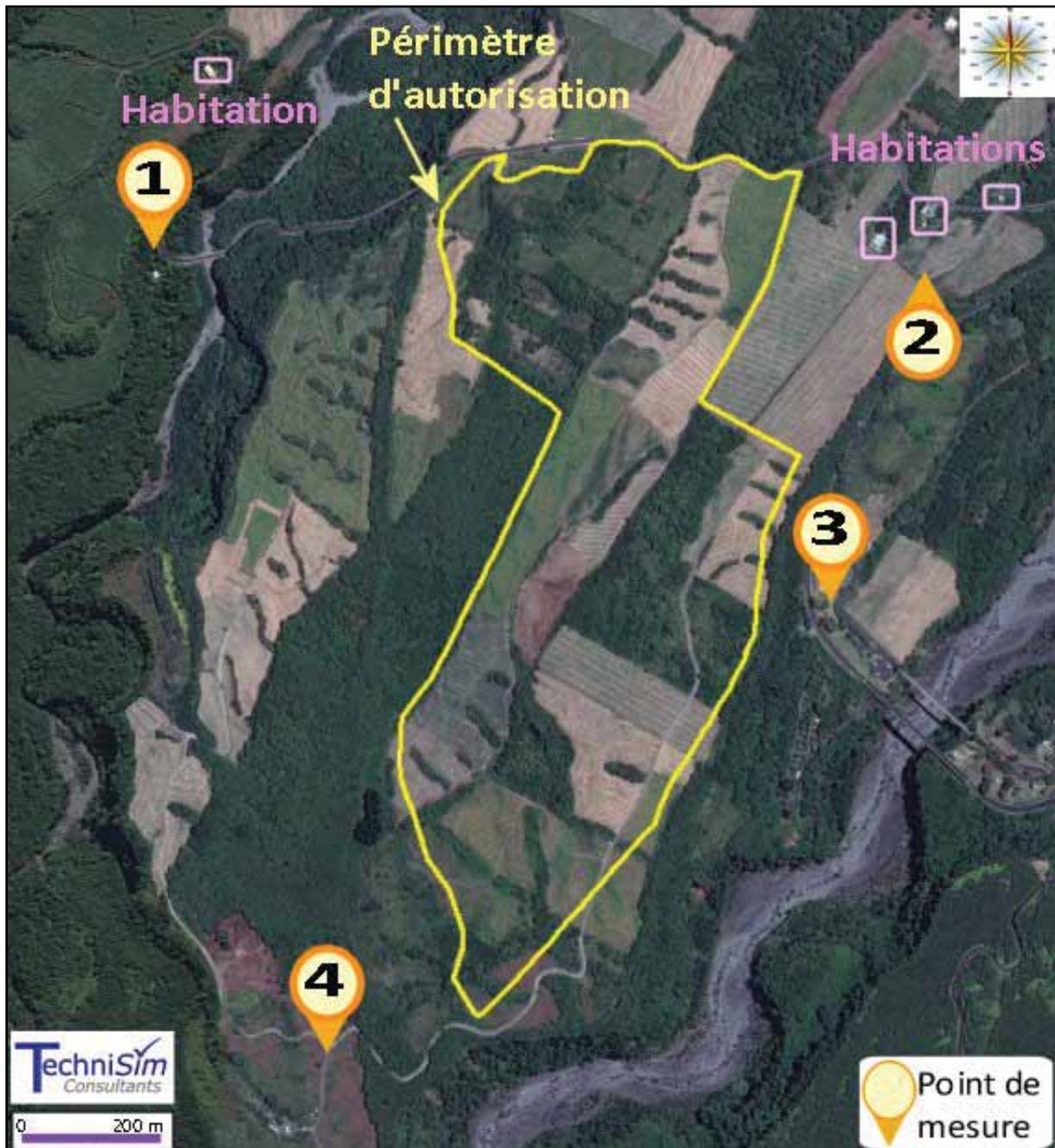


Figure 11: Emplacements des points de mesure in situ

➤ **Conditions météorologiques**

Les conditions météorologiques observées lors des mesures seront à retrouver en annexe. Les observations ont été réalisées à l'aide d'une station météorologique Vantage-VUE de Davis Equipment. La station météo Vantage VUE comprend un ensemble de capteurs ainsi qu'une console.

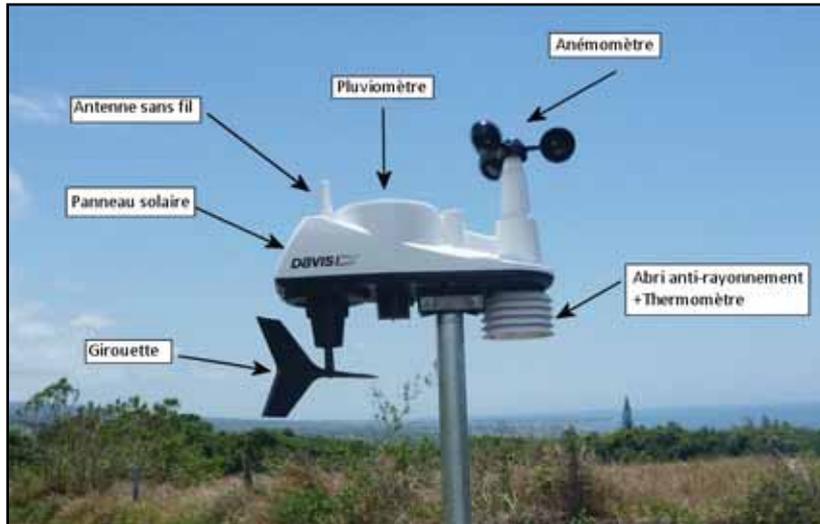


Figure 12: Station météorologique Vantage-VUE

Les conditions météorologiques relevées durant les mesures sont synthétisées dans le tableau ci-après.

Tableau 11: Conditions météorologiques relevées durant les mesures

		Point N°1	Point N°2	Point N°3	Point N°4
Température	[°C]	25,73	25,10	27,61	25,81
Humidité	[%]	56,48	56,00	49,95	55,53
Point de rosée	[°C]	16,42	15,70	16,18	16,22
Vitesse du vent	[m/s]	0,52	0,90	0,74	0,79
Vitesse en rafale	[m/s]	1,72	2,20	2,41	2,26
Pluviométrie	[mm]	0,00	0,00	0,00	0,00
Pression atmosphérique	[hPa]	994,21	994,01	992,71	983,06

Les valeurs du vent relevées lors de la campagne de mesure sont très faibles.

Lors des mesures, le vent provenait du secteur Ouest et aucune précipitation n'a été observée durant la campagne.

Cela coïncide avec les normales saisonnières de Météo France qui placent octobre comme étant l'un des mois comptant le moins de précipitations pour la région, soit en général un total de pluie de 17,9 mm.

La pression mesurée oscillant autour de 990 hPa, cela correspond à une zone dépressive.

Ces conditions météorologiques ne sont pas propices à la dispersion des polluants. En effet, des vents faibles associés à une absence de précipitations ne permettent ni de créer de turbulences -engendrant par la suite la dispersion des rejets-, ni de « lessiver » l'atmosphère par la pluie.

### ➤ Résultats des mesures

Les résultats des mesures sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Les seuils réglementaires en France pour les particules fines sont les suivants :

- **50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne journalière** à ne pas dépasser plus de 35 jours par an pour les particules fines  $\text{PM}_{10}$  ;
- **25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle** (*pas de seuil journalier*) pour les particules fines  $\text{PM}_{2,5}$ .

Pour information, les lignes directrices de l'OMS sont les suivantes :

- **Particules  $\text{PM}_{10}$**  : 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle ;  
50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne sur 24 heures.
- **Particules  $\text{PM}_{2,5}$**  : 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle ;  
25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne sur 24 heures.

Tableau 12: Résultats de mesures in situ

Emplacements	Date	Heure	Durée	Particules $\text{PM}_{10}$ [unité : $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]			
				Moyenne	Maximum	Minimum	Écart-type
Point N°1	14-oct-12	11:15	20 minutes	5,82	7,27	4,87	0,65
Point N°2	14-oct-12	11:42	13 minutes	4,56	6,05	3,48	0,71
Point N°3	14-oct-12	12:55	16 minutes	4,68	5,68	3,82	0,56
Point N°4	14-oct-12	12:15	16 minutes	5,20	7,15	4,34	0,90
Emplacements	Date	Heure	Durée	Particules $\text{PM}_{2,5}$ [unité : $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]			
				Moyenne	Maximum	Minimum	Écart-type
Point N°1	14-oct-12	11:15	20 minutes	4,05	4,91	3,65	0,29
Point N°2	14-oct-12	11:42	13 minutes	2,75	3,93	1,26	0,86
Point N°3	14-oct-12	12:55	16 minutes	2,96	3,85	1,82	0,65
Point N°4	14-oct-12	12:15	16 minutes	3,43	3,76	2,80	0,28

Le tableau qui va suivre regroupe les rapports entre les  $\text{PM}_{2,5}$  et les  $\text{PM}_{10}$ .

Les rapports sont globalement homogènes. Les PM<sub>2,5</sub> représentent entre 60% et 70% des particules PM<sub>10</sub>.

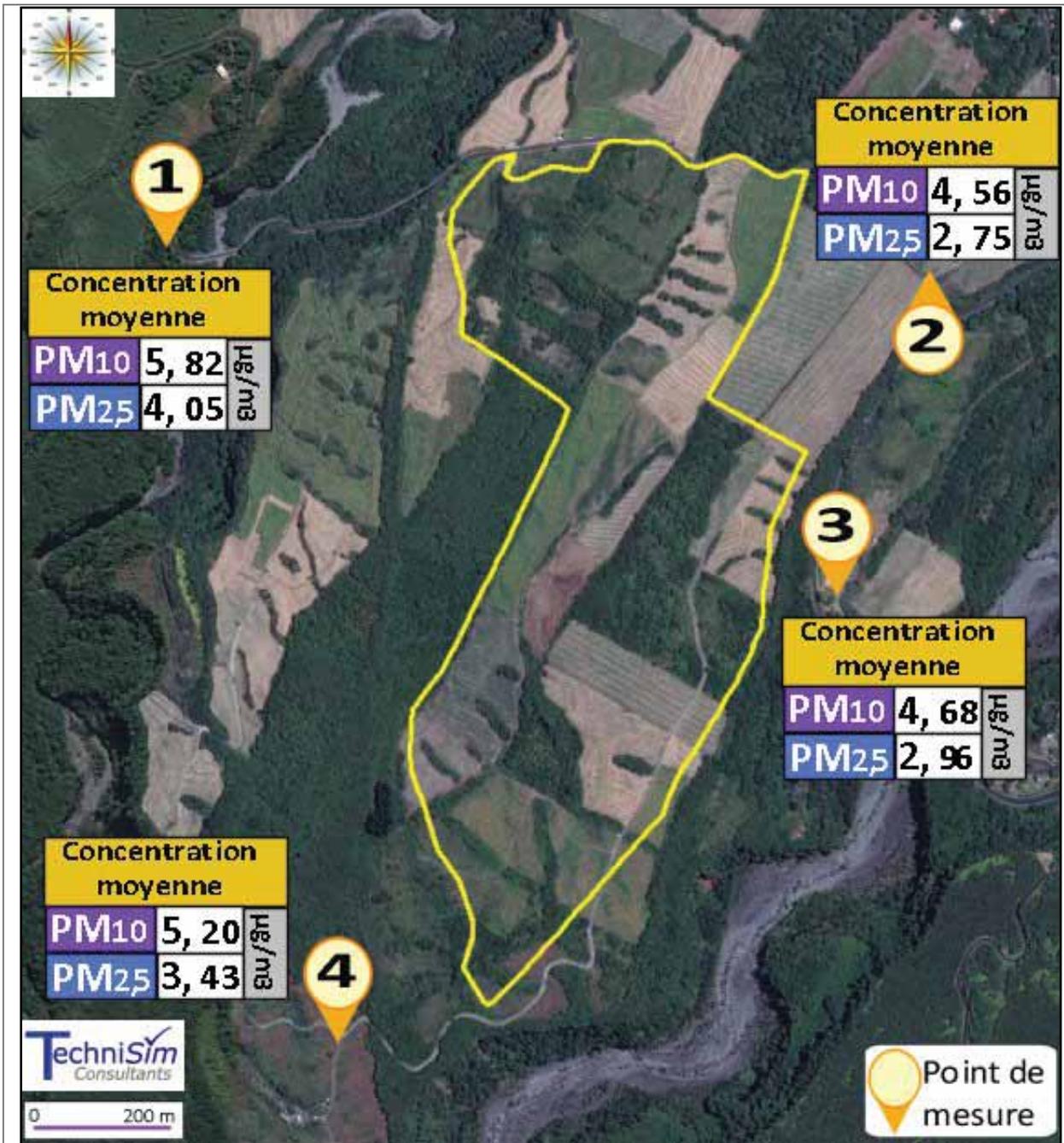
**Tableau 13: Rapports des concentrations de PM<sub>2,5</sub> et de PM<sub>10</sub>**

Emplacement	Point N°1	Point N°2	Point N°3	Point N°4
PM <sub>2,5</sub> /PM <sub>10</sub>	69,59%	60,31%	63,25%	65,96%

La figure suivante synthétise les résultats obtenus.

Il est possible de constater que les concentrations de particules fines PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> mesurées sont **très inférieures aux valeurs limites réglementaires**.

Les principales sources d'émission sont l'érosion éolienne des sols, les activités agricoles, le brûlage des végétaux à l'air ambiant, ainsi que - dans une moindre mesure - le trafic routier.



POLLUANTS	Valeurs limites du décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010
Particules PM10	<u>En moyenne annuelle</u> : 40 µg/m³ <u>En moyenne journalière</u> : 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an
Particules PM2,5	<u>En moyenne annuelle</u> : 25 µg/m³

Figure 13: Résultats de mesures in situ

## 5 Qualité des eaux consommées

Les données de cette partie de l'étude proviennent de l'Agence Régionale de Santé de d'Océan Indien [ARS-OI].

La carte suivante présente les différents réseaux d'alimentation en eau potable existant à proximité du site.

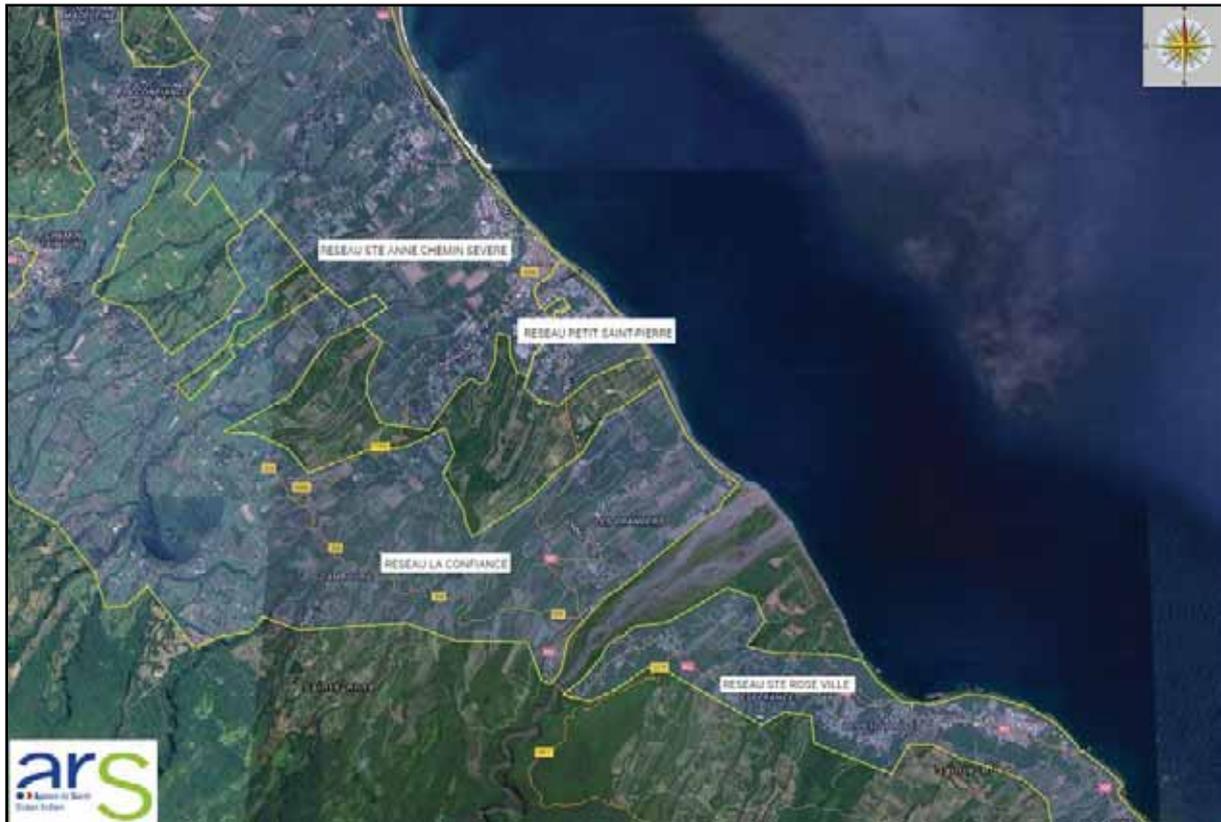


Figure 14: Réseaux d'alimentation en eau potable

Le tableau ci-après résume les caractéristiques du réseau d'eau potable de la zone où le projet va être implanté.

D'une manière générale, l'eau distribuée en 2015 est restée généralement de qualité satisfaisante. Cependant, des problèmes de turbidité peuvent apparaître lors des pluies. Cette situation constitue un facteur de risque pour les personnes immunodéprimées, les personnes âgées de plus de 75 ans, les enfants de moins de 5 ans et les femmes enceintes.

Tableau 14 : Description des réseaux d'alimentation de la zone et résultats des mesures des prélèvements d'eau potable distribuée dans la zone

	RESEAU STE-ANNE CHEMIN SEVERE	RESEAU PETIT SAINT-PIERRE	RESEAU LA CONFIANCE	RESEAU STE-ROSE VILLE
<b>Communes</b>	SAINT-BENOIT	SAINT-BENOIT	SAINT-BENOIT	SAINTE-ROSE
<b>Gestionnaire</b>	Cise Réunion	Cise Réunion	Cise Réunion	Régie communale
<b>Population desservie</b>	3680 habitants	3430 habitants	5120 habitants	5157 habitants
<b>Nature de l'eau</b>	Eau souterraine	Eau superficielle	Eau superficielle	Eau superficielle
<b>Procédé de potabilisation</b>	Désinfection au chlore gazeux	Désinfection au chlore gazeux sans clarification	Désinfection au chlore gazeux sans clarification	Désinfection au chlore gazeux sans clarification
<b>Bilan 2015</b>	L'eau distribuée en 2015 est restée de qualité satisfaisante.	L'eau distribuée en 2015 est restée généralement de qualité satisfaisante. Cependant, des problèmes de turbidité peuvent apparaître lors des pluies.		
<b>Bactériologie (% conformité)</b> <u>Limite de qualité</u> : Absence de germes tests indicateurs de contamination fécale	100%	100%	100%	100%
<b>Turbidité (NFU)</b> <u>Limite de qualité</u> : 2	Moyenne : < 0,25 NFU	Moyenne : < 0,25 NFU	Moyenne : < 0,25 NFU	Moyenne : 5,9°F
<b>Dureté (°F)</b> <u>Limite de qualité</u> : -	Moyenne : 4,2 °F	Moyenne : 4,2 °F	Moyenne : 3,8 °F	Moyenne : 3,8 °F
<b>Nitrates (mg/l)</b> <u>Limite de qualité</u> : 50	Moyenne : 5,7 mg/l Maximum : 8,7 mg/l	Moyenne : 5,7 mg/l Maximum : 8,7 mg/l	Moyenne : 1,6 mg/l Maximum : 2,9 mg/l	Moyenne : 0,4 mg/l Maximum : 0,7 mg/l
<b>Pesticides (µg/l)</b> <u>Limite de qualité</u> : 0,1	Moyenne : 0,02 µg/l (Métolachlore)	Moyenne : 0,02 µg/l (Métolachlore)	Moyenne : 0,04 µg/l Maximum : 0,08 µg/l (Métribuzine)	Moyenne inférieure au seuil de détection (<0,02 µg/l)
<b>Autres paramètres</b>	-	-	-	-

## 6 Analyse des données sanitaires

---

Les données de cette partie de l'étude proviennent de l'Agence Régionale de Santé de l'Océan Indien [ARS-OI] et de l'Observatoire Régional de Santé de l'Océan Indien.

### 6.1 Bilan de l'état de santé de la population réunionnais - généralités

Le document dont sont issues les données présentées dans ce paragraphe est en référence [4].

#### ➤ **Vue d'ensemble**

La population de l'Île de La Réunion est une population très jeune. En effet, 37 % de la population de La Réunion a moins de 20 ans. La croissance démographique se poursuit à un rythme soutenu et l'INSEE prévoit, à l'horizon 2030, 1 million d'habitants sur le territoire. La fécondité des femmes à La Réunion se situe à un niveau largement supérieur à celui de la métropole (2,44 enfants par femme contre 1,98). Cependant l'espérance de vie reste inférieure à celle de la métropole (77 ans à La Réunion contre 81 ans en métropole).

Dans l'Île, les indices de surmortalité révèlent une surmortalité des hommes par rapport à la métropole pour les pathologies suivantes : asthme, maladies endocriniennes, conséquences de l'abus d'alcool, accidents de transport et une surmortalité chez les femmes due au diabète sucré, l'asthme et les pathologies liées à la période périnatale.

En 2007, les taux comparatifs de mortalité prématurée survenant avant 65 ans révèlent une surmortalité régionale par rapport à la métropole, quel que soit le sexe. La différence entre les sexes est très marquée à La Réunion où les décès masculins prématurés sont deux fois plus importants que chez les femmes. Par ailleurs, la part des décès « évitable » par des pratiques de prévention primaire portant sur les conduites addictives, les accidents de la circulation, les chutes accidentelles et le sida, constitue 28 % de la mortalité prématurée dans l'Île.

### ➤ Périnatalité, enfance et adolescence

La mortalité maternelle est préoccupante, elle est estimée à 26,4 décès pour 100 000 naissances contre seulement 7,6 pour la métropole en 2007.

La santé des enfants est également préoccupante sur les points suivants :

- **Troubles du langage et des apprentissages** : les enfants scolarisés en grande section de maternelle sont 10% moins nombreux qu'en métropole à utiliser avec justesse des constructions grammaticales simples ;
- **Pathologie de la nutrition** : la prévalence du surpoids et de l'obésité est de 17,5% en CM2 à La Réunion ;
- **Asthme** : la proportion d'enfants asthmatiques en grande section de maternelle est presque deux fois supérieure à La Réunion qu'en métropole ;
- **Taux de couverture vaccinale** contre la rougeole, les oreillons et la rubéole (ROR) est estimé, à 24-59 mois, à 76% à La Réunion.

### ➤ Obésité et diabète

La population adulte réunionnaise est concernée par les problèmes d'obésité avec des prévalences de l'ordre de 35 % pour le surpoids et de 15 % pour l'obésité, contre respectivement 30 % et 11 % au niveau national. Les prévalences de l'obésité augmentent avec l'âge, et ce de manière très nette chez les femmes où le taux de prévalence passe de 14 % chez les 30-39 ans, à 20 % chez les 40-49 ans et atteint 27 % chez les 50-59 ans.

Le pourcentage de personnes diabétiques (type 2) traitées pharmacologiquement est estimé à 7,8 % de la population en 2007, ce qui place le département en tête de toutes les régions de France. Cependant, la prévalence du diabète traité ne tient pas compte des cas non diagnostiqués. L'enquête REDIA a ainsi montré qu'un tiers des diabétiques ignoraient qu'ils étaient malades au moment de l'enquête. Selon cette étude, la prévalence du diabète connu était estimée à 11,2 % parmi les Réunionnais de 30- 69 ans.

### ➤ Pathologies cardio-vasculaires et rénales

Les taux comparatifs de mortalité par maladies de l'appareil circulatoire sont en baisse globale (-21% entre 2000 et 2007). Cette baisse est identique à celle de la France entière (- 22%) et on l'attribue en partie à la prévention, en partie aux progrès effectués dans la prise en charge. Néanmoins, la mortalité par cardiopathie ischémique a diminué de façon moins marquée qu'en métropole (-17% versus -26%), et La Réunion apparaît en surmortalité

significative par rapport à la moyenne nationale (+32%). Par ailleurs, les accidents cardiaques surviennent en moyenne 7 ans plus tôt à La Réunion.

La proportion d'AVC dans les maladies de l'appareil circulatoire est de 25% à La Réunion comme en métropole. Il est difficile d'estimer l'incidence de l'insuffisance rénale chronique terminale à La Réunion. Cependant on note que le nombre de personnes nouvellement admises en ALD 19 (Néphropathie chronique grave et syndrome néphrotique) a triplé entre 2000 et 2008 et que le nombre de patients dialysés a triplé en vingt ans. La prévalence brute des patients traités par dialyse est deux fois plus élevée qu'en France métropolitaine. Elle est de niveau comparable à celle des U.S.A. où il existe également beaucoup de diabétiques et d'hypertendus.

### ➤ **Comportements à risques**

L'impact de l'alcoolisme est important à La Réunion. Les troubles mentaux en sont également une conséquence ainsi que les accidents de la route, les accidents du travail et les violences. Les conduites à risque concernent aussi la poly toxicomanie alcool-médicaments, alcool-cannabis et plus récemment l'apparition d'ecstasy et de cocaïne dans des milieux jeunes faisant craindre une explosion des phénomènes de dépendance et de leurs conséquences. Ce sont les jeunes qui sont le plus exposés compte tenu de l'absence ou de l'insuffisance des infrastructures de sports et de loisirs et de l'inactivité qui en résulte notamment hors période scolaire. Ceux-ci font un mélange d'alcool, de « bangué » (cannabis local) et de médicaments psychotropes détournés de leur usage. Un jeune sur 10 de 13 à 18 ans a déjà fait une tentative de suicide à La Réunion, où les jeunes filles présentent généralement plus souvent des signes anxio-dépressifs.

## 6.2 Risques sanitaires et environnementaux

Le document dont sont issus les données présentées dans ce paragraphe est en référence [4].

La Réunion étant en région tropicale, la population est plus exposée au risque de nature biologique que la population métropolitaine sous climat tempéré. Ce territoire partage cependant avec la métropole des risques communs tels que l'exposition aux émissions d'origine industrielles, aux contaminations des eaux par les pesticides ou les nitrates et le bruit. Outre le fait que ces expositions peuvent être exacerbées par un retard d'équipement en

infrastructures et les conditions socio-économiques et culturelles, ces départements ont des risques sanitaires et environnementaux spécifiques.

➤ **Risque biologique**

La Réunion, pareillement à Mayotte, possède dans son environnement les vecteurs animaux de maladies tropicales (moustiques en particulier) et est une zone endémique pour les maladies vectorielles transmises par les moustiques (arboviroses, paludisme). Les mouvements de populations sont également des facteurs de risque de développement des maladies épidémiques.

La Réunion se trouve en situation d'anophélisme depuis 1979.

150 à 180 cas importés de paludisme sont recensés par an.

Il existe potentiellement un risque de réintroduction du parasite et de transmission pendant la saison des pluies, lorsque le vecteur (*Anopheles arabiensis*) prolifère.

En 2005 et 2006, l'Ile de La Réunion a été frappée par une crise sanitaire sans précédent : l'épidémie de Chikungunya. En septembre 2006, la CIRE Réunion Mayotte a estimé à 266 000 le nombre de personnes ayant présenté des symptômes de l'infection à Chikungunya depuis le début de l'épidémie.

➤ **Risque physico-chimique**

Il se traduit par l'exposition aux substances cancérigènes, mutagènes et reprotoxiques (CMR) en milieu professionnel mais aussi au sein de la population : 49 cas de saturnisme infantile en février 2011 ont été diagnostiqués dans la ville du Port, à proximité d'un sol pollué par des batteries de voiture.

L'activité soutenue du Piton de la Fournaise entraîne des rejets et retombées volcaniques dont les conséquences sont sans doute insuffisamment évaluées. Il en est ainsi de la composition chimique des sols, riches en éléments trace métallique (ETM).

L'exposition aux nitrates et pesticides est à considérer de la même manière qu'en métropole.

L'habitat insalubre et les retards dans les équipements d'infrastructures pour l'eau potable et le traitement des eaux usées sont une composante forte de La Réunion. Cette absence des garanties minimales d'hygiène et de sécurité sanitaire pour une fraction significative de la population entraîne une surexposition aux risques biologique et physico-chimique.

### 6.3 Cancer à la Réunion

Le document dont sont issus les données présentées dans ce paragraphe est en référence [5].

Le cancer est un terme général appliqué à un grand groupe de maladies qui touchent n'importe quelle partie de l'organisme. La caractéristique étant la prolifération rapide de cellules anormales qui peuvent se répandre dans d'autres organes, formant des métastases.

En 2011, le registre des cancers de La Réunion a enregistré 195 cas de cancers invasifs (hors tumeurs cutanées non mélaniques) et pathologies hématologiques malignes. Les taux d'incidence bruts sont respectivement de 297,3 et 232,9 pour 100 000 personnes chez les hommes et chez les femmes. Le risque de cancer augmente régulièrement à partir de 30 ans chez la femme et de 35 ans chez l'homme.

Le sexe ratio homme/femme est de 1,412. Chez les hommes, plus de la moitié des cancers sont diagnostiqués entre 60 et 79 ans ; chez les femmes, 77 % des cancers sont diagnostiqués entre 40 et 79 ans.

Chez les hommes, la distribution par localisation tumorale montre que les cancers de la prostate, du poumon et du colon rectum représentent près de la moitié des cancers chez les hommes. Les localisations les plus fréquemment observées à La Réunion chez les hommes sont les mêmes que celles décrites pour la population métropolitaine

Chez les femmes, la moitié des cancers est représentée par les cancers du sein, du colon-rectum et du col de l'utérus. Comme pour les hommes, le taux d'incidence standardisé du cancer de l'estomac à La Réunion est plus du double de celui observé en métropole. D'autre part, on observe une nette sur-incidence des cancers du col de l'utérus.

L'évolution des taux d'incidence standardisés sur la période 1990-2011 montre une augmentation constante chez les femmes et une incidence qui a augmenté régulièrement chez les hommes jusqu'au milieu des années 2000 puis s'est stabilisée pour amorcer une décroissance.

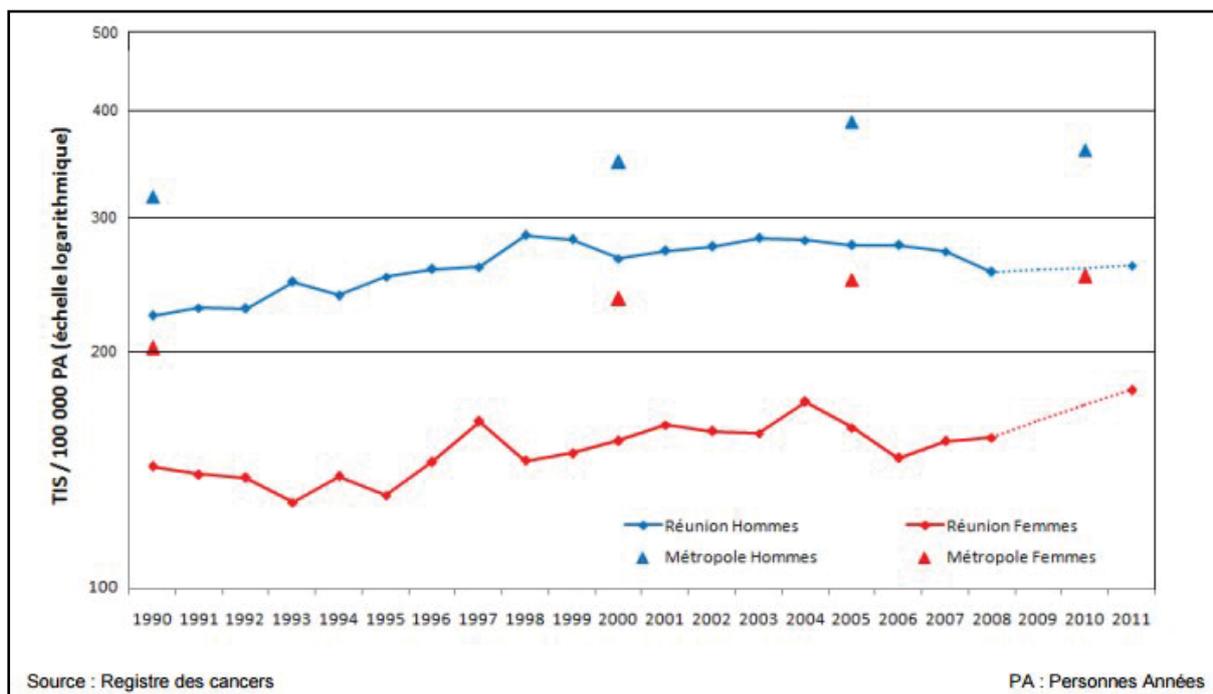


Figure 15: Évolution des taux d'incidence standardisés par sexe

Cependant, au total, l'incidence globale des cancers à La Réunion est inférieure à celle décrite en France métropolitaine pour les 2 sexes pour la période 1990- 2011, alors que les évolutions observées sur cette période sont assez similaires. Néanmoins, l'analyse des incidences par localisation tumorale montre un certain nombre de spécificités propres à la population réunionnaise, en termes de niveaux d'incidence (surincidences des cancers de l'estomac ou du col de l'utérus par exemple) ou d'évolution de l'incidence (forte augmentation des cancers du côlon-rectum).

#### 6.4 Asthme à la Réunion

Le document dont sont issus les données présentées dans ce paragraphe est en référence [6].

L'asthme est une maladie chronique inflammatoire des voies aériennes qui se caractérise par une réactivité excessive des bronches (œdème, contraction des muscles bronchiques, sécrétion de mucus) à certaines agressions, provoquant une gêne à la circulation de l'air.

L'origine de l'asthme est multifactorielle, faisant intervenir des facteurs génétiques et environnementaux (tabagisme maternel au cours de la grossesse, infections et expositions à certains allergènes lors des premières années de vie, expositions professionnelles, etc.).

L'obésité est aussi décrite comme facteur de risque. Toutefois, l'étiologie de l'asthme n'est pas encore clairement élucidée à ce jour.

La Réunion est caractérisée par des prévalences de l'asthme plus élevées qu'en métropole chez les enfants et les adolescents scolarisés, mais aucune donnée récente n'existe sur la prévalence de l'asthme en population générale sur l'île.

Près de 150 Réunionnais ont été nouvellement admis en Affection de Longue Durée (ALD) pour asthme sévère, en moyenne, chaque année entre 2009 et 2011. Près d'un quart d'entre eux a moins de 25 ans.

Près de 2 600 passages aux urgences pour asthme ont été recensés en 2012 dans les différents services de l'île (adultes et pédiatrie). Près de 20 décès ont été directement liés à l'asthme en moyenne chaque année sur la période 2008-2010. Trois décès par asthme sur dix surviennent avant 65 ans.

Le taux standardisé de mortalité régional est 3 fois plus élevé comparativement à la moyenne métropolitaine (4 contre 1 décès pour 100 000 habitants).

Les causes étiologiques de l'asthme à La Réunion restent peu documentées.

Sur la période 2009-2011, le taux standardisé de nouvelles admissions en ALD pour asthme sévère est plus élevé dans le bassin Est, avec 30 admissions pour 100 000 habitants, en moyenne chaque année. Ce territoire apparaît en sur-admission en ALD pour asthme sévère par rapport à l'ensemble régional (test non significatif). C'est le territoire de santé Ouest qui présente le taux standardisé de nouvelles admissions en ALD le plus faible : 21 admissions pour 100 000 habitants.

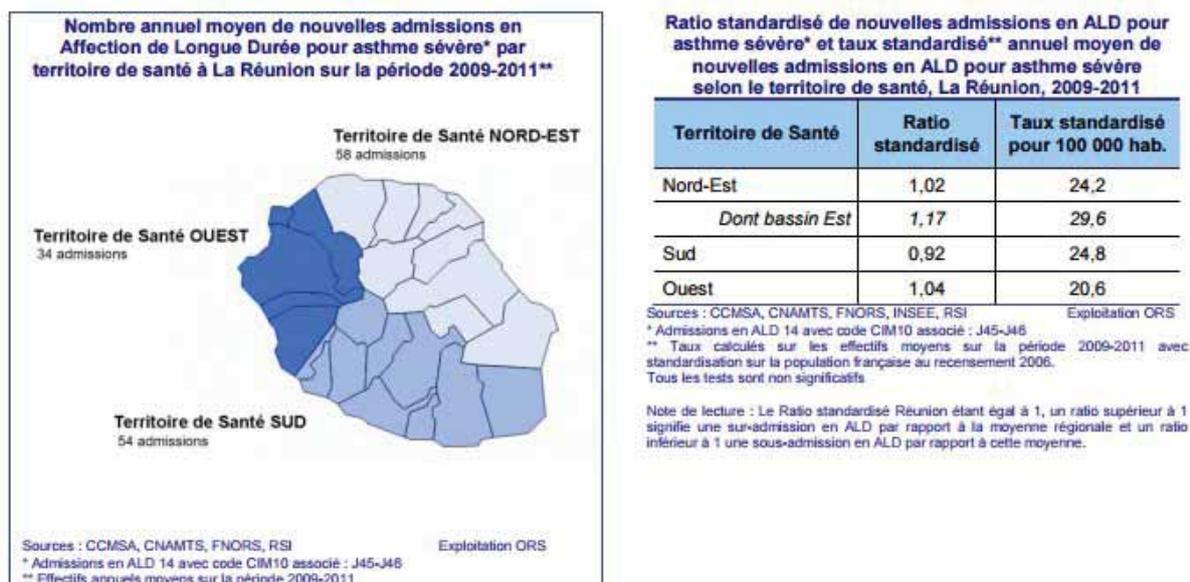


Figure 16: Nombre annuel moyen de nouvelles admissions en Affection de Longue Durée pour asthme sévère\* par territoire de santé à La Réunion sur la période 2009-2011

La figure ci-après présente le tableau de bord relatif à l'asthme en ce qui concerne la région de La Réunion.

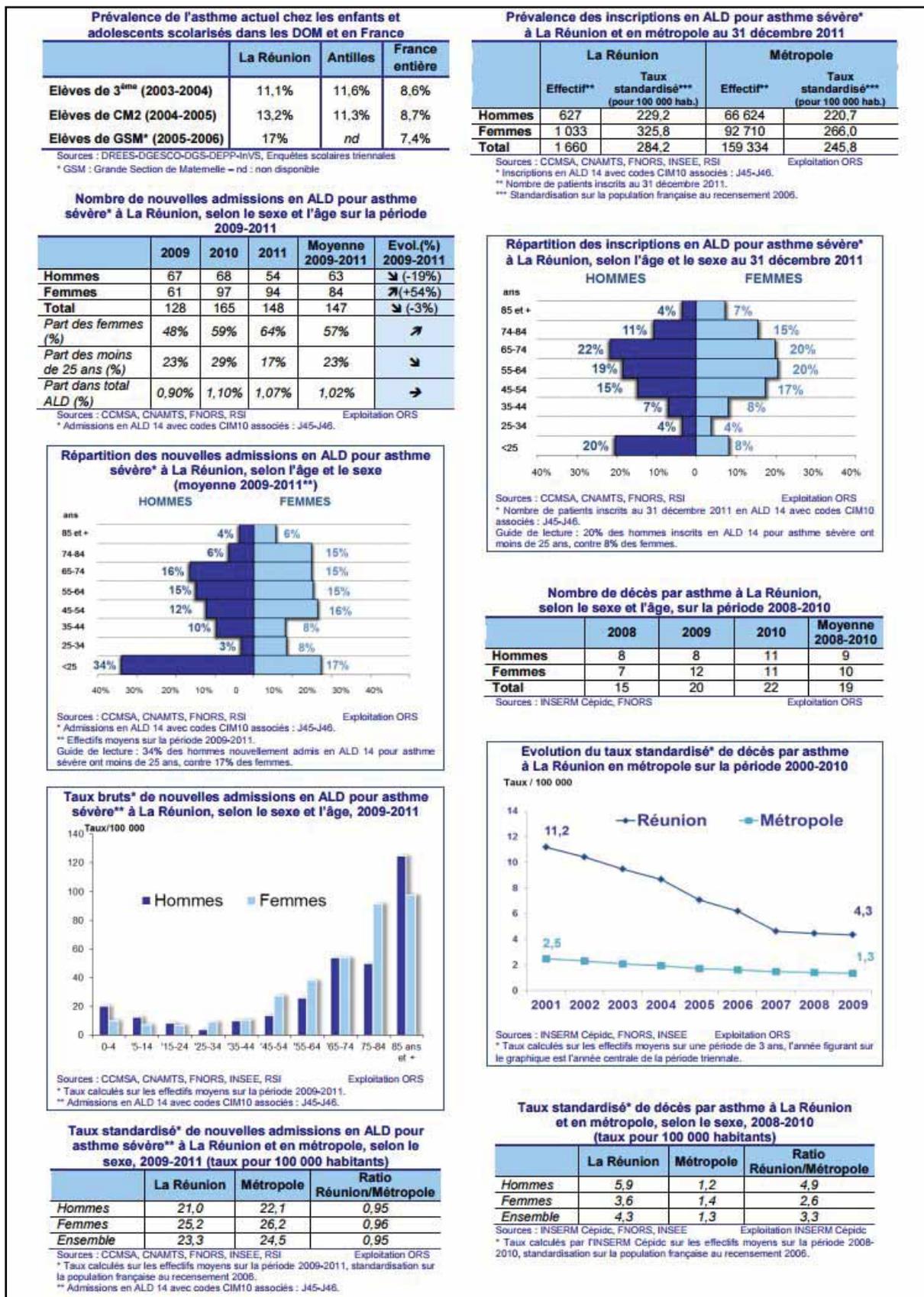


Figure 17: Tableau de bord sur l'asthme à La Réunion

## 6.5 Profil de santé du territoire Nord-Est de la Réunion

Le document dont sont issues les données présentées dans ce paragraphe est en référence [7].

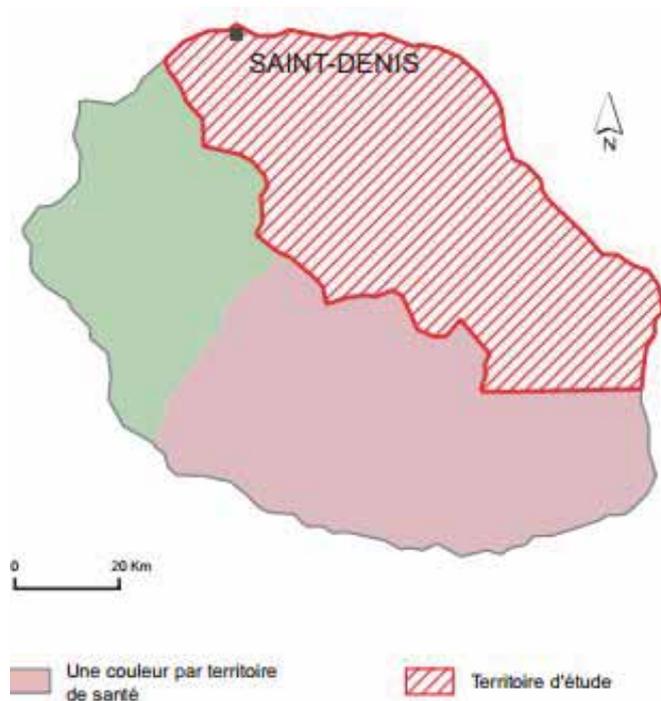


Figure 18: Territoire étudié

Le territoire Nord-Est, avec 316 633 habitants pour 1 023,7 km<sup>2</sup>, a une densité de population supérieure à la moyenne nationale.

L'effectif de population a progressé de 13,9% entre 1999 et 2009 (6,9% au plan national).

Sur la période 2007-2009, le taux de mortalité générale du territoire (978,9 pour 100 000 habitants) est supérieur à la moyenne nationale (827,0 pour 100 000 habitants).

La mortalité prématurée (décès survenant avant 65 ans) représente 36,6% des décès : 43,1% pour les hommes et 28,4% pour les femmes

Le territoire Nord-Est présente un taux de mortalité prématurée évitable liée aux pratiques de prévention primaire au-dessus de la moyenne nationale.

Le taux standardisé de mortalité par maladies cardio-vasculaires et le taux de mortalité infantile sont supérieurs aux moyennes nationales. Les taux standardisés de mortalité par cancer, notamment par cancer du sein, sont en dessous des niveaux nationaux.

Les maladies de l'appareil circulatoire, les cancers, le diabète et la maladie mentale représentent 82,9% des affections de longue durée dans le territoire sur la période 2008-2010. Le territoire Nord-Est présente des taux d'admission en ALD pour diabète et maladies cardiovasculaires supérieurs aux taux nationaux (en particulier pour le diabète). Pour les cancers, et les maladies mentales, les taux d'admission sont en dessous des taux nationaux.

Le territoire de santé Nord-Est se caractérise par une surmortalité liée à l'alcool par rapport à la situation nationale.

Les taux de mortalité par cancer du poumon et par suicide sont inférieurs aux taux nationaux. Le territoire Nord-Est présente un taux de mortalité par accident de la circulation proche de la moyenne nationale.

La figure ci-après permet de comparer le territoire de santé examiné par rapport à la moyenne française, à la moyenne de la région, à la valeur la plus basse et la plus haute parmi l'ensemble des territoires de santé.

	INDICATEUR	EFFECTIF DU TERRITOIRE	VALEUR DU Taux DU TERRITOIRE	RANG	VALEUR FRANCE ENTIERE	VALEUR DE TERRITOIRE MINIMUM FRANCE ENTIERE	GRAPHIQUE	VALEUR DE TERRITOIRE MAXIMUM FRANCE ENTIERE
CONTEXTE	1 Moins de 20 ans	109 581	34,6	2/106	24,8	19,5		44,5
	2 75 ans et plus	9 799	3,1	104/106	8,7	1,6		13,4
	3 Foyers fiscaux non imposés	117 959	70,7	6/106	46,5	30,5		76,4
	4 Rapport ouvriers / cadres	19 831	184,0	71/106	137,6	15,8		520,2
	5 Jeunes non diplômés	9 695	21,8	4/106	10,1	4,7		45,3
	6 Familles monoparentales	21 221	36,1	5/106	22,2	13,3		49,8
	7 Mères de moins de 18 ans	180	32,3	4/106	6,3	1,7		69,6
MORTALITE	8 Mortalité générale *	1 534	978,9	6/106	827,0	670,1		1 081,7
	9 Mortalité prématurée - Hommes *	404	362,8	7/106	282,0	215,7		431,7
	10 Mortalité prématurée - Femmes *	196	161,4	6/106	127,8	100,4		185,2
	11 Mortalité prématurée évitable liée aux pratiques de prévention primaire *	159	67,8	55/106	65,9	38,0		108,6
	12 Mortalité par maladies cardiovasculaires *	449	324,7	1/106	226,4	152,3		324,7
	13 Mortalité par cancers *	339	202,3	101/106	236,0	179,5		293,5
	14 Mortalité par cancer du sein *	22	19,9	102/106	31,4	15,4		41,3
	15 Mortalité infantile *	45	7,9	4/106	3,7	1,8		11,6
MORBIIDITE	16 Admissions en ALD pour diabète *	1 442	635,2	3/100**	351,8	204,2		661,0
	17 Admissions en ALD pour maladies cardiovasculaires *	1 711	906,9	18/100**	791,3	581,3		1 361,8
	18 Admissions en ALD pour cancer *	611	307,2	99/100**	466,6	282,2		532,3
	19 Admissions en ALD pour maladies mentales *	377	126,9	91/100**	182,9	59,4		325,2
	20 Admissions en ALD pour Alzheimer *	101	82,8	91/100**	96,5	60,3		115,8
COMORBIDITES EN LIEN AVEC LA SANTE	21 Mortalité liée à l'alcool *	104	48,2	6/106	30,6	16,3		62,0
	22 Mortalité par cancer du poumon *	55	31,8	101/106	45,2	16,2		59,1
	23 Mortalité par suicide *	33	11,7	91/106	16,3	3,9		33,6
	24 Mortalité par accident de la circulation *	23	7,1	62/106	6,8	2,4		15,4
OFFRE SANITAIRE ET MEDICO-SOCIALE	25 Médecins généralistes libéraux	293	92,5	62/106	96,4	41,9		131,2
	26 Chirurgiens-dentistes libéraux	143	45,2	69/106	56,9	22,7		111,9
	27 Infirmiers libéraux	605	191,1	31/106	142,2	52,7		371,6

Note présentant les indicateurs

1/ Nombre de personnes âgées de moins de 20 ans pour 100 personnes (2009), Insee/RP - 2/ Nombre de personnes âgées de 75 ans et plus pour 100 personnes (2009), Insee/RP - 3/ Nombre de foyers fiscaux non imposables pour 100 foyers fiscaux (2010), Direction Générale des Finances Publiques/Impôt sur le revenu - 4/ Nombre d'ouvriers pour 100 cadres et professions intellectuelles supérieures dans la population active de 15 ans ou plus ayant un emploi (2009), Insee/RP - 5/ Nombre de jeunes de 20-29 ans non diplômés pour 100 personnes de 20-29 ans (2009), Insee/RP - 6/ Nombre de familles monoparentales pour 100 familles ayant des enfants de moins de 25 ans (2009), Insee/RP - 7/ Nombre de naissances vivantes dont la mère est âgée de moins de 18 ans pour 1 000 naissances vivantes (2009-2011), Insee, État civil - 8/ à 13/ Taux standardisés de mortalité sur la population France entière au RP2006 pour 100 000 (2007-2009), Inserm-CépiDc, Insee - 14/ Taux standardisé de mortalité sur la population France entière au RP2006 pour 100 000 femmes (2007-2009), Inserm-CépiDc, Insee - 15/ Nombre de décès d'enfants de moins de 1 an pour 1 000 naissances vivantes (2009-2011), Insee, État civil - 16/ à 20/ Taux standardisés d'admissions en ALD sur la population France entière au RP2006 pour 100 000 personnes (2008-2010), Cnamts, CCMSA, CNRSI, Insee - 21/ à 24/ Taux standardisés de mortalité sur la population France entière au RP2006 pour 100 000 personnes (2007-2009), Inserm-CépiDc, Insee - 25/ Nombre de médecins généralistes libéraux pour 100 000 habitants, Drees, ASIP-Santé, RPPS 2012, Insee - 26/ Nombre de chirurgiens-dentistes libéraux pour 100 000 habitants, Drees, ASIP-Santé, RPPS 2012, Insee - 27/ Nombre d'infirmiers libéraux pour 100 000 habitants, Drees, ASIP-Santé, répertoire Adeli 2012, Insee.

S=secret statistique

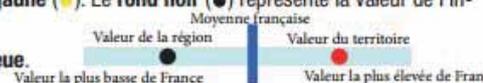
\* = effectifs annuels moyens

\*\* = France incomplète (sans les régions Champagne-Ardenne et Lorraine)

Le **filet bleu** ( | ) correspond à la valeur pour la France entière.

La position du territoire de santé est représentée pour chaque indicateur par un **rond rouge** (●). Si le territoire de santé a la valeur la plus basse ou la plus élevée parmi l'ensemble des territoires français, le rond est alors **jaune** (●). Le **rond noir** (●) représente la valeur de l'indicateur pour la région.

L'étendue des valeurs pour les territoires de santé est représentée par la **bande bleue**.



Dans le tableau, le territoire de santé de rang 1 est celui qui a la valeur la plus élevée pour cet indicateur, parmi l'ensemble des territoires de santé.

	INDICATEUR	EFFECTIF DU TERRITOIRE	VALEUR DU Taux DU TERRITOIRE	RANG	VALEUR FRANCE ENTIERE	VALEUR DE TERRITOIRE MINIMUM FRANCE ENTIERE	GRAPHIQUE	VALEUR DE TERRITOIRE MAXIMUM FRANCE ENTIERE
CONTEXTE	1 Moins de 20 ans	109 581	34,6	2/106	24,8	19,5		44,5
	2 75 ans et plus	9 799	3,1	104/106	8,7	1,6		13,4
	3 Foyers fiscaux non imposés	117 959	70,7	6/106	46,5	30,5		76,4
	4 Rapport ouvriers / cadres	19 831	184,0	71/106	137,6	15,8		520,2
	5 Jeunes non diplômés	9 695	21,8	4/106	10,1	4,7		45,3
	6 Familles monoparentales	21 221	36,1	5/106	22,2	13,3		49,8
	7 Mères de moins de 18 ans	180	32,3	4/106	6,3	1,7		69,6
MORTALITE	8 Mortalité générale *	1 534	978,9	6/106	827,0	670,1		1 081,7
	9 Mortalité prématurée - Hommes *	404	362,8	7/106	282,0	215,7		431,7
	10 Mortalité prématurée - Femmes *	196	161,4	6/106	127,8	100,4		185,2
	11 Mortalité prématurée évitable liée aux pratiques de prévention primaire *	159	67,8	55/106	65,9	38,0		108,6
	12 Mortalité par maladies cardiovasculaires *	449	324,7	1/106	226,4	152,3		324,7
	13 Mortalité par cancers *	339	202,3	101/106	236,0	179,5		293,5
	14 Mortalité par cancer du sein *	22	19,9	102/106	31,4	15,4		41,3
	15 Mortalité infantile *	45	7,9	4/106	3,7	1,8		11,6
MORBIIDITE	16 Admissions en ALD pour diabète *	1 442	635,2	3/100**	351,8	204,2		661,0
	17 Admissions en ALD pour maladies cardiovasculaires *	1 711	906,9	18/100**	791,3	581,3		1 361,8
	18 Admissions en ALD pour cancer *	611	307,2	99/100**	466,6	282,2		532,3
	19 Admissions en ALD pour maladies mentales *	377	126,9	91/100**	182,9	59,4		325,2
	20 Admissions en ALD pour Alzheimer *	101	82,8	91/100**	96,5	60,3		115,8
COMORBIDITES EN LIEN AVEC LA SANTE	21 Mortalité liée à l'alcool *	104	48,2	6/106	30,6	16,3		62,0
	22 Mortalité par cancer du poumon *	55	31,8	101/106	45,2	16,2		59,1
	23 Mortalité par suicide *	33	11,7	91/106	16,3	3,9		33,6
	24 Mortalité par accident de la circulation *	23	7,1	62/106	6,8	2,4		15,4
OFFRE SANITAIRE ET MEDICO-SOCIALE	25 Médecins généralistes libéraux	293	92,5	62/106	96,4	41,9		131,2
	26 Chirurgiens-dentistes libéraux	143	45,2	69/106	56,9	22,7		111,9
	27 Infirmiers libéraux	605	191,1	31/106	142,2	52,7		371,6

Note présentant les indicateurs

1/ Nombre de personnes âgées de moins de 20 ans pour 100 personnes (2009), Insee/RP - 2/ Nombre de personnes âgées de 75 ans et plus pour 100 personnes (2009), Insee/RP - 3/ Nombre de foyers fiscaux non imposables pour 100 foyers fiscaux (2010), Direction Générale des Finances Publiques/Impôt sur le revenu - 4/ Nombre d'ouvriers pour 100 cadres et professions intellectuelles supérieures dans la population active de 15 ans ou plus ayant un emploi (2009), Insee/RP - 5/ Nombre de jeunes de 20-29 ans non diplômés pour 100 personnes de 20-29 ans (2009), Insee/RP - 6/ Nombre de familles monoparentales pour 100 familles ayant des enfants de moins de 25 ans (2009), Insee/RP - 7/ Nombre de naissances vivantes dont la mère est âgée de moins de 18 ans pour 1 000 naissances vivantes (2009-2011), Insee, État civil - 8/ à 13/ Taux standardisés de mortalité sur la population France entière au RP2006 pour 100 000 (2007-2009), Inserm-CépiDc, Insee - 14/ Taux standardisé de mortalité sur la population France entière au RP2006 pour 100 000 femmes (2007-2009), Inserm-CépiDc, Insee - 15/ Nombre de décès d'enfants de moins de 1 an pour 1 000 naissances vivantes (2009-2011), Insee, État civil - 16/ à 20/ Taux standardisés d'admissions en ALD sur la population France entière au RP2006 pour 100 000 personnes (2008-2010), Cnamts, CCMSA, CNRSI, Insee - 21/ à 24/ Taux standardisés de mortalité sur la population France entière au RP2006 pour 100 000 personnes (2007-2009), Inserm-CépiDc, Insee - 25/ Nombre de médecins généralistes libéraux pour 100 000 habitants, Drees, ASIP-Santé, RPPS 2012, Insee - 26/ Nombre de chirurgiens-dentistes libéraux pour 100 000 habitants, Drees, ASIP-Santé, RPPS 2012, Insee - 27/ Nombre d'infirmiers libéraux pour 100 000 habitants, Drees, ASIP-Santé, répertoire Adeli 2012, Insee.

S=secret statistique

\* = effectifs annuels moyens

\*\* = France incomplète (sans les régions Champagne-Ardenne et Lorraine)

Le **filet bleu** ( | ) correspond à la valeur pour la France entière.

La position du territoire de santé est représentée pour chaque indicateur par un **rond rouge** (●). Si le territoire de santé a la valeur la plus basse ou la plus élevée parmi l'ensemble des territoires français, le rond est alors **jaune** (●). Le **rond noir** (●) représente la valeur de l'indicateur pour la région.

L'étendue des valeurs pour les territoires de santé est représentée par la **bande bleue**.



Dans le tableau, le territoire de santé de rang 1 est celui qui a la valeur la plus élevée pour cet indicateur, parmi l'ensemble des territoires de santé.

Figure 19: Situation du territoire de santé du Nord-Est

## 7 Analyse du domaine d'étude

---

L'urbanisation aux abords du projet est en l'occurrence très limitée.

Les zones d'habitation les plus proches du site sont :

- Trois habitations le long de la RD3, à 120, 180 et 285 mètres au nord-est de l'emprise du site ;
- Deux habitations le long de la RD3, à 407 et 380 mètres au nord-ouest de l'emprise du site, sur la rive gauche de la Ravine des Orangers ;
- Le quartier des Chicots, situé, pour l'habitation la plus proche, à 290 mètres au nord-est et comprenant une école à 800 m au nord-est du site ;
- Le quartier Rivière de l'Est, situé à près de 1,2 km à l'est, sur la rive droite de la Rivière de l'Est avec en pourtour de ce quartier quelques habitations isolées dont la plus proche se situe à 440 m du projet ;
- Le quartier de Cambourg, situé à 1,3 km à l'ouest ;
- Une dizaine d'habitations disséminées entre Cambourg et l'emprise du site ;
- Une exploitation agricole localisée à 1,6 km au sud-est.

La figure suivante présente les données carroyées de population (carreaux de 200 mètres sur 200 mètres). Ces données proviennent de l'INSEE (Mise à jour : 20 novembre 2013).

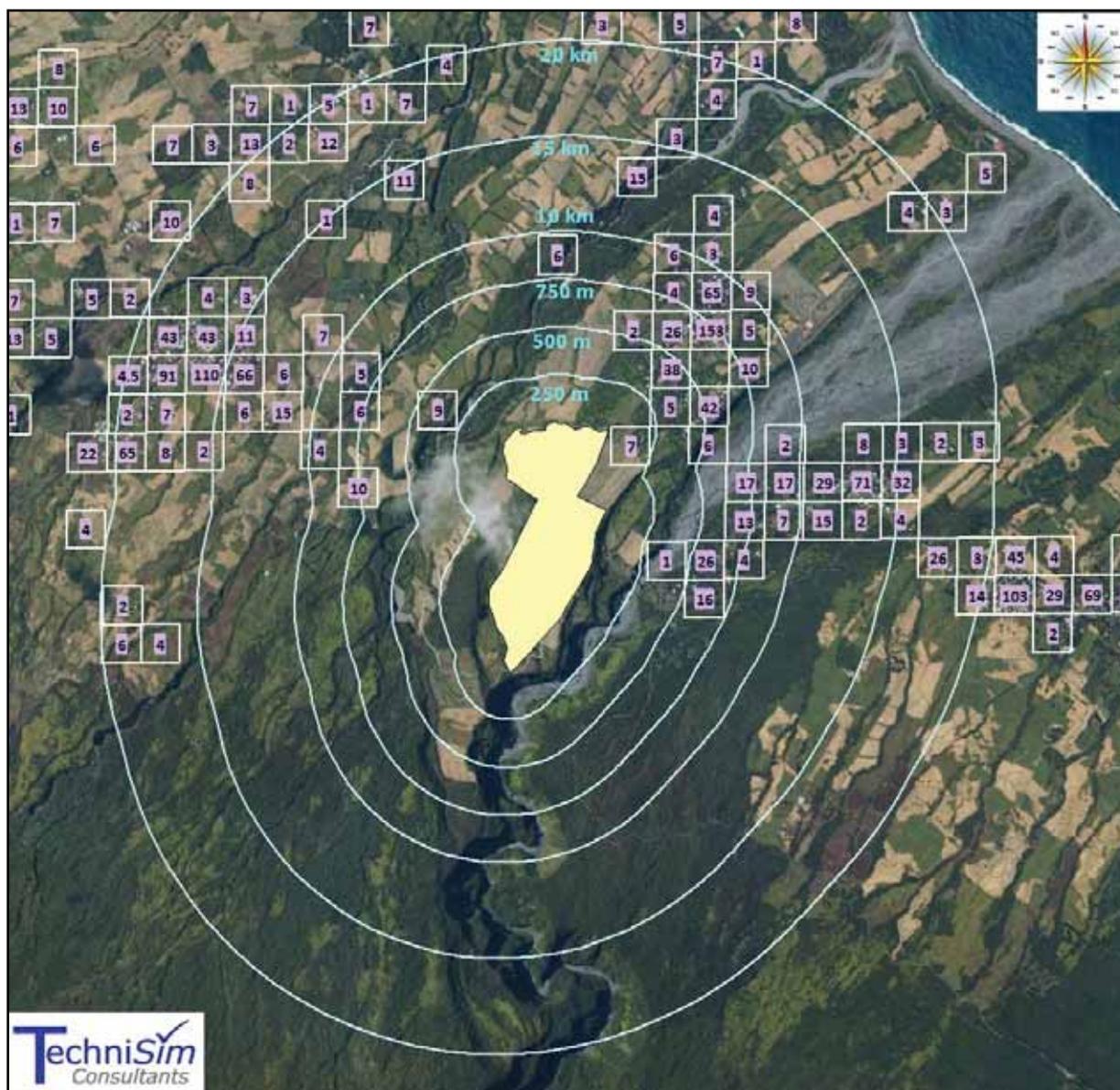


Figure 20 : Densité de population à proximité du site

Le tableau ci-après présente les caractéristiques de la population dans un rayon de 3,0 km autour du site. Ces données proviennent de l'INSEE.

La population est faible dans une zone de 1 kilomètre autour du site, puis se densifie en s'éloignant du site.

Les populations dites les plus « sensibles » aux effets de la pollution (moins de 18 ans et plus de 65 ans) représentent environ 40% de la population totale.

Tableau 15: Caractéristiques de la population dans un rayon de 3,0 km autour du site

PARAMETRES	de 0 à 1 km	de 1 km à 2 km	de 2 à 3 km
Nombre de ménages résidant dans la zone	136	329	458
Nombre total de ménages présents depuis 5 ans ou plus dans leur logement actuel	58	159	229
Nombre total de ménages propriétaires	92	222	307
Nombre total d'individus âgés de 0 à 3 ans	25	76	106
Nombre total d'individus âgés de 4 à 5 ans	13	44	51
Nombre total d'individus âgés de 6 à 10 ans	40	89,5	114,5
Nombre total d'individus âgés de 11 à 14 ans	34	76	107
Nombre total d'individus âgés de 15 à 17 ans	33	70	67
Nombre total d'individus âgés de 18 à 24 ans	39	85	106
Nombre total d'individus âgés de 25 à 64 ans	210	525	715
Nombre total d'individus âgés de 65 ans et plus	43	101	144
Pourcentage d'individus âgés de moins de 18 ans	33,2%	33,3%	31,6%
Pourcentage d'individus âgés de 65 ans et plus	9,8%	9,5%	10,2%

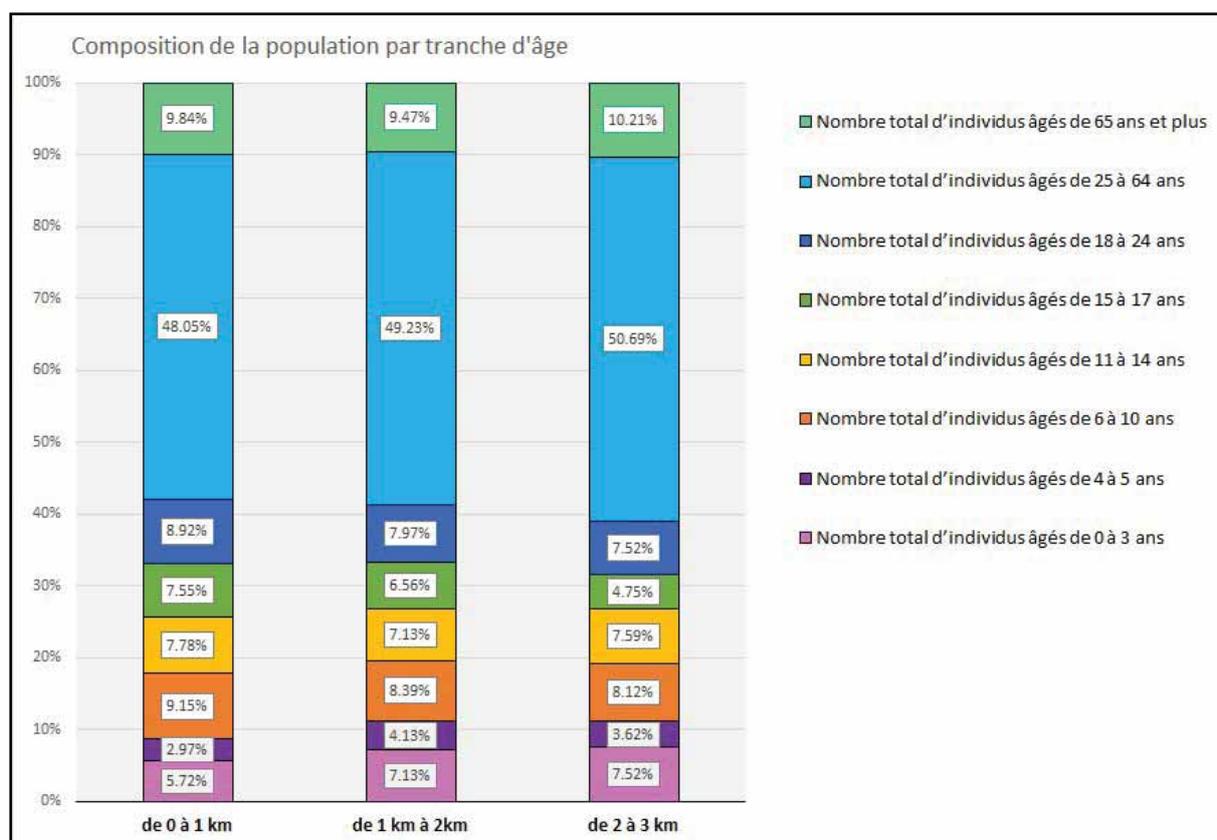


Figure 21: Composition de la population dans un rayon de 3,0 km autour du site par tranche d'âge

## 8 Synthèse de l'état initial

---

Le tableau qui suit présente les conclusions de l'état initial du domaine et de ses alentours regroupées par thèmes.

Tableau 16: Synthèse de l'état initial

THEMES	SYNTHESE	ENJEUX
<b>Source(s) de pollution déjà présente(s)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La route nationale RN2 à trafic important (TMJA de 15 300 véhicules avant l'intersection avec la RD3 puis 5 800 véhicules avant l'intersection)</li> <li>- La carrière de la société SAM (Extraction de matériaux alluvionnaires)</li> <li>- Les zones agricoles</li> </ul>	Modéré à Fort
<b>Qualité de l'air</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aucune station d'ORA n'est présente à proximité du site.</li> <li>- Les valeurs de particules PM10 et PM2,5 mesurées lors de la campagne in-situ sont très faibles et très inférieures aux normes de la qualité de l'air.</li> </ul>	Fort à Très fort
<b>Eau consommée</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dans l'ensemble, la qualité des eaux consommées est conforme aux exigences réglementaires en vigueur</li> <li>- Toutefois, des problèmes de turbidité peuvent apparaître lors des pluies. Cette situation constitue un facteur de risque pour les personnes immunodéprimées, les personnes âgées de plus de 75 ans, les enfants de moins de 5 ans et les femmes enceintes.</li> </ul>	Faible à Modéré
<b>Population alentour</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La population est faible dans une zone de 1 kilomètre du site, puis se densifie en s'éloignant du site.</li> <li>- Les populations les plus « sensibles » aux effets de la pollution représentent environ 40% de la population totale.</li> </ul>	Modéré à Fort
<b>Santé de la population</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prédominance à l'asthme</li> <li>- Surmortalité par maladies cardio-vasculaires</li> <li>- Inégalités sociales de santé marquées</li> </ul>	Fort à très fort

# Évaluation des effets sanitaires liés à l'exploitation du site

## 9 Étude de l'impact sanitaire de l'installation

Les activités du site vont engendrer des rejets dans l'environnement.

Les impacts de ces rejets sur les populations, en termes de santé, sont analysés à l'aide d'une Évaluation des Risques Sanitaires [ERS].

La méthode consiste en :

- L'identification des :
  - sources d'émissions
  - composés émis
- L'évaluation de :
  - leur devenir dans l'environnement à l'aide de la simulation numérique
  - leurs impacts sur la santé à l'aide d'une Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires [EQRS]

### 9.1 Identification des sources d'émissions

Les émissions générées par l'installation sont de plusieurs ordres :

- Émissions aqueuses ;
- Émissions par des rejets de produits chimiques ;
- Émissions atmosphériques ;
- Émissions sonores.

Il est indiqué :

- L'origine des émissions (process, manipulation, stockage ...) ;
- Les substances émises (inventaire qualitatif) ;
- Le type de source : canalisée, diffuse ou fugitive ;
- Les caractéristiques des sources et les différentes phases de rejet.

Celles-ci ont été identifiées à partir des documents transmis par l'Exploitant, notamment les descriptions des activités et des produits présents sur le site.

Pour chaque activité, il a été identifié les composés émis, ainsi que les éventuelles mesures compensatoires mises en œuvre.

NOTA : Les effets des émissions sonores sont étudiés en détail dans l'étude acoustique.

### 9.1.1 Émissions aqueuses

En l'absence d'exploitation directe du gisement dans les eaux superficielles ou souterraines, les effets sur les eaux sont essentiellement liés aux risques de pollution de surface ruisselant ou pouvant percoler à travers le sol jusqu'à l'eau.

#### ➤ **Eaux usées sanitaires**

Les eaux usées sanitaires<sup>1</sup>, produites en quantité relativement faible, seront collectées puis rejetées dans une fosse septique qui répondra aux exigences réglementaires de l'assainissement non collectif et notamment aux préconisations de la CIREST.

**⇒ En conséquence, ces rejets ne seront pas considérés dans la suite de cette étude.**

#### ➤ **Eaux de process de lavage des matériaux**

Après lavage des matériaux, les eaux 'sales' (C'est-à-dire : chargées en matières en suspension, dites particules colloïdales) seront envoyées vers l'installation de traitement des eaux pour recyclage : elles seront clarifiées puis renvoyées dans le circuit de lavage des matériaux, et ce, en boucle fermée.

Les boues issues de ce recyclage seront exemptes de produits chimiques et seront utilisées pour la remise en état ultérieure du site.

Les eaux de ressuage des matériaux seront collectées et réintroduites dans le circuit de lavage des matériaux.

Aucune eau de process ne sera rejetée dans l'environnement.

**⇒ En conséquence, ces rejets ne seront pas considérés dans la suite de cette étude.**

<sup>1</sup> Eaux issues des toilettes et des douches des locaux administratifs et sociaux

### ➤ **Eaux pluviales et eaux de ruissellement**

Les eaux pluviales seront gérées par le mode d'exploitation de la carrière. Un talus périphérique assurera la dissociation des eaux provenant de l'amont du site de celles tombant sur celui-ci. En effet, l'extraction de matériaux entraîne une modification de la topographie du site et peut avoir des effets sur la circulation des eaux sur le site, ainsi que sur le tracé et la qualité des eaux d'éventuels cours d'eau coulant sur le site, ou aux abords de celui-ci.

En cas d'épisode pluvieux faible, après avoir humidifié la surface, les eaux pluviales s'infiltreront directement du fait de la perméabilité du terrain.

En cas d'épisode pluvieux plus important, une partie des eaux pluviales ruisselle. Actuellement, ces eaux de ruissellement sont collectées et s'écoulent *via* des thalwegs secs.

⇒ *En conséquence, ces rejets ne seront pas considérés dans la suite de cette étude.*

### 9.1.2 Émissions par des rejets de produits chimiques

Une citerne de GNR (Gazole Non Routier, ex FOD) sera présente sur la partie nord-est du site, à proximité des bureaux et de l'atelier. Cette citerne sera positionnée dans une cuve de rétention étanche dont le volume de rétention sera au moins égal à 110% du volume maximal pouvant être stocké dans la cuve.

Les fûts d'huiles nécessaires au fonctionnement des engins et installations du site seront stockés dans un local également placé sur une cuvette de rétention étanche.

Une cuve de 3 000 litres servant à réceptionner les huiles usagées sera positionnée à proximité de l'atelier. Cette cuve répondra aux mêmes critères que la cuve de GNR.

Ces trois cuvettes de rétention (Citerne de GNR + Local fûts d'huile + Cuve de récupération des huiles usagées) ainsi que les aires de ravitaillement et de lavage des engins seront reliées à des séparateurs d'hydrocarbures dimensionnés de telle sorte qu'ils puissent traiter un épanchement/débordement accidentel.

En mode non dégradé, des vannes placées entre les cuves de rétention et les séparateurs d'hydrocarbures seront maintenues en position fermée afin d'assurer l'isolement des dispositifs.

L'entretien courant des engins sera réalisé dans l'atelier, sur une aire étanche présentant une capacité de rétention supérieure à la capacité du plus gros réservoir des engins (le réservoir de la pelle hydraulique ayant une capacité maximale de 460 litres) et reliée en son point bas à un séparateur d'hydrocarbures.

Conformément aux prescriptions de l'arrêté du 22 septembre 1994 modifié, exception faite de la pelle hydraulique, le ravitaillement et l'entretien des engins seront réalisés sur une aire étanche reliée à un séparateur d'hydrocarbures. Cette aire de ravitaillement des engins sera implantée à proximité immédiate de la cuvette de rétention de la citerne de GNR.

Par ailleurs, le pouvoir de filtration du sol est nettement suffisant pour retenir les pollutions chroniques hydrocarburées (fines particules rejetées par les moteurs à combustion et éventuelles petites fuites de moteur ou de circuits hydrauliques) et empêcher leur transit. Ces composés hydrocarburés ont la particularité d'être adsorbés par les particules minérales du sol qui restent dans les premiers centimètres du sol, même lors de leur reprise par les eaux pluviales.

Le risque de pollution d'éventuelles eaux souterraines en cas de pollution chronique est donc négligeable, d'autant plus que des kits absorbants (anti-pollution) seront présents dans chaque engin.

Concernant les risques de pollution accidentelle, ils peuvent être importants si la quantité de polluants mise en jeu est élevée.

Nonobstant, l'atteinte d'une éventuelle nappe ne pourrait provenir que d'un accident ou d'un incident lorsque les engins travaillent ou se déplacent ; en cas d'incident, le personnel est formé sur les consignes de sécurité et les mesures d'intervention rapides à appliquer dans cette situation. Les engins sont d'ailleurs tous équipés de kits absorbants.

Également, en dehors du stockage de GNR, les volumes en jeu sont faibles.

***⇒ En conséquence, ces rejets ne seront pas considérés dans la suite de cette étude.***

### 9.1.3 Émissions atmosphériques

Les sources d'émission atmosphériques identifiées sont présentées dans le tableau qui va suivre.

En accord avec la méthodologie présentée dans le document de l'INERIS intitulé « *Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires. Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées, Impact des activités humaines sur les milieux et la santé* » d'août 2013, pour chaque source d'émission de l'installation, il est indiqué :

- L'origine des émissions (process, manipulation, stockage ...)
- Les substances émises (inventaire qualitatif)
- Le type de source : canalisée, diffuse ou fugitive ;
- Les caractéristiques des sources et les différentes phases de rejet.

À la fin de ce paragraphe, le Schéma de fonctionnement de l'installation et l'identification des sources d'émissions atmosphériques est également présenté.

Tableau 17 : Inventaire des sources d'émission atmosphériques

Activité / Source d'émission	Composé(s) émis	Caractéristiques de la source	Mesure(s) compensatoire(s) identifiée(s)
<b>Circulation des véhicules (camions, VL, engins)</b>	Monoxyde de carbone, Oxydes d'azote, COVNM, particules diesel	Par intermittence sur le site – En fonction des rotations (livraison, chargement, déchargement, etc.)	Améliorations des moteurs et mise en place de systèmes d'épuration de gaz sur les engins Entretien des véhicules Limitation de la vitesse de circulation
	Poussières		Rampes d'arrosage composées de plusieurs buses Limitation de la vitesse de circulation
<b>Manipulation des matières minérales</b>	Poussières	Par intermittence sur le site, en fonction de la demande	Rampes d'arrosage composées de plusieurs buses
<b>Stockages des matières pulvérisées</b>	Poussières	Érosion éolienne	Rampes d'arrosage composées de plusieurs buses
<b>Activité de traitement des matériaux (concassage, criblage, etc.)</b>	Monoxyde de carbone, Oxydes d'azote, COVNM, particules diesel	Par intermittence sur le site, en fonction de la demande	Amélioration des moteurs utilisés sur les engins Entretien des engins
	Poussières		Rampes d'arrosage composées de plusieurs buses Capotage de certaines installations qui génèrent des poussières Limitation de la vitesse de circulation

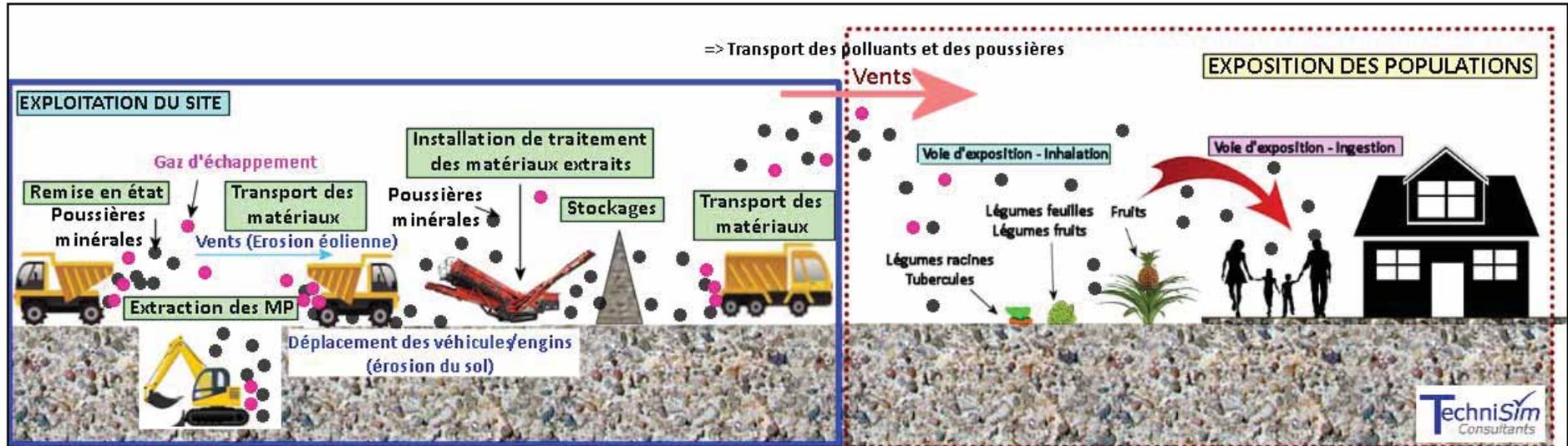


Figure 22: Schéma de fonctionnement de l'installation et identification des sources d'émissions atmosphériques

## 9.2 Modélisation des rejets dans l'environnement

### 9.2.1 Quantification des émissions atmosphériques

Les méthodes et hypothèses employées pour calculer les émissions atmosphériques générées par l'exploitation du site sont présentées dans les paragraphes ci-après.

**Il faut garder à l'esprit que, dans la cadre de cette étude, il est considéré des hypothèses de calculs majorantes : l'objectif étant ici de hausser l'exposition des populations.**

#### ➤ Documents de référence

Les quantités de poussières émises par l'exploitation des installations sont calculées à l'aide des facteurs d'émission provenant des documents suivants :

- **GT Guide Carrière BNEIPE :**

Guide méthodologique d'aide à la déclaration annuelle des émissions polluantes des émissions polluantes et des déchets à l'attention des exploitants de carrières et d'installations des premiers traitements des matériaux – Version 7 – Décembre 2015 [8].

- **US-EPA, AP-42, 5<sup>e</sup> édition recueil de facteurs d'émission de polluants atmosphériques**

- *Chapter 11: Mineral Products Industry - 11.19 Introduction to Construction and Aggregate Processing* [9];
- *Chapter 13: Miscellaneous Sources - 13.2.4 Aggregate Handling and Storage Piles* [10];
- US EPA, AP 42, Chapter 13: Miscellaneous - 13.2.2 Unpaved Roads [11];
- US EPA, AP 42, Chapter 13: Miscellaneous - 13.2.5 Industrial Wind Erosion [12].

#### ➤ **Quantification des poussières émises par les opérations de concassage et de criblage des matériaux extraits**

Les émissions des poussières émises lors des opérations de traitement des matériaux bruts sont calculées à l'aide des facteurs présentés dans les tableaux qui suivent.

**Tableau 18: Facteurs d'émission utilisés pour la quantification des poussières émises par les opérations de concassage et de criblage**

Étape de l'unité de traitement	FE <sub>TSP</sub> (kg/t)		FE <sub>PM10</sub> (kg/t)		FE <sub>PM2,5</sub> (kg/t)	
	Sec non contrôlée	Humide	Sec non contrôlée	Humide	Sec non contrôlée	Humide
Concassage	2,70E-03	6,00E-04	1,20E-03	2,70E-04	1,80E-04*	5,00E-05
Criblage	1,25E-02	1,10E-03	4,30E-03	3,70E-04	6,45E-04*	2,50E-05
Point de transfert	1,50E-03	7,00E-05	5,50E-04	2,30E-05	8,25E-05*	6,50E-06

\*Il est considéré que les PM2,5 correspondent à 15% des PM10.

Il est également considéré les facteurs d'abattement proposés par le CITEPA afin de prendre en compte les effets des bardages sur les émissions de poussières.

**Tableau 19: Facteurs d'abattement considéré pour le traitement des matériaux bruts**

Étapes de l'unité de traitement		ER (Facteur d'abattement)
<b>Concasseur</b>	Pulvérisation d'eau simple	<b>50%</b>
	Pulvérisation d'eau + additif	<b>75%</b>
	Bardage partiel	<b>70%</b>
	Bardage total	<b>85%</b>
	Filtre	<b>95%</b>
<b>Crible</b>	Présence bardage	<b>50%</b>
	Pulvérisation d'eau simple	<b>75%</b>
	Pulvérisation d'eau + additif	<b>90%</b>
	Filtre	<b>95%</b>
-	Aucun contrôle	<b>0%</b>

Concernant les calculs des émissions provenant de ces opérations, les hypothèses utilisées sont présentées dans le tableau qui suit.

Tableau 20: Hypothèses considérées pour le calcul des émissions provenant des opérations de traitement des matériaux extraits

OPÉRATIONS	Quantité de produits traités	
<b>Traitement des matériaux bruts</b>		
Transport interne des matériaux bruts	570	[tonne/heure]
Déversement dans la trémie principale [SH1351]	570	[tonne/heure]
Transport sur tapis vibrant	570	[tonne/heure]
Passage dans un scalpeur [SG1542H]	570	[tonne/heure]
Passage des matériaux de granulométrie > 120 mm dans le concasseur à mâchoires primaire	301	[tonne/heure]
Stockage en trémie à la sortie du scalpeur (fraction < 40 mm)	152	[tonne/heure]
Stockage à la sortie du scalpeur (fraction 0-120 mm)	116	[tonne/heure]
Stockage en trémie à la sortie du broyeur	301	[tonne/heure]
<b>Circuit des roulés (matériaux humides)</b>		
Passage dans un crible [XS 126]	539	[tonne/heure]
Passage des fractions > 20 mm dans deux broyeurs à cône montés en parallèle [CH440F]	387	[tonne/heure]
Passage dans un second crible sous eau [CS216]	486	[tonne/heure]
Récupération et stockage de la fraction 4/10 mm	84	[tonne/heure]
Récupération et stockage de la fraction 10/14 mm	126	[tonne/heure]
Récupération et stockage de la fraction 0/4 mm	197	[tonne/heure]
<b>Circuit des concassés</b>		
Sortie du stock pile	418	[tonne/heure]
Passage dans un premier broyeur à cône [CS440EC]	583	[tonne/heure]
Passage dans un crible à deux étages [XS 126]	583	[tonne/heure]
Passage dans un crible à deux étages [CS108]	208	[tonne/heure]
Passage dans un second broyeur à cône [CH440F]	202	[tonne/heure]
Passage dans un crible à deux étages [CS 144]	202	[tonne/heure]
Passage dans un crible à deux étages [CS 108]	103	[tonne/heure]
Récupération et stockage de la fraction 0/4 mm	23	[tonne/heure]
Récupération et stockage de la fraction 4/6,3 mm	21	[tonne/heure]
Récupération et stockage de la fraction 6,3/10 mm	37	[tonne/heure]
Récupération et stockage de la fraction 10/14 mm	40	[tonne/heure]
Récupération et stockage de la fraction 0/4 mm	40	[tonne/heure]

Sur la base de ces hypothèses et des facteurs d'émission fournis dans les documents de l'AP42 de l'US EPA, les quantités de poussières produites par le procédé de traitement des matériaux sont les suivantes :

**Tableau 21: Quantité de poussières émises par le procédé de traitement des matériaux**

	Poussières totales TSP	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
	[kg/heure]	[kg/heure]	[kg/heure]
<b>Traitement des matériaux bruts</b>	4,539	1,593	0,239
<b>Circuits roulés</b>	1,388	0,493	0,048
<b>Circuit concassés</b>	1,717	0,631	0,070

Tous les produits traités par l'installation seront mis en stock sous les convoyeurs, puis repris à la chargeuse sur pneus pour livrer les véhicules clients.

➤ **Quantification des poussières émises par les opérations de manipulations des matériaux**

Le facteur d'émission utilisé est calculé à l'aide de l'équation suivante :

$E = k(0.0016) \times \frac{(U/2.2)^{1.3}}{(M/2.0)^{1.4}}$	E = facteur d'émissions [kg/tonne]
	U = vitesse du vent [m/s]
K = coefficient multiplicatif	M = humidité des matériaux [%]
= 0,74 pour les TSP	<u>Par défaut :</u>
= 0,35 pour les PM <sub>10</sub>	6% pour les roches meubles
= 0,053 pour les PM <sub>2,5</sub>	2% pour les autres

En considérant les données météorologiques disponibles au niveau de la commune de Saint-Benoît, il est obtenu les facteurs d'émissions suivants :

- Poussières TSP: 0,668 grammes/tonne
- Poussières PM<sub>10</sub> : 0,316 grammes/tonne
- Poussières PM<sub>2,5</sub> : 0,0478 gramme/tonne

Les hypothèses utilisées pour les calculs des émissions provenant de ces opérations sont retrouvées dans le tableau ci-après.

**Tableau 22: Hypothèses utilisées pour les calculs des émissions liées aux manipulations des matériaux**

Sous-phases	Volume découverte (m <sup>3</sup> )	Tonnage extrait (t)	Tonnage marchand (t)	Années
Phase 1A	53 686	1 155 000	1 036 891	1,2
Phase 1B	32 537	968 000	851 598	1,0
Phase 1C	40 279	2 765 400	2 542 946	2,8
Phase 2	71 506	5 438 400	5 017 033	5,4
Phase 3	89 973	5 449 400	4 988 886	5,4

Sur la base de ces hypothèses et des facteurs d'émission présentés précédemment, les quantités de poussières produites par les manipulations des matériaux sont les suivantes :

**Tableau 23: Quantité de poussières émises par les manipulations des matériaux**

TOTAL de la phase [kilogramme]	Phase 1A	Phase 1B	Phase 1C	Phase 2	Phase 3
TSP	1464,13	1215,45	3545,85	6983,99	6972,54
PM10	692,50	574,87	1677,09	3303,24	3297,82
PM2,5	104,86	87,05	253,96	500,20	499,38

➤ **Quantification des émissions de poussières émises par la circulation des engins et des véhicules présents sur le site**

En sus des gaz d'échappement, la circulation des engins et véhicules sur le site va entraîner l'émission de poussières.

La quantité de poussières émises est calculée selon les formules suivantes :

$$E_{TSP} = 1,381 * (s/12)^{0,7} * (P_{véhicule}/2,72)^{0,45} * d_{non\ revêtu} * (1-ER) + 0,076 * d_{revêtu}$$

$$E_{PM10} = 0,423 * (s/12)^{0,7} * (P_{véhicule}/2,72)^{0,45} * d_{non\ revêtu} * (1-ER) + 0,038 * d_{revêtu}$$

$$E_{PM2,5} = 0,423 * (s/12)^{0,7} * (P_{véhicule}/2,72)^{0,45} * d_{non\ revêtu} * (1-ER) + 0,038 * d_{revêtu}$$

Avec  $E_{TSP}$  Masse des poussières totales émises [kg]

$E_{PM10}$  Masse des poussières PM10 émises [kg]

$E_{PM2,5}$  Masse des poussières PM2,5 émises [kg]

$P_{véhicule}$  Masse moyenne du véhicule [tonne]

s Teneur en fine des matériaux de surface [%]

⇒ 1,6% pour les roches massives et 0,8% pour les roches meubles

$d_{non\ revêtu}$  Distance totale parcourue par les véhicules sur des routes non revêtues [km]

$d_{revêtu}$  Distance totale parcourue par les véhicules sur des routes revêtues [km]

Par ailleurs, il est tenu compte des mesures d'abattement mises en place par l'exploitant sur le site, en vue de limiter la production de poussières.

A noter que lorsqu'il ne pleuvra pas, les pistes seront arrosées plus de deux fois par jour.

Les facteurs d'abattement considérés sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tableau 24: Facteurs d'abattement – circulation des engins**

<b>Techniques de contrôle</b>	<b>Facteur d'abattement - ER</b>
<b>Aucun contrôle</b>	0%
<b>% de jours de pluie au cours de l'année</b>	Nombre de jour de pluie/365 (=54%)
<b>Arrosage 2 fois par jour</b>	50%
<b>Arrosage &gt; 2 fois par jour</b>	90%
<b>Arrosage automatique</b>	90%

Les données relatives aux engins présents sur le site sont listées ci-après.

Tableau 25 : Données concernant les engins et la circulation sur le site

TYPES d'ENGINS	Quantité	Masse	Vitesse de circulation	Estimation de la distance parcourue
Trafic des VL et PL sur le site				
Véhicules légers	- Pour les 3 premières années : 9	2 tonnes	<u>Sur le site</u> : 20 km/h	<u>Sur site</u> : 300 m
	À partir de la 4 <sup>e</sup> : 17		<u>Hors site</u> : 90 km/h	<u>Hors site</u> : 60 km aller-retour/jour en moyenne
Poids lourds	- Durant les 2 premières années : 144	44 tonnes	<u>Sur le site</u> : 20 km/h	<u>Sur site</u> : 2000 m
	Après la 3 <sup>e</sup> année : 108 (44t) et 64 (32t)	44 et 32 tonnes	<u>Hors site</u> : 80 km/h	<u>Hors site</u> : 60 km aller-retour/jour en moyenne
Engins présents sur le site				
Pelle excavatrice hydraulique	1	33 tonnes	25 km/h	10 mètres/jour
Tombereau de chantier rigide	-Pour les 5 premières années : 3	40 tonnes	25 km/h	43 aller-retour/jour de 1 000 m en moyenne*
	A partie de la 6 <sup>e</sup> : 3			44 aller-retour/jour de 2 600 m en moyenne*
Chargeuse sur pneus	3	32 tonnes	25 km/h	5 000 mètres/jour
Chariot télescopique et nacelle	1	21 tonnes	25 km/h	500 mètres/jour
* Distance cumulée Aller-Retour				

➤ **Quantification des poussières émises par l'envol des poussières (érosion éolienne)**

La quantité de poussières émises par l'envol des poussières est calculée à l'aide des équations suivantes :

**Erosion :**

$$E_{TSP} = 1,12 \cdot 10^{-4} \times 1,7 \times \left(\frac{s}{1,5}\right) \times \left[365 \times \frac{(365 - P)}{235}\right] \times \left(\frac{I}{15}\right) \times \pi \times R \times \sqrt{(R^2 \times H^2)} \times (1 - ER)$$

$$E_{PM10} = 1,12 \cdot 10^{-4} \times 1,7 \times 0,5 \times \left(\frac{s}{1,5}\right) \times \left[365 \times \frac{(365 - P)}{235}\right] \times \left(\frac{I}{15}\right) \times \pi \times R \times \sqrt{(R^2 \times H^2)} \times (1 - ER)$$

Où :

- ETSP et EPM10 sont respectivement les masses de TSP et PM10 émises (en kg),
- P est le nombre de jours de pluie au cours de l'année,
- I est le pourcentage de jour où la vitesse du vent a été supérieure à 19,3 km/h,
- S est la teneur moyenne en fine de la pile de stockage (en %),
- R est le rayon de la pile de stockage (en m),
- H est la hauteur de la pile de stockage (en m),
- A est l'aire de la surface exposée de la pile (en m2),
- ER est le facteur d'abattement (50 %) appliqué lorsque les stocks sont partiellement protégés.

	Teneur moyenne en fines
sables lavés	0%
sables fillérisés	10-12%
graves	6-8%
cailloux et gravillons	1-2%

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques des différents stockages du site placés à l'air libre.

Pour le calcul des émissions, il est considéré le volume moyen.

**Tableau 26: Caractéristiques des stockages présents sur le site**

Type	Matériaux	Forme du stock	Volume moyen [m³]	Surface développée [m²]	Caractéristiques
concassé	Stock pile 0-280 mm (utile)	cone	2500	3593	stock peu mobilisé. Reprise sous stock
concassé	0-4 mm	cone	500	301	
concassé	4/6	cone	600	352	ne contient pas de matériaux fins
concassé	5/10	cone	500	301	ne contient pas de matériaux fins
concassé	10/14	cone	500	301	ne contient pas de matériaux fins
concassé	0/80 déporté	cone	1000	554	
concassé	0-31.5 déporté	cone	1000	554	
concassé	0/20 en place	cone	500	301	
roulé	0-4 mm RLC	haricot	675	643	humide et ne contient pas de matériaux fins
roulé	4-10 mm	cone	600	352	humide et ne contient pas de matériaux fins
roulé	10/20scl	cone	500	301	humide et ne contient pas de matériaux fins
roulé	>20	cone	350	225	humide et ne contient pas de matériaux fins

À partir de ces données, les émissions de poussières sont calculées pour les différentes phases du projet.

Pour les PM2,5, il est supposé que le ratio PM2,5/TSP est égal à 7,16% (rapport des coefficients K utilisé pour le calcul des émissions provenant de la manipulation des matériaux).

**Tableau 27: Quantité de poussières émises par l’envol des poussières – stockage des matériaux finis**

	PM totales	PM10	PM2.5
Émissions [kg/an]	47,16	23,58	3,38

➤ **Quantification des gaz d’échappement provenant des engins et des véhicules présents sur le site**

Les émissions des engins utilisés pour l’extraction des matériaux sont calculées à l’aide des facteurs d’émission indiqués dans le document de l’INRS référencé *ND 2323-21-10* « *Émission diesel performances des filtres à particules pour engins non routiers* » [13].

Elles sont présentées dans le tableau ci-après.

**Tableau 28: Émissions générées par les engins de chantier**

ENGINS	Unité	Monoxyde de carbone	COVNM	Dioxyde d’azote	Particules diesel
Pelle excavatrice hydraulique	[g/heure]	920	34,96	607,2	3,68
Tombereau de chantier rigide	[g/heure]	1825	69,35	1204,5	7,3
Chargeuse sur pneus	[g/heure]	4110	156,18	2712,6	16,44
Chariot télescopique et nacelle	[g/heure]	645	24,51	425,7	2,58

Les émissions atmosphériques provenant des camions sont calculées à l’aide de la méthode COPERT [CComputer Programme to calculate Emissions from Road Transport].

La méthodologie COPERT a été élaborée par l’Agence Européenne de l’Environnement, et est considérée comme étant la référence en Europe pour le calcul des émissions provenant du trafic routier.

**Tableau 29: Estimation des flux massiques de polluants atmosphériques générés par les véhicules**

Type de véhicules	Unité	Monoxyde de carbone	COVNM	Dioxyde d’azote	Particules diesel
Véhicules Légers	[g/heure]	4,65	2,90	10,11	1,09
Poids Lourds	[g/heure]	4,65	2,90	17,63	1,30

Pour les calculs des émissions, sont retenues les mêmes hypothèses de circulation que pour le calcul des émissions de poussières provenant de la circulation des véhicules.

➤ **Quantification des autres sources d'émission présentes sur le site**

Les autres sources d'émissions atmosphériques potentielles sont les suivantes :

- Une cuve aérienne de stockage de 50 m<sup>3</sup> permettant le stockage de FOD ;
- Des fûts d'huiles (de capacité unitaire inférieure à 250 litres) nécessaires au fonctionnement des engins et installations ;
- Une cuve de 3 000 litres servant à réceptionner les huiles usagées sera positionnée à proximité de l'atelier.

Ces cuves et fûts sont suffisamment étanches pour considérer que les émissions par évaporation sont négligeables.

*Par conséquent, ces sources ne seront pas considérées dans la suite de l'étude.*

➤ **Sources d'émissions à proximité du site**

Le bruit de fond correspond aux niveaux de polluants actuels, c'est-à-dire sans installation. Les données du trafic routier étant disponibles, les émissions de ces sources seront prises en considération dans les simulations numériques.

Les émissions sont calculées à l'aide de la méthodologie COPERT IV.

Les résultats sont indiqués dans le tableau ci-après.

Tableau 30: Émissions des voies de circulations à proximité

	RN2 avant l'intersection RD3	RN2 après l'intersection RD3	RD3	RD57
<b>TMJA</b>	15300	5800	1033	100
<b>Vitesse [km/h]</b>	90	90	50	50
<b>Émissions [g/jour]</b>				
<b>Monoxyde de carbone</b>	40184	15233	3276	284
<b>Oxydes d'azotes</b>	21060	7984	3002	260
<b>Particules diesel</b>	735	279	94	8
<b>COV</b>	2762	1047	361	31

➤ **Quantification des émissions des véhicules liés à l'activité du site**

Lors des deux premières années, les camions partiront exclusivement pour le chantier de la Nouvelle Route du Littoral donc au Port (environ 134 km aller-retour). Le rythme des véhicules clients est de 144 véhicules/jours (d'une capacité de 44 tonnes), soit 144 rotations par jour induites par la carrière (soit **288** passages par jour).

À partir de la 3<sup>e</sup> année, ce rythme est ramené à 172 véhicules par jour (108 véhicules d'une capacité de 44 tonnes et 64 d'une capacité de 32 tonnes), ce qui correspond:

- À 108 rotations de véhicules de 44 tonnes (soit **216** passages par jour) ;
- À 64 rotations de véhicules de 32 tonnes (soit **128** passages par jour).

La destination des véhicules clients au départ de la carrière est la suivante:

**Tableau 31: Destination des véhicules client**

Destinations	Pourcentage de véhicules	Distance par rapport à la carrière
Saint-Denis	29%	50 km
Sainte-Marie	11%	43 km
Sainte-Suzanne	7%	33 km
Saint-André	14%	24 km
Bras-Panon	4%	17,5 km
Saint-Benoît	29%	13 km
Sainte-Rose	7%	7 km

Le tableau ci-après indique les émissions atmosphériques générées par les véhicules clients. De manière conservatrice, il est considéré le trafic le plus important.

**Tableau 32: Émissions générées par le trafic des véhicules clients – gaz d'échappement**

Destinations	Monoxyde de carbone	Oxydes d'azote	Particules diesel	Composés organiques volatils
	[g/jour]	[g/jour]	[g/jour]	[g/jour]
Chantier de la route du littoral	18919,9	31615,5	400,0	543,4
Saint-Denis	5469,7	10158,0	133,6	220,9
Sainte-Marie	1792,2	3321,6	43,7	72,5
Sainte-Suzanne	859,3	1606,0	21,0	34,6
Saint-André	1249,8	2336,1	30,6	50,3
Bras-Panon	273,7	500,1	6,6	11,2
Saint-Benoît	1422,1	2641,1	34,7	57,4
Sainte-Rose	182,3	340,7	4,5	7,3

Ce trafic est très faible en comparaison au trafic actuel enregistré sur les principales routes de l'Île.

Selon les données de l'INSEE, le trafic varie de 30 000 véhicules / jour dans le secteur de Saint-Leu à 89 900 véhicules / jour à Saint-Denis sur la section comprise entre l'échangeur de Gillot et celui de Duparc.

Entre le Nord et l'Ouest, le trafic sur la route du littoral atteint une moyenne journalière de 58 400 véhicules / jour, en augmentation de 2,2 % entre 2009 et 2010.

Entre Saint-Denis et Saint-Paul, le trafic augmente au Nord et se stabilise dans l'Ouest. Sur la partie Ouest de la Route des Tamarins, le trafic est comptabilisé entre 30 500 et 58 600 véhicules / jour et progresse de 3,5 % à 6 %, soit environ 2 000 véhicules supplémentaires par jour.

Sur la partie Sud, de l'Étang-Salé au Tampon, le trafic augmente également.

En revanche, il reste stable sur le tronçon nord-est de Saint-Denis à Saint-Benoît.

Sur la RN1A (ancienne RN1) entre Saint-Paul et l'Étang-Salé, le trafic est resté stable sur le tronçon de Boucan (+ 0,2 % à 14 900 véhicules / jour). En revanche, il a augmenté de 2,5 % au niveau de Saint-Leu (9 100 véhicules / jour). Sur la RN3, le trafic diminue comme en 2009, d'environ une centaine de véhicules par jour. Sur la RN5 et la RN2 secteur du Grand Brûlé, le trafic est stable. Il reste compris entre 1 750 et 15 600 véhicules / jour pour la RN5 et entre 3 200 et 14 600 véhicules / jour pour la RN2. Le trafic de la partie Sud de la RN2, entre Saint-Joseph et Saint-Pierre, augmente avec 24 400 véhicules par jour dans le secteur de Grand-Bois.

### ➤ Synthèse des émissions atmosphériques

Le tableau ci-après présente les quantités de polluants émis par les différentes opérations.

Tableau 33: Synthèse des émissions atmosphériques générées par l'exploitation du site

	Émissions [kg/h]						
	Total PM	PM10	PM2.5	Monoxyde de carbone	COV	Oxydes d'azote	Particules diesel
Installation de traitement des matériaux	7,64	2,72	0,36				
Manipulations des matériaux	0,268	0,127	0,019				
Circulations des engins et des véhicules	3,670	1,124	0,112	13,31	0,70	9,83	0,15
Érosion éolienne des stockages (moyenne)	0,129	0,065	0,009				

### 9.2.2 Simulation numérique de la dispersion des rejets atmosphériques

#### ➤ Présentation du modèle utilisé

Les calculs de dispersion atmosphérique doivent permettre d'estimer la qualité de l'air aux alentours des sources des rejets atmosphériques.

La répartition de la charge de polluants est calculée sur la base des taux d'émissions prévisionnels, des données météorologiques et la topographie.

Afin d'appréhender les effets du terrain sur la dispersion atmosphérique, il sera utilisé un modèle Lagrangien, en l'occurrence le modèle AUSTAL2000.

Ce modèle a été développé pour le compte du Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Ministère Fédéral allemand en charge de l'Environnement et de la sûreté nucléaire) et répond aux exigences techniques présentées dans l'annexe III du TA-LUFT [Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft].

AUSTAL2000 est un modèle de suivi des particules Lagrangiennes qui contient son propre modèle de champ de vent diagnostique (TALdia). Le modèle prend en compte l'influence de la topographie sur le champ de vent (3D) et donc sur la dispersion des polluants. À noter que, depuis 2002, la réglementation allemande a instauré AUSTAL2000 comme modèle officiel de référence.

➤ **Définition des données météorologiques**

Les données utilisées pour la simulation proviennent des données des services de Météo-France Réunion.

La rose des vents a été calée sur celle indiquée dans l'étude d'impact.

Les figures ci-après présentent les roses des vents obtenues à différents endroits de l'île, ainsi que celle utilisée pour les calculs.

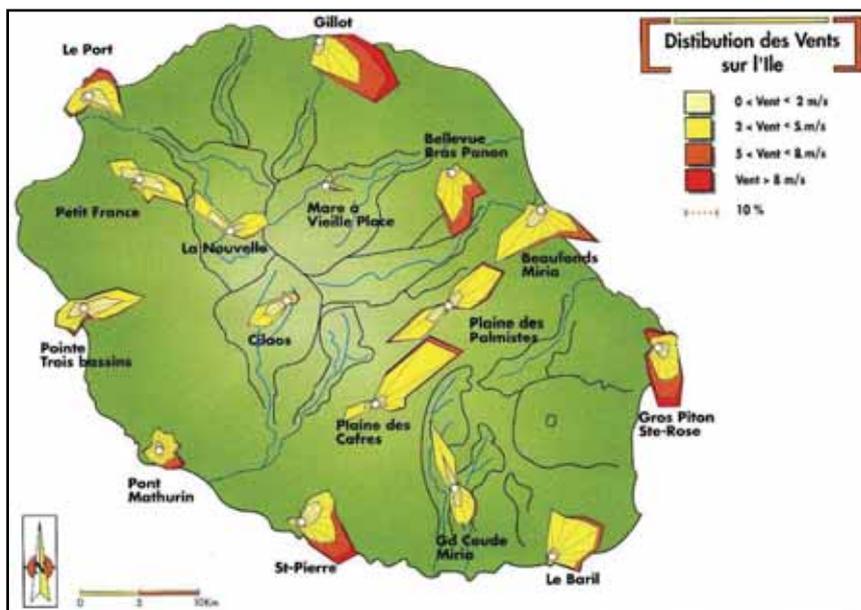


Figure 23 : Distribution des vents sur l'île de La Réunion (Source : Météo-France)

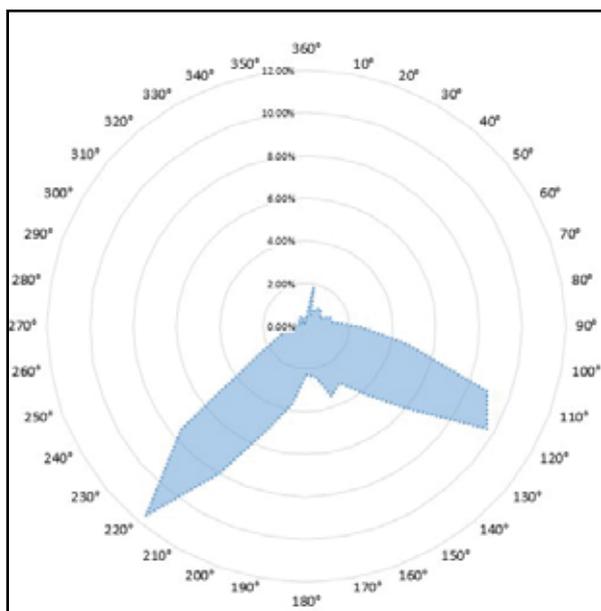


Figure 24 : Rose des vents utilisée pour les modélisations – Saint-Benoît (source : Infoclimat)

➤ **Données topographiques**

Le terrain numérique a été généré à partir des données de l'IGN [BD-ALTI].

Le modèle AUSTAL2000 dispose d'un préprocesseur [TALdia] permettant de traiter les données météorologiques et de générer le champ de vents.

La figure ci-après présente le terrain numérique utilisé pour les calculs.

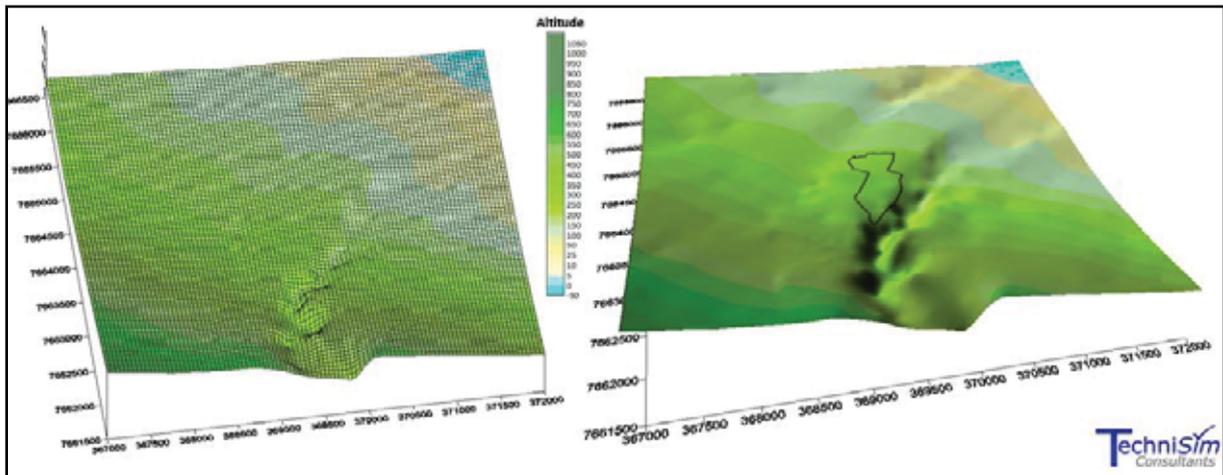


Figure 25: Modèle Numérique de Terrain

Ce terrain est utilisé pour calculer les champs de vents.

La figure qui suit présente un exemple de champs de vents obtenus avec TALDIA et ce terrain.

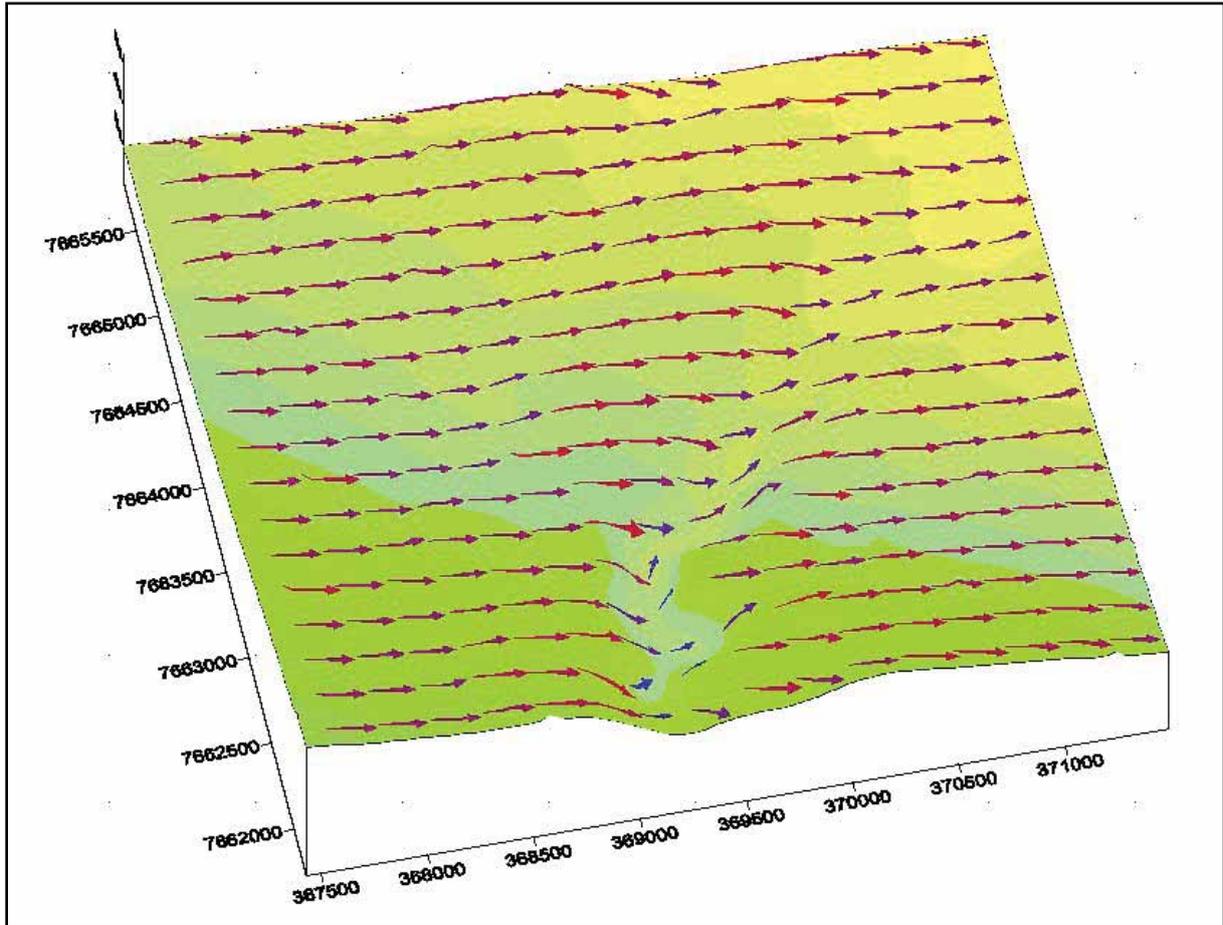


Figure 26: Exemple de champs de vents

### ➤ Résultats des modélisations

Les résultats des calculs sont indiqués dans le tableau ci-après.

Il s'agit des concentrations maximales ainsi que des centiles<sup>2</sup> des concentrations calculées à l'aide de la simulation numérique.

Il a été également relevé les concentrations au niveau de l'habitation la plus proche (Cf. figure ci-après).

<sup>2</sup> Chacune des valeurs d'un caractère statistique quantitatif qui partagent l'étendue des valeurs en cent sous-ensembles d'effectifs égaux.

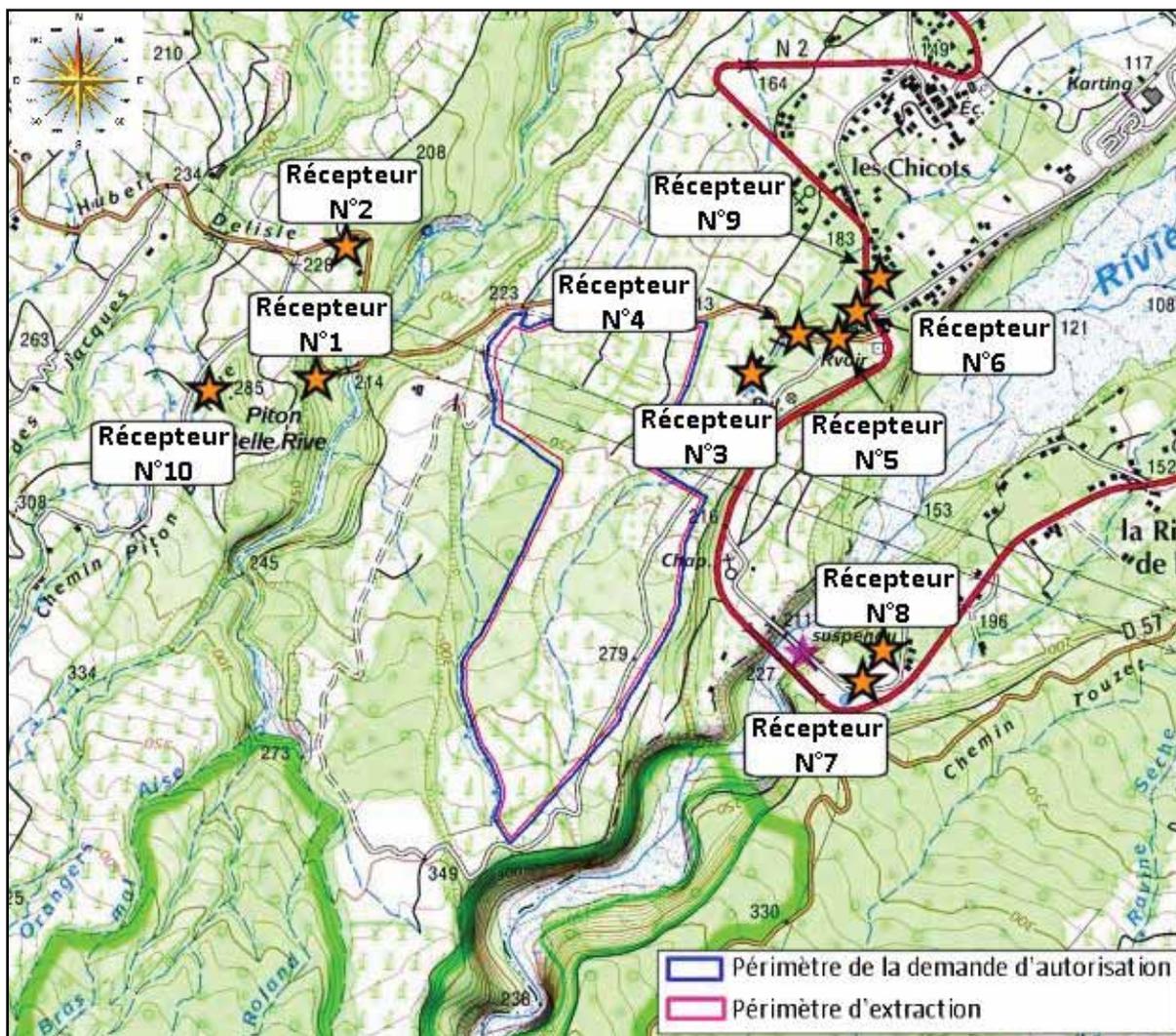


Figure 27 : Emplacements de récepteurs

Tableau 34: Résultats des modélisations

	Concentration en moyenne annuelle [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]							
	TSP	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	Monoxyde de carbone	Dioxyde d'azote	COVNM	Particules diesel	Dépôts
	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\text{g}/\text{m}^2$ ]
<b>Maximum</b>	4,768	1,820	0,173	4,456	3,277	0,277	0,068	7,44E-04
<b>Centile 90</b>	1,210	0,445	0,053	2,546	1,469	0,151	0,034	3,08E-04
<b>Centile 80</b>	0,521	0,252	0,041	1,632	1,042	0,102	0,024	1,08E-04
<b>Centile 70</b>	0,309	0,179	0,027	1,048	0,654	0,066	0,016	4,63E-05
<b>Centile 60</b>	0,201	0,105	0,016	0,623	0,389	0,040	0,010	2,67E-05
<b>Centile 50</b>	0,123	0,055	0,008	0,345	0,225	0,022	0,005	1,49E-05
<b>Centile 40</b>	0,072	0,031	0,004	0,186	0,121	0,011	0,003	1,13E-05
<b>Centile 30</b>	0,046	0,020	0,002	0,102	0,068	0,006	0,001	3,86E-06
<b>Centile 20</b>	0,030	0,011	0,001	0,048	0,035	0,003	0,001	0,000
<b>Centile 10</b>	0,005	0,003	0,000	0,022	0,016	0,002	0,000	0,000
<b>Récepteur 1</b>	4,659	1,656	0,143	2,898	2,125	0,161	0,051	6,710E-04
<b>Récepteur 2</b>	3,790	1,394	0,135	1,896	1,439	0,134	0,087	4,290E-04
<b>Récepteur 3</b>	0,626	0,276	0,037	1,269	0,744	0,084	0,072	9,424E-05
<b>Récepteur 4</b>	0,307	0,171	0,028	1,258	0,756	0,089	0,081	4,859E-05
<b>Récepteur 5</b>	0,438	0,301	0,056	2,462	1,516	0,192	0,187	4,648E-05
<b>Récepteur 6</b>	0,399	0,293	0,055	2,716	1,494	0,191	0,186	2,850E-05
<b>Récepteur 7</b>	0,341	0,235	0,043	2,331	1,289	0,156	0,143	4,495E-05
<b>Récepteur 8</b>	0,306	0,209	0,039	2,094	1,164	0,139	0,127	4,305E-05
<b>Récepteur 9</b>	0,366	0,281	0,054	2,699	1,482	0,190	0,186	1,674E-05
<b>Récepteur 10</b>	4,584	1,617	0,120	3,232	2,371	0,173	0,042	6,855E-04

Les figures représentant les iso concentrations et les dépôts obtenus sur le domaine sont présentées en annexe.

### 9.2.3 Comparaison avec les normes de la qualité de l'air

Afin d'apprécier l'impact de l'installation sur la qualité de l'air, les résultats sont comparés avec les normes de la qualité de l'air.

Les critères nationaux de qualité de l'air sont, à l'heure de la rédaction de ce rapport, définis par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010.

Ce décret transpose la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008.

Les polluants réglementés sont les suivants :

- Les oxydes d'azote ;
- Le monoxyde de carbone ;
- Les particules PM10 et PM2.5 ;
- Le benzène ;
- Les métaux : plomb, arsenic, cadmium, nickel ;
- Les hydrocarbures polycycliques : benzo(a)pyrène ;
- L'ozone.

L'ozone est un polluant produit dans l'atmosphère sous l'effet du rayonnement solaire par des réactions entre les oxydes d'azote et les composés organiques volatils émis notamment par les activités humaines.

#### ➤ **Dioxyde d'azote**

Le tableau ci-après indique les concentrations obtenues à l'aide des modélisations sur l'ensemble des phases.

Les concentrations en moyennes annuelles sont très en dessous de la norme réglementaire.

Tableau 35: Comparaison des résultats avec les seuils réglementaires – Dioxyde d'azote

	Moyenne annuelle	Maximum horaire	Percentile horaire 99,8
	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Maximum	3,277	378,126	128,310
Médiane	1,469	15,085	5,436
Récepteur N°1	2,125	100,353	63,473
Récepteur N°2	1,439	60,710	27,067
Récepteur N°3	0,744	94,080	16,480
Récepteur N°4	0,756	56,748	13,989
Récepteur N°5	1,516	37,611	9,873
Récepteur N°6	1,494	29,358	8,909
Récepteur N°7	1,289	70,600	20,136
Récepteur N°8	1,164	67,089	19,095
Récepteur N°9	1,482	28,125	8,039
Récepteur N°10	2,371	90,014	63,290
Valeurs limites	40	200 à ne pas dépasser plus de 18 heures/ an (percentile 99,8)	
Seuil de recommandation et d'information		200	
Seuils d'alerte		400 dépassé sur 3 heures consécutives 200 si dépassement de ce seuil la veille et risque de dépassement le lendemain	
Objectif de qualité	40		

➤ **Particules PM10 et PM2.5**

Le tableau ci-après indique les concentrations obtenues à l'aide des modélisations sur l'ensemble des phases.

Les concentrations en moyennes annuelles et journalières sont très en dessous de la norme réglementaire.

Tableau 36: Comparaison des résultats avec les seuils réglementaires – Particules PM10 et PM2.5

	Particules PM10			Particules PM2.5
	Moyenne annuelle	Maximum sur 24 heures	Percentile journalier 90,4	Moyenne annuelle
	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Maximum	1,820	14,983	4,514	0,173
Médiane	0,055	0,630	0,120	0,008
Récepteur N°1	1,656	14,601	4,398	0,143
Récepteur N°2	1,394	10,298	3,367	0,135
Récepteur N°3	0,276	2,650	0,684	0,037
Récepteur N°4	0,171	2,124	0,323	0,028
Récepteur N°5	0,301	1,790	0,464	0,056
Récepteur N°6	0,293	1,678	0,406	0,055
Récepteur N°7	0,235	2,212	0,314	0,043
Récepteur N°8	0,209	2,180	0,295	0,039
Récepteur N°9	0,281	0,976	0,394	0,054
Récepteur N°10	1,617	14,144	4,438	0,120
Valeurs limites	40	50 à ne pas dépasser plus de 35 jours par an (percentile 90,4)		25
Seuil de recommandation et d'information		50		
Seuils d'alerte		80		
Objectif de qualité	30			

#### ➤ Monoxyde de carbone et benzène

Le tableau ci-après indique les concentrations obtenues à l'aide des modélisations sur l'ensemble des phases.

De manière conservatrice, il est considéré que tous les COVNM émis sont assimilés à du benzène.

Regardant des habitations, les niveaux sont très inférieurs aux valeurs réglementaires.

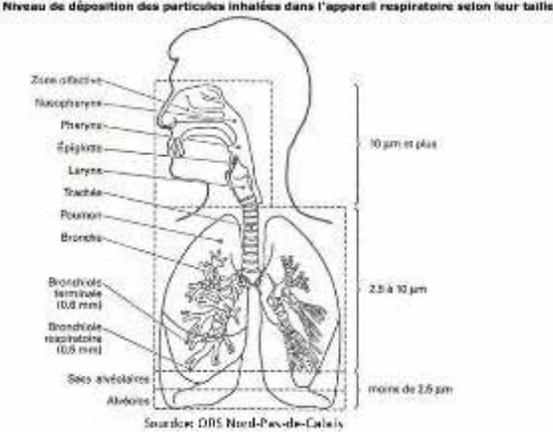
Tableau 37: Comparaison des résultats avec les seuils réglementaires – Monoxyde de carbone et benzène

	Monoxyde de carbone		Benzène [COVNM]
	Moyenne annuelle	Maximum horaire	Moyenne annuelle
	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Maximum	4,46	512,1	0,231
Médiane	0,35	20,5	0,005
Récepteur N°1	2,90	135,9	0,161
Récepteur N°2	1,90	82,2	0,134
Récepteur N°3	1,27	127,7	0,084
Récepteur N°4	1,26	77,1	0,089
Récepteur N°5	2,46	51,3	0,192
Récepteur N°6	2,72	40,4	0,191
Récepteur N°7	2,33	96,2	0,156
Récepteur N°8	2,09	91,4	0,139
Récepteur N°9	2,70	38,8	0,190
Récepteur N°10	3,23	121,9	0,173
Valeurs limites		Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 10 000	5
Objectif de qualité			2

➤ **Analyses des résultats pour les polluants non réglementés**

Le tableau ci-après présente l'analyse des résultats pour les polluants ne faisant pas l'objet d'une réglementation.

Tableau 38: Analyses des résultats pour les polluants non réglementés

POLLUANTS	ANALYSE
<p><b>Particules Totales en Suspension (TSP)</b></p>	<p>Il s'agit de toutes les particules sans distinction de leur diamètre aérodynamique. Les particules ayant un diamètre aérodynamique supérieur à 10 µm ne pénètrent pas dans les poumons et les bronches et donc celles-ci ne présentent pas de risques sanitaires.</p> 
<p><b>Particules diesel</b></p>	<p>Bien que leur effets sanitaires soient connus, les teneurs dans l'air ambiant en particules diesel ne sont pas encore réglementées.</p> <p>Il est constaté que la contribution de l'installation est très faible.</p>
<p><b>Composés organiques volatils</b></p>	<p>En fonction du composé, les effets sanitaires divergent.</p> <p>Seul le benzène fait l'objet d'une réglementation pour l'air ambiant.</p>

➤ **Analyses des effets cumulés avec la carrière SAM**

Afin de calculer les effets cumulés des deux carrières, les simulations numériques considèrent également les émissions provenant de la carrière SAM.

Les émissions provenant de cette installation sont présentées dans le tableau ci-après. Elles proviennent du dossier de demande d'autorisation d'exploiter de ladite carrière.

**Tableau 39: Émissions provenant de la carrière SAM**

	Opération de décapage et de défrichage	Traitement des matériaux	Érosion éolienne	Manipulation des matériaux	Engins et véhicules
Unité	[g/heure]	[g/heure]	[g/heure]	[g/heure]	[g/heure]
<b>Particules TSP</b>	9,07E-02	188,23	1,59E-02	3,55E-01	31,2
<b>Particules PM10</b>	2,78E-02	150,55	7,93E-03	1,68E-01	9,58
<b>Particules PM2.5</b>	2,78E-03	64,8	1,20E-03	2,54E-02	0,97
<b>Dioxyde d'azote</b>	-	-	-	-	828,03
<b>Monoxyde de carbone</b>	-	-	-	-	385,21
<b>COVNM</b>	-	-	-	-	31,43
<b>Diesel</b>	-	-	-	-	25,31

Les résultats des concentrations calculées aux niveaux des récepteurs sont présentés dans le tableau ci-après.

Il est constaté que, même en considérant les deux installations, les concentrations restent inférieures aux normes concernant les polluants règlementaires.

Tableau 40: Résultats des simulations avec les émissions de la carrière SAM

	Particules PM10			Particules PM2.5	Particules TSP	Dioxyde d'azote			Monoxyde de carbone		Benzène [COVNM]	Particules diesel
	Moyenne annuelle	Maximum sur 24 heures	Percentile journalier 90,4	Moyenne annuelle	Moyenne annuelle	Moyenne annuelle	Maximum horaire	Percentile horaire 99,8	Moyenne annuelle	Maximum horaire	Moyenne annuelle	Moyenne annuelle
	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
<b>Valeurs limites</b>	<b>40</b>	-	<b>50</b>	<b>25</b>	-	<b>40</b>	-	<b>200</b>	-	<b>10000</b>	<b>5</b>	-
<b>Seuil de recommandation et d'information</b>	-	<b>50</b>	-	-	-	-	<b>200</b>	-	-	-	-	-
<b>Maximum</b>	1,973	16,234	4,885	0,219	5,092	4,859	403,5	137,4	7,270	546,8	0,431	0,236
<b>Médiane</b>	0,060	0,688	0,133	0,009	0,094	0,111	15,7	5,5	0,166	21,3	0,010	0,006
<b>Récepteur N°1</b>	1,809	15,676	4,780	0,189	5,110	2,332	105,7	67,7	3,176	143,1	0,176	0,054
<b>Récepteur N°2</b>	1,480	10,699	3,568	0,163	4,045	1,566	64,2	29,6	2,066	86,8	0,143	0,089
<b>Récepteur N°3</b>	0,371	3,968	0,978	0,057	0,906	0,850	118,1	24,0	1,411	159,9	0,092	0,073
<b>Récepteur N°4</b>	0,194	2,494	0,399	0,033	0,377	0,782	66,9	16,0	1,293	90,7	0,091	0,081
<b>Récepteur N°5</b>	0,326	2,214	0,552	0,062	0,511	1,544	46,3	12,1	2,500	62,9	0,194	0,187
<b>Récepteur N°6</b>	0,311	2,025	0,471	0,059	0,453	1,514	35,4	10,6	2,743	48,5	0,192	0,187
<b>Récepteur N°7</b>	0,244	2,699	0,345	0,046	0,367	1,301	76,0	21,4	2,347	103,5	0,156	0,143
<b>Récepteur N°8</b>	0,218	2,655	0,327	0,041	0,331	1,176	72,5	20,4	2,110	98,6	0,140	0,127
<b>Récepteur N°9</b>	0,295	1,218	0,446	0,057	0,407	1,497	34,2	9,4	2,720	47,0	0,191	0,186
<b>Récepteur N°10</b>	1,667	14,488	4,570	0,151	4,731	2,483	93,6	65,8	3,382	126,7	0,181	0,043

Les figures qui suivent présentent les cartographies des concentrations en TSP, en PM10 et en PM2,5 (moyenne annuelle).

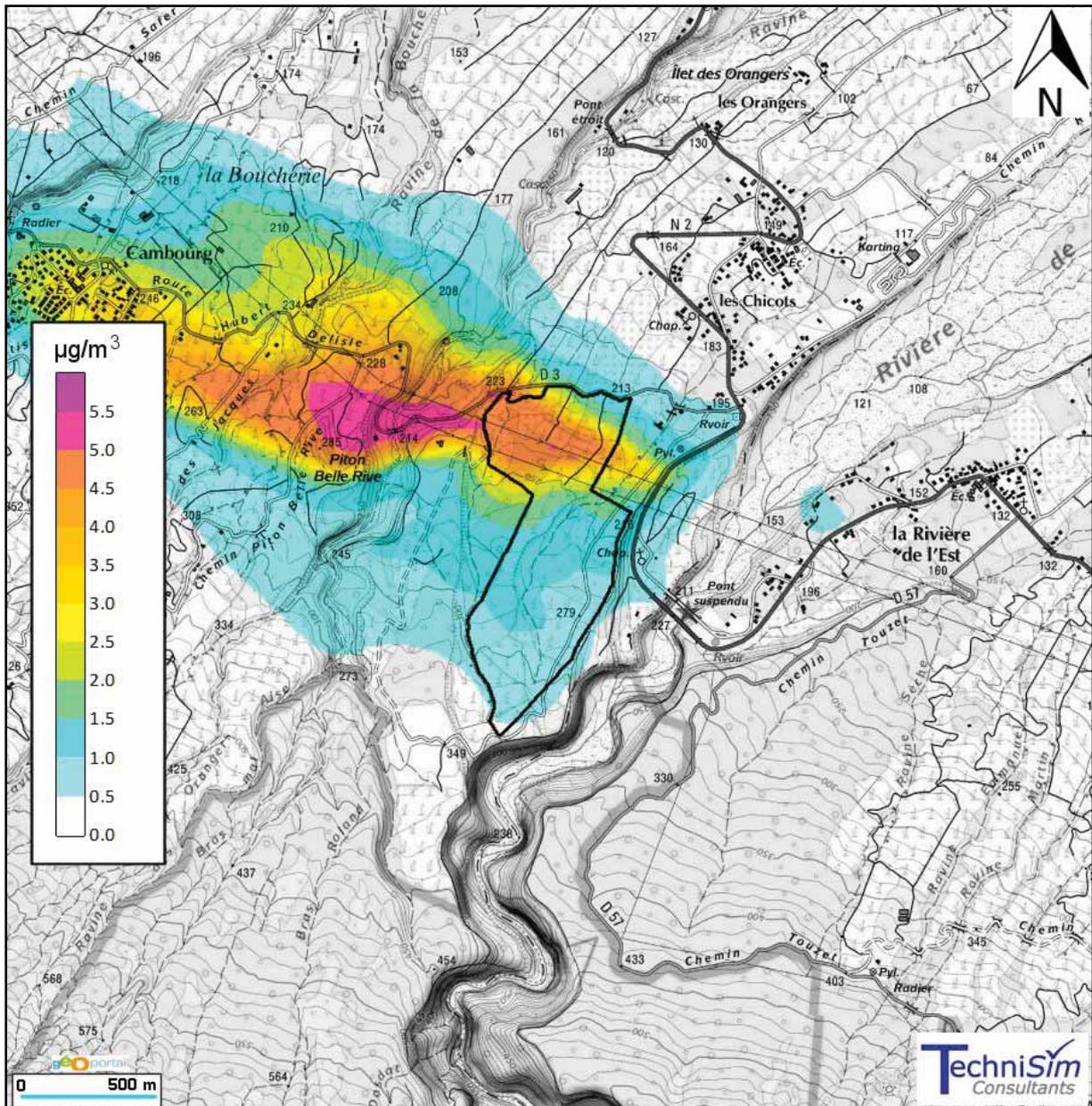


Figure 28: Impact de l'exploitation des deux carrières – Concentration des poussières TSP dans l'air en moyenne annuelle

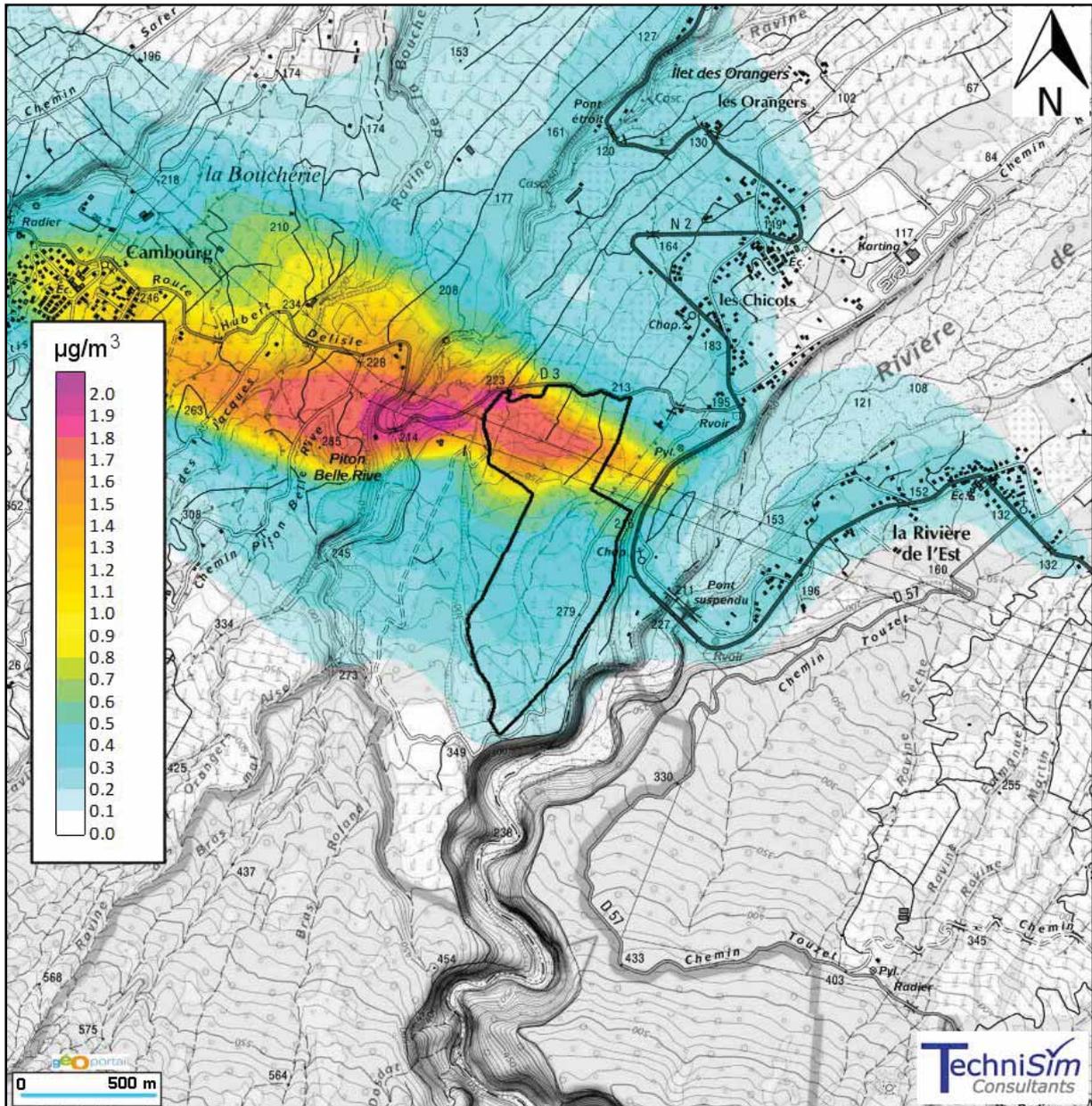


Figure 29: Impact de l'exploitation des deux carrières – Concentration des poussières PM10 dans l'air en moyenne annuelle

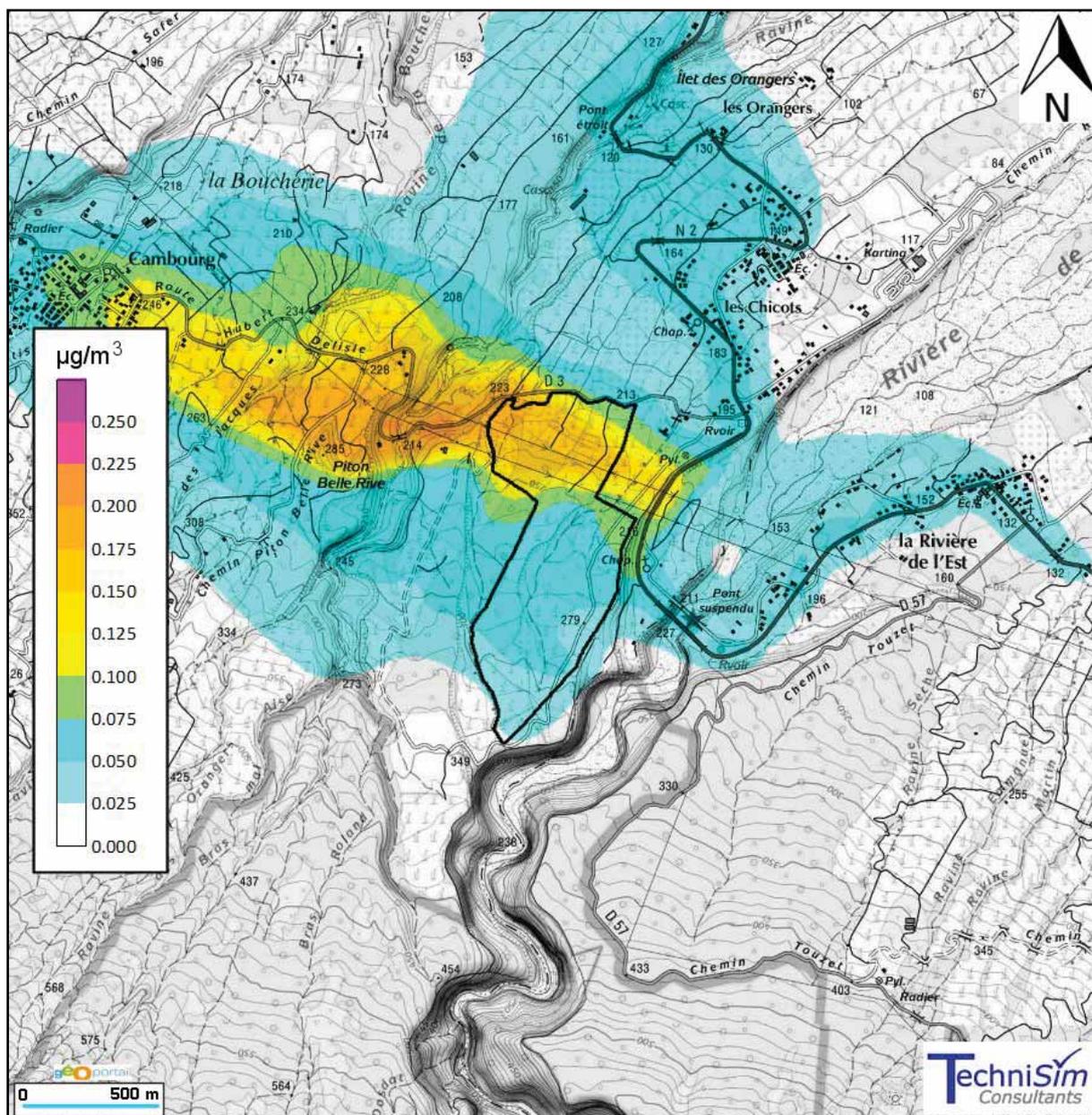


Figure 30: Impact de l'exploitation des deux carrières – Concentration des poussières PM<sub>2,5</sub> dans l'air en moyenne annuelle

### 9.2.4 Conclusion

L'exploitation de la carrière va entraîner une hausse des concentrations en poussières dans l'air ambiant.

Comme il est possible de le constater sur la figure ci-après, les augmentations interviennent surtout à l'ouest du site, là où les densités de population sont faibles.

Les concentrations calculées au niveau des récepteurs sont inférieures aux normes réglementaires.

Il en résulte que les impacts liés à l'exploitation du site sont limités.

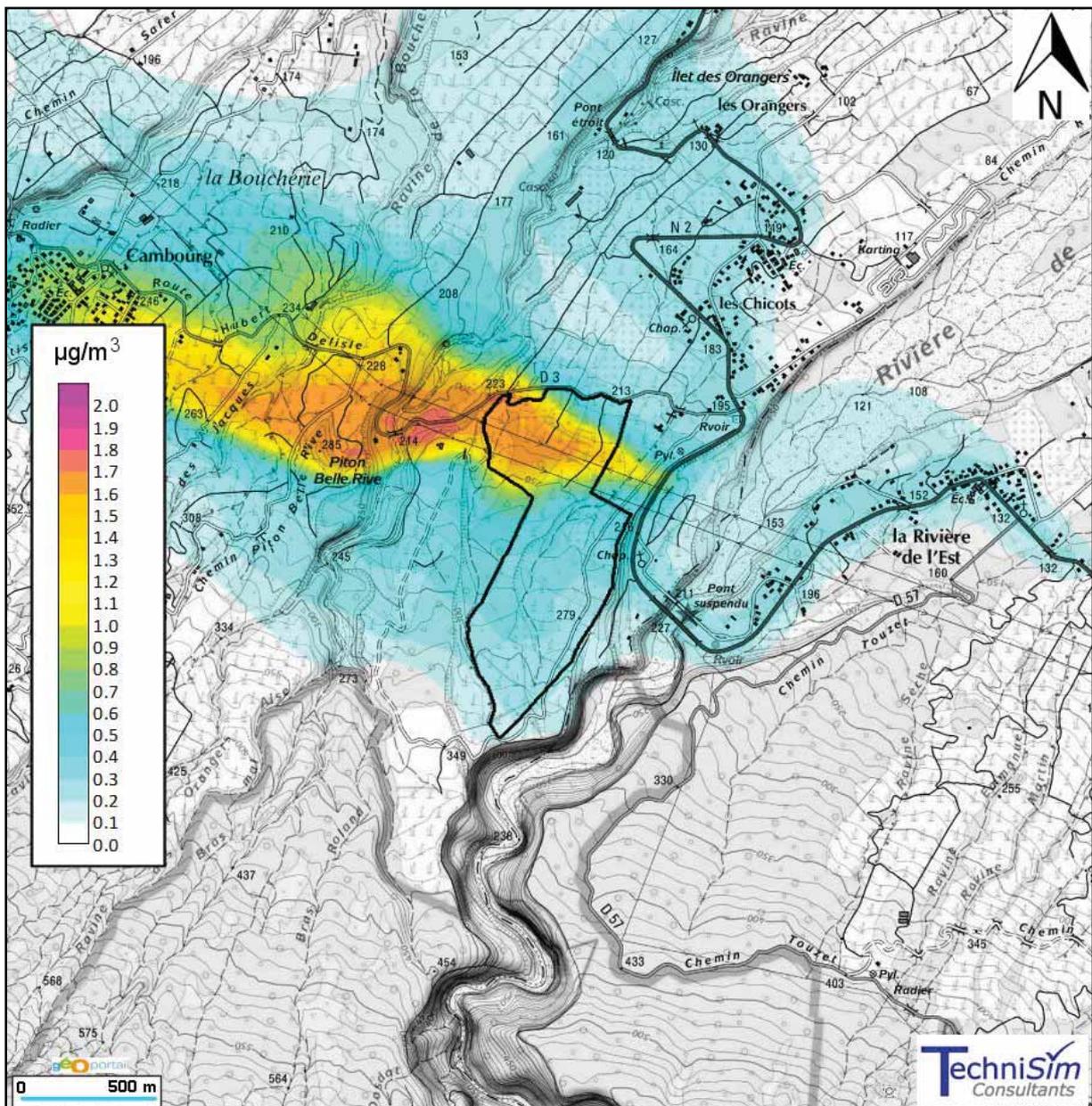


Figure 31: Impact de l'exploitation de la carrière – Concentration des poussières PM10 dans l'air en moyenne annuelle

### 9.3 Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires – EQRS

L'étude de l'impact des rejets de l'installation sur la santé des populations est établie à l'aide d'une EQRS [Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires]. L'objectif de la démarche est l'identification et l'estimation des risques pour la santé des populations vivant des situations environnementales dégradées (que cela provienne du fait des activités humaines ou bien du fait des activités naturelles).

L'EQRS permet de calculer : soit un pourcentage de population susceptible d'être touchée par une pathologie, soit un nombre de cas attendus de maladie.

L'impact sanitaire peut ainsi être déterminé.

L'EQRS est menée selon :

- Le guide de l'InVS de 2007 « Estimation de l'impact sanitaire d'une pollution environnementale et évaluation quantitative des risques sanitaires » ;
- Le guide de l'INERIS de 2003 sur l'« Évaluation des Risques Sanitaires dans les études d'impact des ICPE » ;
- Le guide de l'INERIS de 2013 « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires ».

#### 9.3.1 Contenu et démarche de l'EQRS

L'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires [EQRS] a pour objectif de vérifier si les teneurs des pollutions résiduelles présentent un danger pour la santé des populations fréquentant l'aménagement prévu sur l'ancien site.

L'élaboration d'une EQRS se fait classiquement selon les cinq étapes suivantes :

- 1) **Cadrage de l'étude** : sélection des toxiques d'intérêt ;
- 2) **Identification des dangers** : effets sanitaires générés par les toxiques sélectionnés ;
- 3) **Étude des relations dose-effet** : recherche et sélection des valeurs toxicologiques de référence [VTR] ;

- 4) **Estimation de l'exposition** : schéma conceptuel (répartition des toxiques dans les différents médias) et scénario d'exposition (contact entre les populations-cibles et les médias d'exposition) ;
- 5) **Caractérisation du risque** : calculs des indices de risques et avis sur l'acceptabilité des risques.

L'EQRS prend en considération toutes les composantes de l'environnement, aussi bien l'air respiré que l'eau absorbée.

Par conséquent, tous les processus de transfert sont examinés (retombée sur le sol, transfert des polluants du sol dans les plantes, etc.).

Le schéma conceptuel de la démarche est présenté dans la figure qui va suivre.

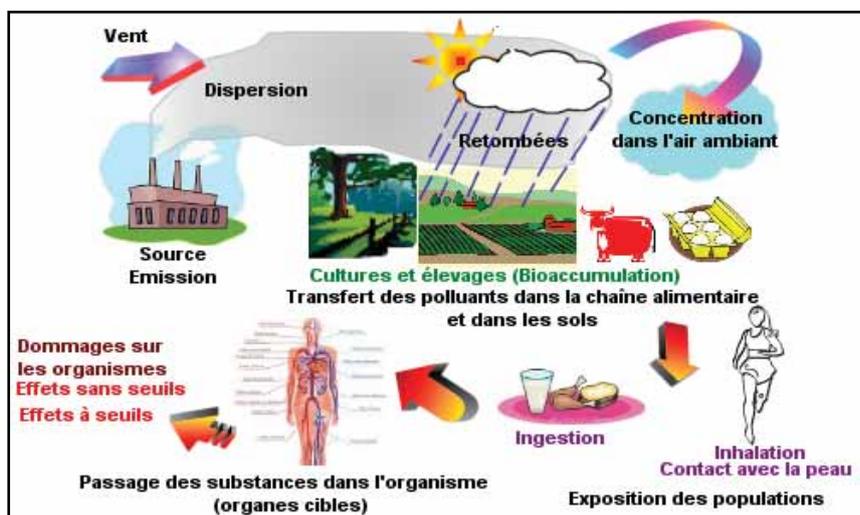


Figure 32: Schéma conceptuel de la démarche d'une ERS

### ➤ Étape n°1: Identification des dangers et des VTR

L'étape d'identification des dangers consiste à connaître les dangers ou le potentiel dangereux des agents chimiques considérés, associés aux voies d'exposition retenues [InVS, 2000]. Cela consiste en une synthèse des connaissances scientifiques disponibles à l'instant de l'étude débouchant sur un bilan de ce que l'on sait, de ce que l'on ignore et de ce qui est incertain.

En pratique, la méthode consiste à réaliser un inventaire, d'une part : de l'ensemble des substances ou agents qui sont rejetés dans l'environnement et, d'autre part : de l'ensemble des effets sanitaires indésirables afférents à chacun d'entre eux.

Au niveau des effets, on distingue les effets selon qu'ils sont « à seuil » ou « sans seuil ».

- **Les effets toxiques « à seuils »** correspondent aux effets aigus et aux effets chroniques non cancérogènes, non génotoxiques et non mutagènes. On admet qu'il existe une dose limite au-dessous de laquelle le danger ne peut apparaître. La valeur toxicologique de référence [VTR] correspond alors à cette valeur. Par ailleurs, pour ce type d'effet, la gravité est proportionnelle à la dose.
- **Les effets toxiques « sans seuils »** correspondent pour l'essentiel à des effets cancérogènes génotoxiques et des mutations génétiques, pour lesquels la fréquence - et non la gravité - est proportionnelle à la dose. L'approche probabiliste conduit à considérer qu'il existe un risque, infime mais non nul, qu'une seule molécule pénétrant dans le corps provoque des changements dans une cellule à l'origine d'une lignée cancéreuse. La VTR est alors un excès de risque unitaire [ERU] de cancer.

À la suite de ces recherches, quelques substances seulement sont retenues pour l'EQRS.

### ➤ **Étape n° 2 : Estimation de la dose-réponse / Valeur toxicologique de référence**

Cette étape permet d'estimer le risque en fonction de la dose. En toxicologie animale ou en épidémiologie, les effets sont généralement connus en ce qui concerne de hautes doses (expérimentations contrôlées, expositions professionnelles, accidentelles). Or, pour connaître les risques encourus à basses doses, telles qu'elles sont présentes dans notre environnement, il est nécessaire d'extrapoler les risques observés (c'est-à-dire des hautes doses vers les basses doses) à partir de l'étude de la relation dose-effet. Cette relation s'étudie notamment grâce à des méthodes statistiques, épidémiologiques, toxicologiques et pharmacologiques et en particulier de la modélisation mathématique. Cela permet de définir des **Valeurs Toxicologiques de Référence [VTR]** qui traduisent le lien entre la dose de la substance toxique et l'occurrence ou la sévérité de l'effet étudié dans la population.

Le calcul des VTR est différent selon le danger considéré. Il s'effectue :

- Par une approche déterministe lorsqu'il s'agit des effets 'avec' seuil ;
- Par une approche probabiliste lorsqu'il s'agit des effets 'sans' seuil.

**Pour les effets 'à seuils'** : la VTR correspond à la dose en dessous de laquelle le(s) effet(s) néfaste(s) n'apparaissent pas. Cette dose est calculée à partir de la dose

expérimentale reconnue comme la plus faible sans effet (dose dite NOEL pour **No Observed Effect Level**) et d'une série de facteurs de sécurité. Ces facteurs de sécurité prennent en compte différentes incertitudes telles que, notamment, les difficultés de transposition de l'animal à l'homme (variabilité intra et inter-espèces), les durées d'exposition, la qualité des données, etc.

La VTR est alors calculée mathématiquement par division de la dose NOEL par le produit des différents facteurs de sécurité pris en compte.

La VTR prend alors la forme d'une **Dose Journalière Acceptable [DJA]** dans le cas de l'ingestion (exprimée en mg/kg/j) et de la voie cutanée, ou bien d'une **Concentration Maximale Admissible [CMA]** dans le cas de l'exposition respiratoire (exprimée en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

En dessous de ce seuil de dose, la population est considérée comme protégée.

**Pour les effets 'sans seuils'** : la VTR est alors un **Excès de Risque Unitaire [ERU]** de cancer. L'ERU est calculé soit à partir d'expérimentations chez l'animal, soit d'études épidémiologiques chez l'homme. Il est le résultat des extrapolations des hautes doses aux basses doses à travers des modèles mathématique. L'approche probabiliste conduit à considérer qu'il existe un risque, infime mais non nul, qu'une seule molécule pénétrant dans le corps provoque des changements dans une cellule à l'origine d'une lignée cancéreuse.

Concernant la voie respiratoire, l'ERU est l'inverse d'une concentration dans l'air et s'exprime en  $(\text{mg}/\text{m}^3)^{-1}$ . Concernant l'ingestion, l'ERU est l'inverse de la dose absorbée journalière et s'exprime en  $(\text{mg}/(\text{kg}\cdot\text{j}))^{-1}$ .

L'ERU représente la probabilité individuelle de développer un cancer pour une dose de produit toxique [ $1\text{mg}/\text{m}^3$  ou  $1\text{ mg}/(\text{kg}\cdot\text{j})$ ] absorbée par un sujet pendant toute sa vie.

La sélection des VTR pour chaque substance, est faite selon le logigramme ci-après.

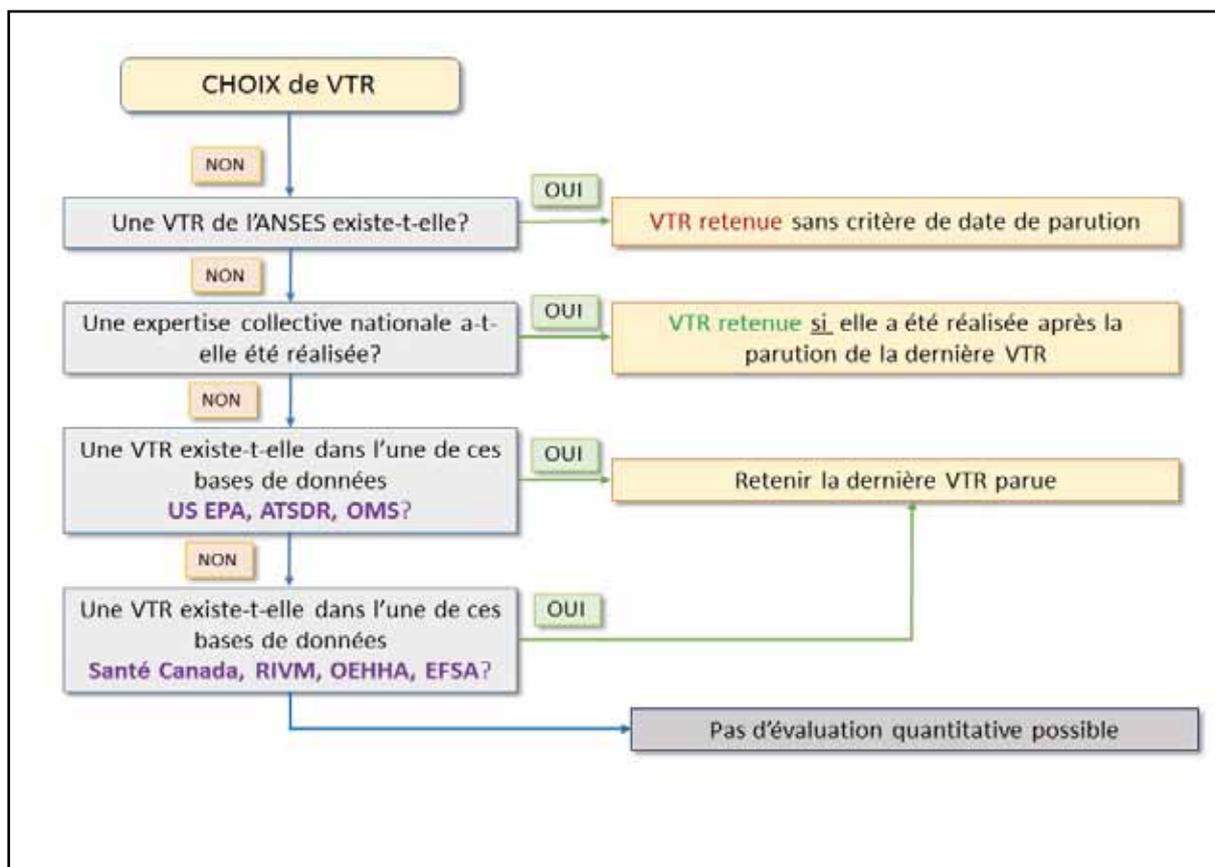


Figure 33: Logigramme – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

### ➤ Étape N°3 : Évaluation des expositions

#### VOIES D'EXPOSITION EN FONCTION DU COMPARTIMENT ENVIRONNEMENTAL

##### Vecteurs de transfert

Les vecteurs de transfert sont les milieux permettant de mettre en contact les sources potentielles de danger identifiées au paragraphe précédent avec les populations riveraines du projet, appelées « cibles » dans la suite du document.

Ces vecteurs peuvent être l'air, l'eau, le sol ou le sous-sol :

- **Air** : L'air constitue le vecteur principal de transfert par transport des émissions atmosphériques liées au fonctionnement du site vers les populations.

**L'air sera pris en compte comme vecteur de transfert privilégié dans la présente étude.**

- **Sol** : Le sol constitue un milieu récepteur des particules émises à l'atmosphère et les populations environnantes sont directement exposées. Le sol peut donc devenir vecteur de transfert par mobilisation de particules par le vent, ou bien en tant que milieu de croissance de végétaux consommés (après dépôt au sol des particules, celles-

ci sont susceptibles de se bio-accumuler au sein de végétaux), par les populations et animaux alentour.

**Le sol sera pris en compte comme vecteur de transfert dans la présente étude.**

- **Sous-sols et eaux souterraines** : Les eaux souterraines peuvent représenter un vecteur de transfert des composés issus de l'activité du site vers les populations. Cependant, le site n'est implanté dans aucun périmètre de protection associé à des captages d'alimentation en eau potable. Par ailleurs, toute pollution du sous-sol est prévenue de par le mode d'exploitation, avec la collecte et le traitement des eaux usées (sanitaires, etc.), la mise sur rétention des produits liquides (fioul domestique, etc.) sur rétention, etc.

**Les sous-sols et les eaux souterraines ne seront pas pris en compte comme vecteurs de transfert dans la présente étude.**

- **Eaux superficielles** : Les eaux superficielles constituent le milieu récepteur des rejets liquides. Toutefois, les terrains ne sont traversés par aucun cours d'eau permanent ou temporaire. Les cours d'eau superficiels sont trop éloignés pour subir une quelconque influence des activités actuelles et projetées.

Compte tenu de la topographie du site, de la nature des rejets liquides générés par le site et de leur gestion :

**Les eaux superficielles ne seront pas prises en compte comme vecteur de transfert dans la présente étude.**

### Voies d'exposition

- **Inhalation** : L'inhalation constitue la voie d'exposition privilégiée dans le cas présent. Les polluants émis sont, après dispersion, respirés directement par les populations.
- **Ingestion du sol** : Comme précisé auparavant, la prise en compte de la déposition particulaire et de la bioaccumulation de ces rejets dans les sols, bien qu'étant faible, est considérée comme étant une voie d'exposition.

*Par conséquent, l'ingestion de sol est retenue comme voie d'exposition possible.*

- **Ingestion des végétaux autoproduits** : Les plantes peuvent être contaminées par l'absorption foliaire et/ou racinaire, et les dépôts gazeux et particulaires des polluants.

*Par conséquent, cette voie d'exposition est retenue dans la présente étude.*

- **Ingestion des produits d'origine animale autoproduits** : Les animaux peuvent être « contaminés » par la consommation de sol et/ou de végétaux.

*Par conséquent, cette voie d'exposition est retenue dans la présente étude.*

**Ici, l'inhalation sera prise en compte comme voie de contamination privilégiée. L'ingestion d'aliments autoproduits, bien qu'étant faible, est également retenue comme voie d'exposition.**

## Synthèse

Le tableau qui va suivre présente les voies d'exposition retenues en fonction du compartiment environnemental.

Tableau 41: Voies d'exposition retenues en fonction du compartiment environnemental

		Mode de transfert des polluants vers le milieu contaminé	Voie d'exposition et population cible
M i l i e u x  c o n t a m i n és	Air	Dispersion atmosphérique de sources diffuses (particules et gaz)	<u>Voie d'exposition</u> : inhalation de polluants sous forme gazeuse et particulaire. <u>Population cible</u> : Adultes et enfants résidant à proximité de l'installation.
	Sols	Dépôts gazeux et particulaires des polluants émis par l'installation	<u>Voie d'exposition</u> : ingestion de polluants sous forme particulaire. <u>Population cible</u> : Adultes et enfants résidant à proximité de l'installation.
	Eaux	Aucun rejet d'eau industrielle et/ou sanitaire provenant de l'installation	<i>Non pertinente pour la présente étude.</i>
	Végétaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dépôts gazeux et particulaires des polluants émis par l'installation sur les végétaux</li> <li>- Transferts des polluants émis par l'installation <i>via</i> la partie aérienne des végétaux, <i>via</i> l'air capté par la plante</li> <li>- Dépôts indirects par recirculation des poussières du sol</li> <li>- Prélèvement par les racines puis transfert vers la partie aérienne de la plante</li> </ul>	<u>Voie d'exposition</u> : ingestion de polluants <i>via</i> la consommation de produits autoproduits. <u>Population cible</u> : Adultes et enfants résidant à proximité de l'installation.
	Produits d'origine animale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dépôts gazeux et particulaires des polluants émis par l'installation sur les sols</li> <li>- Ingestion des poussières par les animaux</li> </ul>	

DEFINITION DES PARAMETRES DES SCENARIOS D'EXPOSITION

Le tableau ci-après présente les paramètres des scénarios d'exposition retenus.

Les concentrations utilisées pour les calculs sont les concentrations obtenues à l'aide de la simulation numérique.

D'une manière générale, les cas des effets 'à seuils' sont distingués de ceux des effets 'sans seuils' où intervient le nombre d'années d'exposition.

**Tableau 42: Paramètres retenus pour les scénarios d'exposition**

	Hypothèses d'exposition considérée	Concentration retenue
<b>Inhalation</b>	<i>Résident permanent : 24h/24 – 365 jours/an</i> (scénario majorant)  <i>Durée d'exposition pour les effets sans seuil :</i> <b>15 ans</b> (durée d'exploitation supposée)	Concentrations calculées à l'aide de la modélisation numérique aux niveaux des récepteurs les plus proches de l'installation.
<b>Ingestion</b>	<i>Résident permanent : 24h/24 – 365 jours/an</i> (scénario majorant) qui consomme des produits autoproduits (végétaux, chair de poule et œufs)  <i>Durée d'exposition pour les effets sans seuil :</i> <b>15 ans</b> (durée d'exploitation supposée)	Concentrations et dépôts calculés à l'aide de la modélisation numérique aux niveaux des récepteurs les plus proches de l'installation.

➤ **Étape N°4 : Caractérisation des risques**

La caractérisation des risques est réalisée à l'aide du calcul des indices de risques, Ces indices diffèrent selon que l'on examine les effets « à seuils » ou « sans seuils ».

EFFETS A SEUILS – QUOTIENT DE DANGERS

Pour les effets toxiques « à seuils », l'expression déterministe de la survenue d'un effet toxique dépend du dépassement d'une valeur : la Valeur Toxique de Référence [VTR], Il est alors calculé un Qotient de Danger [QD], qui correspond au rapport de la dose journalière exposition sur la VTR.

Ce quotient de danger est calculé suivant la relation suivante :

Inhalation	Voie orale
<b>QD = CMI/CAA</b>	<b>QD = DJE/DJA</b>
CMI = Concentration Moyenne Inhalée [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] CAA = Concentration Admissible dans l'Air [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	DJE = Dose Journalière d'Exposition [ $\text{mg}/(\text{kg},\text{j})$ ] DJA = Dose Journalière Admissible [ $\text{mg}/\text{kg},\text{j}$ ]

L'acceptabilité du risque est réalisée selon les recommandations de la circulaire du 09 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations soumises à autorisation.

Lorsque le QD est inférieur à 1, cela signifie que la population exposée est théoriquement hors de danger, et ce, même pour les populations sensibles, compte tenu des facteurs de sécurité utilisés.

Si, au contraire, le QD est supérieur ou égal à 1, cela signifie que l'effet toxique peut se déclarer sans qu'il soit possible de prédire la probabilité de survenue de cet événement.

#### EFFETS SANS SEUILS – EXCES DE RISQUES INDIVIDUEL

Pour les effets toxiques sans seuils, on calcule l'Excès de Risque Individuel [ERI], en multipliant l'Excès de Risque Unitaire [ERU] à la Dose Journalière d'Exposition [DJE] pour la voie orale ou bien à la Concentration Moyenne Inhalée [CMI] pour la voie inhalation.

Inhalation	Voie orale
<b>ERI = CMI*ERU<sub>inhalation</sub></b>	<b>ERI = DJE*ERU<sub>orale</sub></b>
CMI = Concentration Moyenne Inhalée [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] ERU = Excès de Risque Unitaire [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] <sup>-1</sup>	DJE = Dose Journalière d'Exposition [ $\text{mg}/(\text{kg},\text{j})$ ] ERU = Excès de Risque Unitaire [ $\text{mg}/\text{kg},\text{j}$ ] <sup>-1</sup>

L'interprétation des résultats s'effectue ensuite par comparaison à des niveaux de risque jugés socialement acceptables.

En France, l'INVS utilise la valeur de  $10^{-5}$ , cette valeur est reprise dans la *Circulaire du 09 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations soumises à autorisation*.

#### EFFETS CUMULES

Dans une EQRS, les individus sont rarement exposés à une seule substance.

Afin de prendre en considération les effets des mélanges, on procède comme suit :

- **Effets « à seuils »** : les QD sont additionnés uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible ;
- **Effets « sans seuils »** : la somme des ERI est effectuée, quel que soit l'organe cible.

#### CALCUL DES DOSES JOURNALIERES

Pour l'inhalation, la dose journalière est effectivement une concentration inhalée.

Comme on considère des expositions de longue durée, on s'intéresse à la concentration moyenne inhalée par jour. Celle-ci se calcule à l'aide de la formule ci-après :

$$\sum_i [(C_i \times t_i)] \times F \times \frac{T}{T_m}$$

<b>CI</b>	Concentration moyenne inhalée	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
<b>ti</b>	Fraction du temps d'exposition à la concentration CI pendant une journée	[Sans dimension]
<b>F</b>	Fréquence ou taux d'exposition => nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition ramené au nombre total annuel d'heures ou de jours	[Sans dimension]
<b>T</b>	Nombre d'années d'exposition	[années]
<b>Tm</b>	Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée	[année]

Pour l'ingestion, la dose totale d'exposition est calculée à l'aide de la relation suivante.

$$DJE_{TOTAL} = DJE_{sol} + \sum_i DJE_i$$

Avec	$DJE_{TOTAL}$	Dose journalière totale d'exposition	[mg/(kg.jour)]
	$DJE_{sol}$	Dose d'exposition par ingestion du sol	[mg/(kg.jour)]
		$= (Q_s * C_s * B_s) / P * F / 365$	
		$Q_s$ : Quantité de sol ingéré par jour par la cible	[g/jour]
		$C_s$ : Concentration de polluant dans le sol	[mg/kg]
		$B_s$ : Facteur de biodisponibilité du polluant = 1	[-]
		$F$ : Nombre de jours d'exposition par an = 365	[-]
		$P$ : Poids de la cible	[kg]
	$DJE_i$	Dose d'exposition liée à l'ingestion de l'aliment i (i : légume, légumes-feuilles, etc.)	[mg/(kg.jour)]
		$= (Q_i * C_i * F_i) / P * F / 365$	

Qi : Quantité d'aliment i considéré ingéré par jour par la cible	[g/jour]
Ci : Concentration de polluant dans l'aliment i considéré	[mg/kg]
Fi : Fraction d'aliment i provenant de la zone d'exposition= 1	[-]
F : Nombre de jours d'exposition par an = 365	[-]
P : Poids de la cible	[kg]

Pour les effets sans seuils, les DJE sont calculées pour les différentes classes d'âge.

Pour une classe d'âge donnée :

$$DJE_{TOTALE} = \left( DJE_{sol} + \sum_i DJE_i \right) \times \frac{T_j}{70}$$

Avec T<sub>j</sub>, Durée d'exposition associée à la classe d'âge j [année].

### 9.3.2 Identification des dangers et choix des VTR

Les chapitres précédents ont permis d'identifier les polluants pouvant être rejetés dans l'atmosphère. Il est distingué :

- Les polluants émis par les engins et véhicules motorisés : Oxydes d'azote dont le NO<sub>2</sub>, les COV dont le benzène, le monoxyde de carbone, les particules diesel provenant de la combustion des carburants ;
- Les poussières émises par l'exploitation du gisement, du traitement des matières minérales, de la manutention des produits pondéreux<sup>3</sup>, de la circulation sur les pistes non enrobées et des envols sur les stocks de matériaux.

Il convient maintenant d'examiner l'impact potentiel de ces composés sur la santé des populations.

#### ➤ **Évaluation des effets des polluants émis par les engins et véhicules motorisés**

Les effets sanitaires sont présentés en détail en annexe N°5.

Le tableau suivant présente les VTR retenues pour les composés émis par le trafic (gaz d'échappement).

Les COV sont assimilés de manière conservatrice à du benzène (composé dont les effets cancérigènes sont connus et avérés).

<sup>3</sup> Matières de densité élevée utilisées dans l'industrie

Tableau 43: VTR retenues pour les composés émis par le trafic (gaz d'échappement) – Effets sans seuils

Composés [N°CAS]	Voie d'exposition	Facteur d'incertitude	Valeur de référence	Source	Année de révision de VTR	Effet citrique
Oxydes d'azote [10102-44-0]	Inhalation (chronique)	<i>Pas de VTR disponible dans la littérature</i>				
	Ingestion (chronique)					
Monoxyde de carbone [630-08-0]	Inhalation (chronique)	<i>Pas de VTR disponible dans la littérature</i>				
	Ingestion (chronique)					
Dioxyde de soufre [7446-09-50]	Inhalation (chronique)	<i>Pas de VTR disponible dans la littérature</i>				
	Ingestion (chronique)					
Particules diesel	Inhalation (chronique)	30	RfC = 5 µg/m <sup>3</sup>	US EPA	2003	Effets respiratoires
	Ingestion (chronique)	<i>Pas de VTR disponible dans la littérature</i>				
Benzène [71-43-2]	Inhalation (chronique)	10	MRL = 10 µg/m <sup>3</sup>	ATSDR	2005	Diminution du nombre de lymphocytes
	Ingestion (chronique)	Non précisé	RfD = 0,004 mg/(kg.j)	ATSDR	2007	

Tableau 44: VTR retenues pour les composés émis par le trafic (gaz d'échappement) – Effets à seuils

Composés [N°CAS]	Voie d'exposition	Organe cible	ERU	unité	Source	Année de révision
Benzène [71-43-2]	Inhalation	Sang	2,60E-05	[µg/m <sup>3</sup> ] <sup>-1</sup>	ANSES	2013
	Ingestion	Sang	0,055	[mg/(kg.jour)] <sup>-1</sup>	US EPA	2000
Particules diesel	Inhalation	Poumon	3,40E-05	[µg/m <sup>3</sup> ] <sup>-1</sup>	OMS	1996
	Ingestion	<i>Pas de VTR disponible dans la littérature</i>				

### ➤ Évaluation des effets des poussières engendrées par l'installation

Selon les matériaux ou minéraux exploités, les substances susceptibles d'être émises dans l'environnement ne présentent pas toutes des dangers pour la santé.

Dans le cas des poussières émises par le site, les risques sanitaires sont liés aux matières qui les composent.

L'élément silice [Si] est un composant majeur de la croûte terrestre (environ 25%).

Il existe principalement sous différentes formes :

- La silice libre ou dioxyde de silicium ( $\text{SiO}_2$ ) ;
- Les silicates qui sont des minéraux contenant une combinaison de silice avec divers oxydes métalliques.

La silice peut se trouver sous forme amorphe ou sous forme cristalline qui est sa forme la plus dangereuse.

La figure suivante présente les différentes formes de silice existantes.

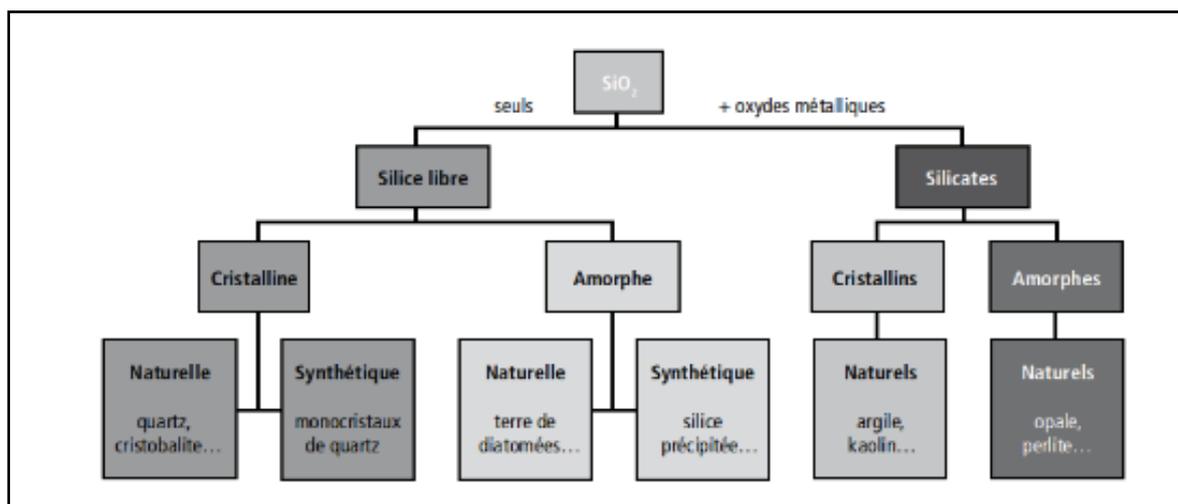


Figure 34: Les différentes formes de silice (source INVS)

Il existe huit polymorphes de silice cristalline libre. Ils ont la même composition chimique mais ont cependant des structures spatiales différentes.

Ces structures dépendent des conditions de température et de pression dans lesquelles ils se sont formés. On distingue notamment :

- **Le quartz (N° CAS : 14808-60-7)** : il représente 12 % de la croûte terrestre. C'est le composant principal de roches ignées comme le granite et de roches sédimentaires comme le sable.

- **La cristobalite (N° CAS : 14464-46-1)** : ce minéral est beaucoup plus rare que le quartz dans la nature. Seules certaines roches volcaniques et certaines météorites sont susceptibles d'en contenir.
- **La tridymite (N° CAS : 15468-32-3)** : comme la cristobalite, ce minéral se trouve uniquement dans certaines roches volcaniques et météorites.

Les particules de silice les plus fines (d'un diamètre inférieur à 5 microns) pénètrent par les voies respiratoires jusqu'aux alvéoles pulmonaires et s'y déposent. L'organisme réagit en produisant une substance aboutissant à la constitution de nodules (nombreux petits nœuds) qui vont se concentrer jusqu'à obstruer et détruire peu à peu le poumon (maladie de la silicose).

C'est un processus lent (il existe un temps de latence de plusieurs années entre l'inhalation de poussières et la formation de nodules) et évolutif (le processus se poursuit même après la cessation d'activité : le retrait du poste de travail ne suffit pas à stopper l'évolution de la maladie).

Les poussières de silice peuvent provoquer une irritation des yeux et du tractus respiratoire en exposition aiguë.

L'exposition chronique à la silice peut induire une silicose. Il s'agit d'une pneumoconiose fibrosante secondaire à l'inhalation de particules de silice libre. Les manifestations sont tardives et fonction de la durée d'exposition ainsi que de la concentration en silice dans l'air. En outre, le lien entre l'exposition à la silice et la survenue de certaines affections auto-immunes est envisagé dans de nombreux cas.

La silice cristalline joue un rôle certain dans l'apparition de certains cancers, en particulier le cancer broncho-pulmonaire. En 1996, la silice cristalline inhalée sous forme de quartz ou de cristobalite de source professionnelle a été classée comme cancérigène pour l'homme (groupe 1) par le CIRC.

Le tableau suivant présente les VTR retenues pour la silice cristalline libre.

Tableau 45: VTR retenue pour la silice libre

Composés	Voie d'exposition	Facteur d'incertitude	Valeur de référence	Source	Année de révision de VTR	Effet citrique
Quartz Tridymite Cristobalite	Inhalation (chronique)	Non précisé	REL = 3 µg/m <sup>3</sup>	OEHHA	Non précisé	Effet sur le système respiratoire
Quartz Tridymite Cristobalite	Ingestion (chronique)	<i>Pas de VTR disponible dans la littérature</i>				

**Nota Bene : Aucune VTR pour les effets sans seuils n'a été recensée.**

Les éléments traces métalliques (ETM), ou métaux lourds, sont présents dans la croûte terrestre à des concentrations inférieures à 0,1 %. Une étude réalisée sur les sols de la Réunion (Doelsch et al, 2006) a montré que l'origine des fortes concentrations en chrome [Cr], cuivre [Cu], nickel [Ni] et zinc [Zn] est principalement due au fond pédogéochimique naturel.

Le tableau ci-après présente les résultats d'une campagne de grande échelle d'analyse des sols de la Réunion [(Doelsh, E. (2004) Éléments traces métalliques – Inventaire pour l'île de la Réunion (sols, déchets et végétaux)], CIRAD-Chambre d'Agriculture.

Les sols réunionnais présentent des concentrations très élevées (par rapport à celles mesurées en métropole) en mercure, chrome, cuivre, nickel et zinc.

Tableau 46: Teneurs en Éléments traces métalliques pour l'île de la Réunion

Unité [mg/kg]	Chrome	Cuivre	Mercure	Nickel	Zinc
<b>Île de la Réunion</b>					
Minimum	35,00	6,50	0,03	15,13	57,48
Médiane	<b>165,9</b>	<b>52,93</b>	<b>0,16</b>	<b>92,14</b>	<b>146,1</b>
Moyenne	300,5	58,31	0,19	206,4	162
Maximum	1108	164,4	0,81	1038	398
<b>Métropole</b>					
Médiane	<b>64,8</b>	<b>12,4</b>	<b>0,05</b>	<b>29,7</b>	<b>72</b>
Moyenne	73,5	14,2	0,07	43,1	161

Le tableau ci-après présente les valeurs toxicologiques de référence retenues pour l'évaluation quantitative des risques sanitaires des ETM contenus dans les poussières.

Dans les sols, le chrome issu de la roche-mère existe principalement sous forme trivalente (chrome III). Aussi il ne sera considéré que cette forme chimique pour l'évaluation des risques sanitaires.

Tableau 47: VTR retenues pour les ETM – Effets sans seuils

Composés [N°CAS]	Voie d'exposition	Facteur d'incertitude	Valeur de référence	Source	Année de révision de VTR	Effet citrique
<b>Chrome III</b> [16065-83-1]	Inhalation (chronique)	10	TCA = 0,06 mg/m <sup>3</sup>	RIVM	2001	Pas d'effet observé
	Ingestion (chronique)	1000	RfD = 1,5 mg/(kg.j)	US EPA	1998	Pas d'effet observé
<b>Cuivre</b> [7440-50-8]	Inhalation (chronique)	600	TCA = 1,0 µg/m <sup>3</sup>	RIVM	2001	Pas d'effet observé
	Ingestion (chronique)	30	TDI = 0,14 mg/(kg.j)	RIVM	2001	Pas d'effet observé
<b>Mercure</b> [7439-97-6]	Inhalation (chronique)	300	REL = 0,03 µg/m <sup>3</sup>	OEHHA	2008	Effets neurologiques
	Ingestion (chronique)	100	TDI = 2E -3 mg/(kg.j)	OMS	2008	Atteinte rénale
<b>Nickel</b> [7440-02-0]	Inhalation (chronique)	30	MRL = 0,09 µg/m <sup>3</sup>	ATSDR	2005	Lésions pulmonaires
	Ingestion (chronique)	300	RfD = 0,02 mg/(kg.j)	US EPA	1995	Perte de la masse corporelle
<b>Zinc</b> [7440-66-6]	Inhalation (chronique)	<i>Aucune VTR n'est disponible dans la littérature</i>				
	Ingestion (chronique)	3	RfD = 0,3 mg/(kg.j)	ATSDR	1994	Effets sanguins

Tableau 48: VTR retenues pour les ETM – Effets à seuils

Composés [N°CAS]	Voie d'exposition	Organe cible	ERU	unité	Source	Année de révision
<b>Chrome III</b> [16065-83-1]	Inhalation	<i>Pas de VTR disponible dans la littérature</i>				
	Ingestion	<i>Pas de VTR disponible dans la littérature</i>				
<b>Cuivre</b> [7440-50-8]	Inhalation	<i>Pas de VTR disponible dans la littérature</i>				
	Ingestion	<i>Pas de VTR disponible dans la littérature</i>				
<b>Mercure</b> [7439-97-6]	Inhalation	<i>Pas de VTR disponible dans la littérature</i>				
	Ingestion	<i>Pas de VTR disponible dans la littérature</i>				
<b>Nickel</b> [7440-02-0]	Inhalation	Poumons	<b>3.80E-4</b>	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] <sup>-1</sup>	OMS	2000
	Ingestion	<i>Pas de VTR disponible dans la littérature</i>				
<b>Zinc</b> [7440-66-6]	Inhalation	<i>Pas de VTR disponible dans la littérature</i>				
	Ingestion	<i>Pas de VTR disponible dans la littérature</i>				

### 9.3.3 Calculs des doses d'expositions

#### ➤ Dose d'exposition par inhalation

Il est considéré les hypothèses suivantes :

- Les populations inhalent des poussières PM10
- Le taux de quartz des matériaux présents sur le site de la carrière Les Orangers est égal à 1%
- Les taux des ETM dans les poussières minérales sont égaux aux teneurs médianes mesurées sur différents endroits de l'île, c'est-à-dire :
  - Chrome: 165,9 mg/kg
  - Cuivre : 52,93 mg/kg
  - Mercure : 0,16 mg/kg
  - Nickel : 92,14 mg/kg
  - Zinc : 146,1 mg/kg

Les concentrations d'expositions calculées sous ces hypothèses sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 49: Concentrations d'expositions calculées

	Silice libre	Particules diesel	Benzène	Chrome	Cuivre	Mercur	Nickel	Zinc
Unités	mg/m <sup>3</sup>							
<b>Effets à seuils</b>								
Récepteur N°1	1,7E-05	2,8E-04	1,6E-04	2,7E-07	8,8E-08	2,6E-10	1,5E-07	2,4E-07
Récepteur N°2	1,4E-05	1,8E-04	1,3E-04	2,3E-07	7,4E-08	2,2E-10	1,3E-07	2,0E-07
Récepteur N°3	2,8E-06	4,8E-05	8,4E-05	4,6E-08	1,5E-08	4,4E-11	2,5E-08	4,0E-08
Récepteur N°4	1,7E-06	3,6E-05	8,9E-05	2,8E-08	9,0E-09	2,7E-11	1,6E-08	2,5E-08
Récepteur N°5	3,0E-06	6,2E-05	1,9E-04	5,0E-08	1,6E-08	4,8E-11	2,8E-08	4,4E-08
Récepteur N°6	2,9E-06	6,0E-05	1,9E-04	4,9E-08	1,6E-08	4,7E-11	2,7E-08	4,3E-08
Récepteur N°7	2,4E-06	5,8E-05	1,6E-04	3,9E-08	1,2E-08	3,8E-11	2,2E-08	3,4E-08
Récepteur N°8	2,1E-06	5,3E-05	1,4E-04	3,5E-08	1,1E-08	3,3E-11	1,9E-08	3,1E-08
Récepteur N°9	2,8E-06	5,8E-05	1,9E-04	4,7E-08	1,5E-08	4,5E-11	2,6E-08	4,1E-08
Récepteur N°10	1,6E-05	2,9E-04	1,7E-04	2,7E-07	8,6E-08	2,6E-10	1,5E-07	2,4E-07
<b>MAX. récepteurs</b>	<b>1,7E-05</b>	<b>2,9E-04</b>	<b>1,9E-04</b>	<b>2,7E-07</b>	<b>8,8E-08</b>	<b>2,6E-10</b>	<b>1,5E-07</b>	<b>2,4E-07</b>
<b>Effets sans seuils</b>								
Récepteur N°1	3,5E-06	6,1E-05	3,5E-05	5,9E-08	1,9E-08	5,7E-11	3,3E-08	5,2E-08
Récepteur N°2	3,0E-06	3,9E-05	2,9E-05	5,0E-08	1,6E-08	4,8E-11	2,8E-08	4,4E-08
Récepteur N°3	5,9E-07	1,0E-05	1,8E-05	9,8E-09	3,1E-09	9,5E-12	5,5E-09	8,7E-09
Récepteur N°4	3,7E-07	7,6E-06	1,9E-05	6,1E-09	1,9E-09	5,8E-12	3,4E-09	5,3E-09
Récepteur N°5	6,5E-07	1,3E-05	4,1E-05	1,1E-08	3,4E-09	1,0E-11	5,9E-09	9,4E-09
Récepteur N°6	6,3E-07	1,3E-05	4,1E-05	1,0E-08	3,3E-09	1,0E-11	5,8E-09	9,2E-09
Récepteur N°7	5,0E-07	1,2E-05	3,3E-05	8,4E-09	2,7E-09	8,1E-12	4,6E-09	7,4E-09
Récepteur N°8	4,5E-07	1,1E-05	3,0E-05	7,4E-09	2,4E-09	7,2E-12	4,1E-09	6,5E-09
Récepteur N°9	6,0E-07	1,2E-05	4,1E-05	1,0E-08	3,2E-09	9,6E-12	5,5E-09	8,8E-09
Récepteur N°10	3,5E-06	6,1E-05	3,7E-05	5,7E-08	1,8E-08	5,5E-11	3,2E-08	5,1E-08
<b>MAX. récepteurs</b>	<b>3,5E-06</b>	<b>6,1E-05</b>	<b>4,1E-05</b>	<b>5,9E-08</b>	<b>1,9E-08</b>	<b>5,7E-11</b>	<b>3,3E-08</b>	<b>5,2E-08</b>

### ➤ Dose d'exposition par ingestion

Les doses d'exposition sont calculées à l'aide du logiciel MODUL'ERS®.

Cet outil, développé par l'INERIS, est basé sur un ensemble d'équations tirées du manuel « Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle ».

Le logiciel a été développé dans le but de réaliser des études tant dans le cadre d'un site et sol pollué, que dans le cas d'une Installation Classée Pour l'Environnement.

Le principe fondamental de l’outil est de pouvoir relier le schéma conceptuel à l’évaluation des expositions et des risques.

### Schéma conceptuel de l’exposition pour l’ingestion

La figure ci-après présente le modèle d’exposition utilisé pour l’évaluation des risques sanitaires sous MODUL’ERS®.

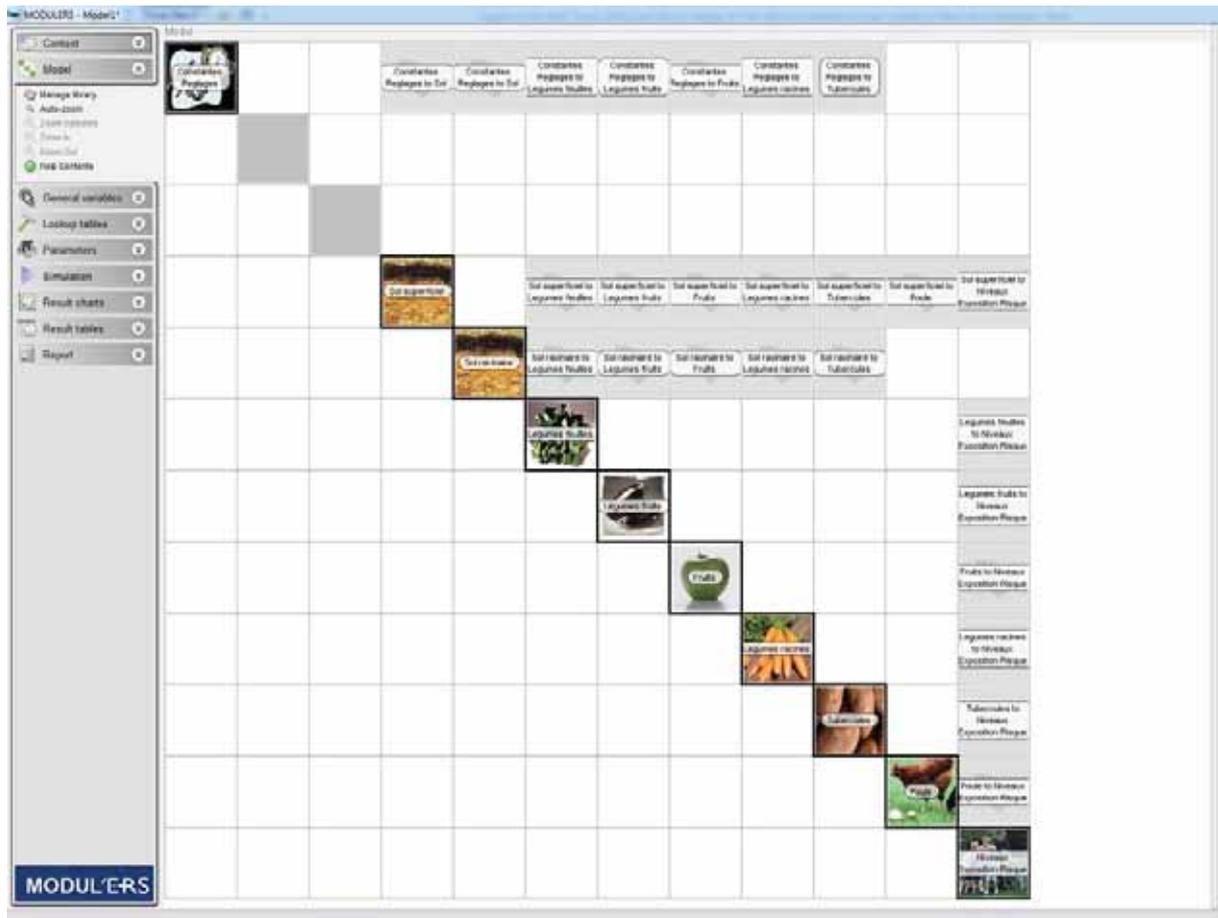


Figure 35: Schéma conceptuel sous MODUL’ERS®

### Paramètres utilisés

Les paramètres utilisés dans le modèle sont indiqués dans les tableaux ci-après.

Concernant les données des populations (classes d’âge, masses corporelles, quantités d’aliment et de sols ingérées, etc.), il est utilisé les valeurs de MODUL’ERS®.

Tableau 50: Concentrations des polluants selon leur forme

Concentration dans l'air extérieur sous forme gazeuse						
[Unité : mg/m <sup>3</sup> ]	Benzène	Chrome	Cuivre	Mercure	Nickel	Zinc
MAX, récepteurs	1,9E-04	2,4E-08	7,6E-09	2,3E-11	1,3E-08	2,1E-08
Concentration de polluants dans l'air extérieur sous forme gazeuse et particulaire						
[Unité : mg/m <sup>3</sup> ]	Benzène	Chrome	Cuivre	Mercure	Nickel	Zinc
MAX, récepteurs	1,9E-04	2,7E-07	8,8E-08	2,6E-10	1,5E-07	2,4E-07
Concentration max dans l'air extérieur sous forme particulaire						
[Unité : mg/m <sup>3</sup> ]	Benzène	Chrome	Cuivre	Mercure	Nickel	Zinc
MAX, récepteurs	1,6E-07	2,5E-07	8,0E-08	2,4E-10	1,4E-07	2,2E-07
Dépôts totaux au sol						
[Unité : mg/(m <sup>2</sup> .s)]	Benzène	Chrome	Cuivre	Mercure	Nickel	Zinc
MAX, récepteurs	0,0	1,3E-09	4,2E-10	1,3E-12	7,3E-10	1,2E-09

Tableau 51: Facteurs de bioconcentration et de bio transfert

		Benzène	Chrome	Cuivre	Mercure	Nickel	Zinc
Facteur de bioconcentration de l'air vers les parties aériennes							
Bvlégumes-feuilles	[m <sup>3</sup> /kg <sub>veg_frais</sub> ]	Calculés par MODUL'ERS	0	0	9,88E-03	0	0
Bvlégumes-fruits	[m <sup>3</sup> /kg <sub>veg_frais</sub> ]		0	0	1,05E-03	0	0
Bvfruits	[m <sup>3</sup> /kg <sub>veg_frais</sub> ]		0	0	2,49E-03	0	0
Facteur de bioconcentration du sol vers les plantes							
Brlégumes-feuilles	[mg kg <sub>vegsec</sub> <sup>-1</sup> (mg kg <sup>-1</sup> ) <sup>-1</sup> ]	Calculés par MODUL'ERS	4,00E-02	3,50E-01	6,00E-01	8,10E-02	8,20E-01
Brlégumes-fruits	[mg kg <sub>vegsec</sub> <sup>-1</sup> (mg kg <sup>-1</sup> ) <sup>-1</sup> ]		1,50E-03	3,70E-01	7,20E-02	2,50E-02	3,20E-01
Brfruits	[mg kg <sub>vegsec</sub> <sup>-1</sup> (mg kg <sup>-1</sup> ) <sup>-1</sup> ]		4,88E-03	3,00E-01	7,20E-02	9,31E-03	9,70E-02
Brlégumes-racines	[mg kg <sub>vegsec</sub> <sup>-1</sup> (mg kg <sup>-1</sup> ) <sup>-1</sup> ]	80,1	3,00E-03	2,80E-01	2,90E-01	2,60E-02	6,10E-01
Brturbercules	[mg kg <sub>vegsec</sub> <sup>-1</sup> (mg kg <sup>-1</sup> ) <sup>-1</sup> ]	80,1	3,00E-03	2,80E-01	2,90E-01	2,60E-02	6,10E-01
Coefficient de biotransfert dans les produits animaux							
BTvolaille	[jour/kg]	2,492	4,48E-03	9,00E-03	2,39E-02	6,80E-04	1,00E-02
BToeuf	[jour/kg]	1,424	3,30E-02	4,40E-01	2,39E-02	2,70E-01	1,10E+00

### Doses ingérées

Les doses ingérées sont indiquées dans les tableaux ci-après.

Tableau 52: Doses ingérées par les populations [mg/(kg.jour)] – Effets à seuils

Benzène	Classe d'âge [année]							Chrome	Classe d'âge							Cuivre	Classe d'âge [année]						
	< 1	1 à 2	3 à 5	6 à 10	11 à 14	15 à 17	18 et +		< 1	1 à 2	3 à 5	6 à 10	11 à 14	15 à 17	18 et +		< 1	1 à 2	3 à 5	6 à 10	11 à 14	15 à 17	18 et +
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	Classe 7		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	Classe 7		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	Classe 7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2,1E-11	4,2E-11	4,1E-11	2,5E-11	1,7E-11	1,3E-11	1,9E-11	1	5,5E-04	5,4E-04	3,7E-04	2,3E-04	2,0E-08	1,6E-08	2,3E-08	1	1,7E-04	1,7E-04	1,2E-04	7,4E-05	6,7E-09	5,3E-09	7,8E-09
2	7,6E-11	1,4E-10	1,2E-10	7,5E-11	5,0E-11	4,0E-11	6,0E-11	2	5,5E-04	5,4E-04	3,7E-04	2,3E-04	6,6E-08	5,3E-08	8,2E-08	2	1,7E-04	1,7E-04	1,2E-04	7,4E-05	2,2E-08	1,8E-08	2,8E-08
3	7,6E-11	1,4E-10	1,2E-10	7,5E-11	5,0E-11	4,0E-11	6,0E-11	3	5,5E-04	5,4E-04	3,7E-04	2,3E-04	6,6E-08	5,3E-08	8,2E-08	3	1,7E-04	1,7E-04	1,2E-04	7,4E-05	2,4E-08	1,9E-08	2,9E-08
4	7,6E-11	1,4E-10	1,2E-10	7,5E-11	5,0E-11	4,0E-11	6,0E-11	4	5,5E-04	5,4E-04	3,7E-04	2,3E-04	6,6E-08	5,3E-08	8,3E-08	4	1,7E-04	1,7E-04	1,2E-04	7,4E-05	2,5E-08	2,0E-08	3,1E-08
5	7,6E-11	1,4E-10	1,2E-10	7,5E-11	5,0E-11	4,0E-11	6,0E-11	5	5,5E-04	5,4E-04	3,7E-04	2,3E-04	6,6E-08	5,3E-08	8,3E-08	5	1,7E-04	1,7E-04	1,2E-04	7,4E-05	2,7E-08	2,2E-08	3,2E-08
6	7,6E-11	1,4E-10	1,2E-10	7,5E-11	5,0E-11	4,0E-11	6,0E-11	6	5,5E-04	5,4E-04	3,7E-04	2,3E-04	6,6E-08	5,3E-08	8,3E-08	6	1,7E-04	1,7E-04	1,2E-04	7,4E-05	2,8E-08	2,3E-08	3,3E-08
7	7,6E-11	1,4E-10	1,2E-10	7,5E-11	5,0E-11	4,0E-11	6,0E-11	7	5,5E-04	5,4E-04	3,7E-04	2,3E-04	6,6E-08	5,3E-08	8,3E-08	7	1,7E-04	1,7E-04	1,2E-04	7,4E-05	3,0E-08	2,4E-08	3,5E-08
8	7,6E-11	1,4E-10	1,2E-10	7,5E-11	5,0E-11	4,0E-11	6,0E-11	8	5,5E-04	5,4E-04	3,7E-04	2,3E-04	6,6E-08	5,3E-08	8,3E-08	8	1,7E-04	1,7E-04	1,2E-04	7,4E-05	3,1E-08	2,5E-08	3,6E-08
9	7,6E-11	1,4E-10	1,2E-10	7,5E-11	5,0E-11	4,0E-11	6,0E-11	9	5,5E-04	5,4E-04	3,7E-04	2,3E-04	6,7E-08	5,3E-08	8,3E-08	9	1,7E-04	1,7E-04	1,2E-04	7,4E-05	3,3E-08	2,6E-08	3,8E-08
10	7,6E-11	1,4E-10	1,2E-10	7,5E-11	5,0E-11	4,0E-11	6,0E-11	10	5,5E-04	5,4E-04	3,7E-04	2,3E-04	6,7E-08	5,4E-08	8,3E-08	10	1,7E-04	1,7E-04	1,2E-04	7,4E-05	3,4E-08	2,7E-08	3,9E-08
11	7,6E-11	1,4E-10	1,2E-10	7,5E-11	5,0E-11	4,0E-11	6,0E-11	11	5,5E-04	5,4E-04	3,7E-04	2,3E-04	6,7E-08	5,4E-08	8,3E-08	11	1,7E-04	1,7E-04	1,2E-04	7,4E-05	3,6E-08	2,9E-08	4,0E-08
12	7,6E-11	1,4E-10	1,2E-10	7,5E-11	5,0E-11	4,0E-11	6,0E-11	12	5,5E-04	5,4E-04	3,7E-04	2,3E-04	6,7E-08	5,4E-08	8,4E-08	12	1,7E-04	1,7E-04	1,2E-04	7,4E-05	3,7E-08	3,0E-08	4,2E-08
13	7,6E-11	1,4E-10	1,2E-10	7,5E-11	5,0E-11	4,0E-11	6,0E-11	13	5,5E-04	5,4E-04	3,7E-04	2,3E-04	6,7E-08	5,4E-08	8,4E-08	13	1,7E-04	1,7E-04	1,2E-04	7,4E-05	3,9E-08	3,1E-08	4,3E-08
14	7,6E-11	1,4E-10	1,2E-10	7,5E-11	5,0E-11	4,0E-11	6,0E-11	14	5,5E-04	5,4E-04	3,7E-04	2,3E-04	6,7E-08	5,4E-08	8,4E-08	14	1,7E-04	1,7E-04	1,2E-04	7,4E-05	4,0E-08	3,2E-08	4,5E-08
15	7,6E-11	1,4E-10	1,2E-10	7,5E-11	5,0E-11	4,0E-11	6,0E-11	15	5,5E-04	5,4E-04	3,7E-04	2,3E-04	6,7E-08	5,4E-08	8,4E-08	15	1,7E-04	1,7E-04	1,2E-04	7,4E-05	4,1E-08	3,3E-08	4,6E-08
Mercure	Classe d'âge [année]							Nickel	Classe d'âge [année]							Cuivre	Classe d'âge [année]						
	< 1	1 à 2	3 à 5	6 à 10	11 à 14	15 à 17	18 et +		< 1	1 à 2	3 à 5	6 à 10	11 à 14	15 à 17	18 et +		< 1	1 à 2	3 à 5	6 à 10	11 à 14	15 à 17	18 et +
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	Classe 7		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	Classe 7		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	Classe 7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	5,3E-07	5,2E-07	3,6E-07	2,2E-07	2,0E-11	1,6E-11	2,4E-11	1	3,0E-04	3,0E-04	2,1E-04	1,3E-04	1,1E-08	8,9E-09	1,3E-08	1	4,8E-04	4,7E-04	3,3E-04	2,0E-04	1,9E-08	1,5E-08	2,2E-08
2	5,3E-07	5,2E-07	3,6E-07	2,2E-07	6,8E-11	5,5E-11	8,4E-11	2	3,0E-04	3,0E-04	2,1E-04	1,3E-04	3,7E-08	3,0E-08	4,7E-08	2	4,8E-04	4,7E-04	3,3E-04	2,0E-04	6,5E-08	5,3E-08	8,0E-08
3	5,3E-07	5,2E-07	3,6E-07	2,2E-07	7,1E-11	5,7E-11	8,7E-11	3	3,0E-04	3,0E-04	2,1E-04	1,3E-04	3,8E-08	3,0E-08	4,7E-08	3	4,8E-04	4,7E-04	3,3E-04	2,0E-04	7,1E-08	5,7E-08	8,4E-08
4	5,3E-07	5,2E-07	3,6E-07	2,2E-07	7,4E-11	6,0E-11	8,9E-11	4	3,0E-04	3,0E-04	2,1E-04	1,3E-04	3,8E-08	3,1E-08	4,7E-08	4	4,8E-04	4,7E-04	3,3E-04	2,0E-04	7,6E-08	6,1E-08	8,8E-08
5	5,3E-07	5,2E-07	3,6E-07	2,2E-07	7,7E-11	6,2E-11	9,2E-11	5	3,0E-04	3,0E-04	2,1E-04	1,3E-04	3,9E-08	3,1E-08	4,8E-08	5	4,8E-04	4,7E-04	3,3E-04	2,0E-04	8,1E-08	6,6E-08	9,2E-08
6	5,3E-07	5,2E-07	3,6E-07	2,2E-07	8,0E-11	6,4E-11	9,4E-11	6	3,0E-04	3,0E-04	2,1E-04	1,3E-04	3,9E-08	3,1E-08	4,8E-08	6	4,8E-04	4,7E-04	3,3E-04	2,0E-04	8,7E-08	7,0E-08	9,6E-08
7	5,3E-07	5,2E-07	3,6E-07	2,2E-07	8,3E-11	6,7E-11	9,7E-11	7	3,0E-04	3,0E-04	2,1E-04	1,3E-04	3,9E-08	3,2E-08	4,9E-08	7	4,8E-04	4,7E-04	3,3E-04	2,0E-04	9,2E-08	7,4E-08	1,0E-07
8	5,3E-07	5,2E-07	3,6E-07	2,2E-07	8,6E-11	6,9E-11	9,9E-11	8	3,0E-04	3,0E-04	2,1E-04	1,3E-04	4,0E-08	3,2E-08	4,9E-08	8	4,8E-04	4,7E-04	3,3E-04	2,0E-04	9,8E-08	7,9E-08	1,0E-07
9	5,3E-07	5,2E-07	3,6E-07	2,2E-07	8,9E-11	7,2E-11	1,0E-10	9	3,0E-04	3,0E-04	2,1E-04	1,3E-04	4,0E-08	3,2E-08	5,0E-08	9	4,8E-04	4,7E-04	3,3E-04	2,0E-04	1,0E-07	8,3E-08	1,1E-07
10	5,3E-07	5,2E-07	3,6E-07	2,2E-07	9,2E-11	7,4E-11	1,0E-10	10	3,0E-04	3,0E-04	2,1E-04	1,3E-04	4,1E-08	3,3E-08	5,0E-08	10	4,8E-04	4,7E-04	3,3E-04	2,0E-04	1,1E-07	8,7E-08	1,1E-07
11	5,3E-07	5,2E-07	3,6E-07	2,2E-07	9,5E-11	7,6E-11	1,1E-10	11	3,0E-04	3,0E-04	2,1E-04	1,3E-04	4,1E-08	3,3E-08	5,1E-08	11	4,8E-04	4,7E-04	3,3E-04	2,0E-04	1,1E-07	9,2E-08	1,2E-07
12	5,3E-07	5,2E-07	3,6E-07	2,2E-07	9,8E-11	7,9E-11	1,1E-10	12	3,0E-04	3,0E-04	2,1E-04	1,3E-04	4,1E-08	3,3E-08	5,1E-08	12	4,8E-04	4,7E-04	3,3E-04	2,0E-04	1,2E-07	9,6E-08	1,2E-07
13	5,3E-07	5,2E-07	3,6E-07	2,2E-07	1,0E-10	8,1E-11	1,1E-10	13	3,0E-04	3,0E-04	2,1E-04	1,3E-04	4,2E-08	3,4E-08	5,2E-08	13	4,8E-04	4,7E-04	3,3E-04	2,0E-04	1,2E-07	1,0E-07	1,3E-07
14	5,3E-07	5,2E-07	3,6E-07	2,2E-07	1,0E-10	8,4E-11	1,1E-10	14	3,0E-04	3,0E-04	2,1E-04	1,3E-04	4,2E-08	3,4E-08	5,2E-08	14	4,8E-04	4,7E-04	3,3E-04	2,0E-04	1,3E-07	1,0E-07	1,3E-07
15	5,3E-07	5,2E-07	3,6E-07	2,2E-07	1,1E-10	8,6E-11	1,2E-10	15	3,0E-04	3,0E-04	2,1E-04	1,3E-04	4,3E-08	3,4E-08	5,2E-08	15	4,8E-04	4,7E-04	3,3E-04	2,0E-04	1,3E-07	1,1E-07	1,3E-07

Tableau 53: Doses ingérées par les populations – Effets sans seuils

Doses ingérées sur la période entière [mg/(kg.jour)]					
Benzène	Chrome	Cuivre	Mercure	Nickel	Zinc
8,30E-11	8,33E-03	2,68E-03	8,04E-06	4,76E-03	7,44E-03

### 9.3.4 Calcul des indices sanitaires

#### ➤ Effets à seuils

Les tableaux suivants présentent les quotients de dangers obtenus à partir des résultats précédents.

Pour l'ingestion, il est considéré la quantité maximale de polluants ingérée (c'est-à-dire en fin de période).

Tableau 54: Quotients de dangers calculés pour la voie inhalation

	Silice libre	Particules diesel	Benzène	Chrome	Cuivre	Mercure	Nickel	Zinc	CUMUL
Voie inhalation									
Rcp N°1	5,52E-03	5,67E-02	1,60E-02	4,58E-06	8,77E-05	8,83E-06	1,70E-03	Pas de VTR	8,0E-02
Rcp N°2	4,65E-03	3,66E-02	1,30E-02	3,85E-06	7,38E-05	7,43E-06	1,43E-03		5,6E-02
Rcp N°3	9,21E-04	9,54E-03	8,40E-03	7,64E-07	1,46E-05	1,47E-06	2,83E-04		1,9E-02
Rcp N°4	5,69E-04	7,11E-03	8,90E-03	4,72E-07	9,03E-06	9,10E-07	1,75E-04		1,7E-02
Rcp N°5	1,00E-03	1,24E-02	1,90E-02	8,33E-07	1,59E-05	1,61E-06	3,08E-04		3,3E-02
Rcp N°6	9,76E-04	1,20E-02	1,90E-02	8,10E-07	1,55E-05	1,56E-06	3,00E-04		3,2E-02
Rcp N°7	7,84E-04	1,16E-02	1,60E-02	6,50E-07	1,24E-05	1,25E-06	2,41E-04		2,8E-02
Rcp N°8	6,97E-04	1,07E-02	1,40E-02	5,78E-07	1,11E-05	1,12E-06	2,14E-04		2,6E-02
Rcp N°9	9,37E-04	1,16E-02	1,90E-02	7,77E-07	1,49E-05	1,50E-06	2,88E-04		3,2E-02
Rcp N°10	5,39E-03	5,73E-02	1,70E-02	4,47E-06	8,56E-05	8,63E-06	1,66E-03		8,2E-02
MAX	4,33E-03	5,80E-02	1,90E-02	4,58E-06	8,77E-05	8,83E-06	1,70E-03	8,3E-02	

Rcp : récepteur

Tableau 55: Quotients de dangers calculés pour la voie ingestion

	Classe d'âge [année]						
	< 1	1 à 2	3 à 5	6 à 10	11 à 14	15 à 17	18 et +
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	Classe 7
<b>Benzène</b>	1,89E-08	3,59E-08	3,02E-08	1,87E-08	1,25E-08	9,90E-09	1,51E-08
<b>Chrome</b>	3,64E-04	3,57E-04	2,49E-04	1,54E-04	4,48E-08	3,60E-08	5,59E-08
<b>Cuivre</b>	1,24E-03	1,22E-03	8,50E-04	5,27E-04	2,96E-07	2,38E-07	3,29E-07
<b>Mercure</b>	2,63E-04	2,58E-04	1,80E-04	1,12E-04	5,34E-08	4,31E-08	5,84E-08
<b>Nickel</b>	1,52E-02	1,49E-02	1,04E-02	6,42E-03	2,13E-06	1,72E-06	2,62E-06
<b>Zinc</b>	1,60E-03	1,57E-03	1,10E-03	6,79E-04	4,50E-07	3,64E-07	4,46E-07
<b>CUMUL</b>	<b>1,86E-02</b>	<b>1,83E-02</b>	<b>1,27E-02</b>	<b>7,90E-03</b>	<b>2,99E-06</b>	<b>2,41E-06</b>	<b>3,53E-06</b>

Il est constaté que les quotients de danger sont tous inférieurs à 1.

Par ailleurs, lorsque l'on additionne les quotients de dangers, on constate qu'ils restent également inférieurs à 1.

Tableau 56: Quotients de dangers cumulés

	Classe d'âge [année]						
	< 1	1 à 2	3 à 5	6 à 10	11 à 14	15 à 17	18 et +
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	Classe 7
<b>Ingestion</b>	1,86E-02	1,83E-02	1,27E-02	7,90E-03	2,99E-06	2,41E-06	3,53E-06
<b>Inhalation</b>	8,3E-02	8,3E-02	8,3E-02	8,3E-02	8,3E-02	8,3E-02	8,3E-02
<b>CUMUL</b>	<b>1,02E-01</b>	<b>1,01E-01</b>	<b>9,59E-02</b>	<b>9,10E-02</b>	<b>8,31E-02</b>	<b>8,31E-02</b>	<b>8,31E-02</b>

Par conséquent, et au regard des connaissances actuelles, les effets critiques n'apparaîtront pas *a priori* au sein de la population exposée.

#### ➤ Effets sans seuils

Les tableaux suivants présentent les excès de risque individuel obtenus sur le domaine.

Tableau 57: Excès de risques individuel

	Silice libre	Particules diesel	Benzène	Chrome	Cuivre	Mercure	Nickel	Zinc	CUMUL
<b>V o i e i n h a l a t i o n</b>									
Rcp N°1	P a s d e V T R	2,07E-12	8,99E-13	P a s d e V T R	P a s d e V T R	P a s d e V T R	1,24E-14	P a s d e V T R	3,0E-12
Rcp N°2		1,33E-12	7,48E-13				1,05E-14		2,1E-12
Rcp N°3		3,48E-13	4,69E-13				2,07E-15		8,2E-13
Rcp N°4		2,59E-13	4,96E-13				1,28E-15		7,6E-13
Rcp N°5		4,53E-13	1,07E-12				2,26E-15		1,5E-12
Rcp N°6		4,38E-13	1,06E-12				2,20E-15		1,5E-12
Rcp N°7		4,22E-13	8,67E-13				1,76E-15		1,3E-12
Rcp N°8		3,90E-13	7,76E-13				1,57E-15		1,2E-12
Rcp N°9		4,24E-13	1,06E-12				2,11E-15		1,5E-12
Rcp N°10		2,09E-12	9,62E-13				1,21E-14		3,1E-12
<b>MAX</b>		<b>2,09E-12</b>	<b>1,07E-12</b>				<b>1,24E-14</b>		<b>3,2E-12</b>
<b>V o i e i n g e s t i o n</b>									
<b>MAX</b>	Pas de VTR		9,78E-13	Pas de VTR				<b>9,8E-13</b>	
<b>T o u t e s v o i e s c o n s i d é r é e s</b>									
<b>MAX</b>	-	<b>2,09E-12</b>	<b>2,05E-12</b>	-	-	-	<b>1,24E-14</b>	-	<b>4,2E-12</b>

Les ERI sont tous inférieurs à  $10^{-5}$ . Cet indice correspond à la probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu développe un effet associé à une exposition pendant sa vie entière à une unité de dose (ou de concentration) d'un agent dangereux.

On considère qu'un ERI au-dessous de  $10^{-5}$  représente un risque acceptable.

**Par conséquent, le risque sanitaire représenté par l'installation est jugé acceptable.**

### 9.3.5 Incertitudes relatives à l'EQRS

L'évaluation quantitative des risques sanitaires est segmentée en quatre étapes qui sont respectivement sujettes à des incertitudes spécifiques [Hubert, 2003].

Le tableau ci-après schématise les différentes étapes et les incertitudes qui leur sont associées.

<p>Étape 1</p> <p><b><u>Identification du danger</u></b></p> <p><i>Quels sont les effets néfastes de l'agent et son mode de contact ?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interaction de mélanges de polluants</li> <li>- Produits de dégradation des molécules mal connus</li> <li>- Données pas toujours disponibles pour l'homme ou même l'animal</li> </ul>
<p>Étape 2</p> <p><b><u>Choix de la VTR</u></b></p> <p><i>Quelle est la relation entre la dose et la réponse de l'organisme ?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Extrapolation des observations lors d'expérimentation à dose moyenne vers les faibles doses d'exposition de populations</li> <li>- Transposition des données d'une population vers une autre (utilisation de données animales pour l'Homme)</li> <li>- Analogie entre les effets de plusieurs facteurs de risques différents (analogie entre différents polluants)</li> </ul>
<p>Étape 3</p> <p><b><u>Estimation de l'Exposition</u></b></p> <p><i>Qui, où, combien et combien de temps en contact avec l'agent dangereux ?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Difficulté à déterminer la contamination des différents médias d'exposition (manque ou erreur de mesure, variabilité des systèmes environnementaux, pertinence de la modélisation)</li> <li>- Mesure de la dose externe, interne et biologique efficace</li> <li>- Difficulté à définir les déplacements, temps de séjours, activité, habitudes alimentaires de la population</li> </ul>
<p>Étape 4</p> <p><b><u>Caractérisation du risque</u></b></p> <p><i>Quelle est la probabilité de survenue du danger pour 1 individu dans une population donnée ?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Méconnaissance de l'action de certains polluants (VTR non validées)</li> <li>- Hypothèses posées en termes de dispersion des polluants influencent le résultat</li> <li>- Calcul de l'impact sanitaire qui rajoute un niveau d'incertitude</li> </ul>

➤ **Identification des dangers**

L'identification des dangers est une démarche qualitative initiée par un inventaire des différents produits susceptibles de provoquer des nuisances d'ordre sanitaire.

A ce stade, les incertitudes sont liées au défaut d'information et aux controverses scientifiques.

Dans le cas présent, l'EQRS a porté sur les polluants dont les effets sont connus. Les autres ont été exclus de la démarche car les substances ont été jugées non pertinentes ou bien tout simplement car l'information n'existe pas.

Ces substances n'ont pas encore de facteurs d'émission, mais la proximité des valeurs de référence avec les teneurs ambiantes et/ou la sévérité des effets sanitaires conduisent les spécialistes à recommander des recherches sur leurs facteurs d'émission.

➤ **Évaluation de la toxicité**

L'identification exhaustive des dangers potentiels pour l'homme, le risque lié à des substances non prises en compte dans l'évaluation et la possibilité d'interaction de polluants tendent à sous-estimer le risque en raison du manque de connaissances et de données dans certains domaines.

Par ailleurs, les études toxicologiques et épidémiologiques présentent des limites. Les VTR sont établies principalement à partir d'études expérimentales chez l'animal mais également à partir d'études et d'enquêtes épidémiologiques chez l'homme. L'étape qui génère l'incertitude la plus difficile à appréhender est sans doute celle de la construction des relations dose-réponse, étape initiale de l'établissement des valeurs toxicologiques de référence (VTR). Il est rappelé que pour le cas des produits cancérigènes sans effet de seuils, ces VTR sont considérées comme étant des probabilités de survenue de cancer excédentaire par unité de dose.

Lorsque les VTR sont établies à partir de données animales, l'extrapolation à l'homme se réalise en général en appliquant des facteurs de sécurité (appelés aussi facteurs d'incertitude ou facteurs d'évaluation) aux seuils sans effets néfastes définis chez l'animal.

Lorsque la VTR est établie à partir d'une étude épidémiologique conduite chez l'Homme (par exemple sur une population de travailleurs), l'extrapolation à la population générale se fait également en appliquant un facteur de sécurité afin de tenir compte notamment de la différence de sensibilité des deux populations.

Ainsi, les facteurs de sécurité ont-ils pour but de tenir compte des incertitudes et de la variabilité liée à la transposition inter-espèces, à l'extrapolation des résultats expérimentaux ou aux doses faibles, et à la variabilité entre les individus au sein de la population.

Ces facteurs sont variables d'une substance à une autre. Pour certains, il n'existe pas de facteur de quantification en l'état actuel des connaissances.

#### ➤ **Évaluation de l'exposition**

Quatre types d'incertitudes peuvent être associés à l'évaluation de l'exposition.

Ces incertitudes portent sur :

- La définition des populations et des usages ;
- Les modèles utilisés ;
- Les paramètres ;
- Les substances émises par les sources de polluants considérées.

Les phénomènes intervenant dans l'exposition des populations à une source de polluants dans l'environnement sont très nombreux. Le manque de connaissances et les incertitudes élevées autour de certains modes de transfert des polluants dans l'atmosphère amènent à utiliser des représentations mathématiques simples pour modéliser la dispersion. A noter que ces représentations mathématiques induisent des incertitudes difficilement quantifiables.

#### ➤ **Caractérisation du risque**

Dernière étape de l'EQRS : la caractérisation du risque, ce dernier étant défini ici comme une «éventualité» d'apparition d'effet indésirable. Pour les produits cancérigènes sans effet de seuils, la quantification du risque consiste à mettre en relation les VTR et les doses d'exposition (pour les différentes voies d'exposition identifiées) afin d'arriver à une prédiction sur l'apparition de cancers au sein d'une population exposée. Les incertitudes inhérentes à cette étape concernent, outre les modèles conceptuels utilisés pour estimer les doses pour les voies d'exposition considérées, les valeurs numériques des facteurs d'exposition qui influencent les résultats des calculs de dose (facteur d'ingestion, fréquence et durée d'exposition, poids corporel, etc...).

Par ailleurs, il faut garder à l'esprit que les expositions moyennes calculées se basent sur des hypothèses très pénalisantes et très éloignées de la réalité pour le scénario « résident ». En effet, on considère que l'individu exposé est présent dans un même lieu, 24h/24, 7j/j et 365 jours par an, et ce, pendant **15 ans**.

Ce qui sous-entend qu'il ne quitte jamais son lieu de résidence. Cette hypothèse très pénalisante n'est pas réaliste puisque généralement une personne quitte son lieu de résidence pour ses activités (scolaires, professionnelles ou de loisirs).

### *9.3.6 Synthèse de l'EQRS*

**Les indices de risque sont largement inférieurs au seuil de référence, et ce, même en considérant la concentration maximale calculée.**

**En définitive, les risques sanitaires de l'installation sont jugés acceptables.**

## 10 Effets cumulés

---

Aux alentours du site se trouvent d'autres projets pouvant potentiellement induire une pollution susceptible de s'associer à celle du site des Orangers de la société TGBR.

Il s'agit du projet d'exploitation d'une installation de traitement de bois de la société SECHAGE BOIS REUNION. Ce projet est situé à 7,6 km de la carrière projetée.

Cette distance est suffisamment importante pour affirmer qu'il n'y aura pas d'effets cumulés.

## 11 Synthèse des impacts sur la santé

---

La synthèse des impacts générés par l'exploitation du site sur la santé des populations alentour est présentée dans le tableau ci-après.

Tableau 58: Synthèse des impacts sanitaires liés à l'exploitation du site

	Composés	Mesure(s) compensatoire(s)	Impact(s) sur la santé des populations	
<b>Émissions atmosphériques</b>	Poussières	- Rampes d'arrosage composées de plusieurs buses - Capotage des broyeurs	Les augmentations des teneurs en PM <sub>10</sub> et PM <sub>2.5</sub> dans l'air ambiant sont locales, limitées et concernent les zones faiblement habitées.	<b>Faibles à Modérés</b>
	Silice	- Mise en place de système de limitation des poussières - Suivi régulier des émissions de poussières	Les quotients de dangers calculés sont inférieurs à la valeur seuil (=1).	
	Gaz d'échappement	Améliorations technologiques des moteurs et des systèmes d'épurations des gaz d'échappement	À l'exception des camions de transport des matériaux, ces émissions sont localisées au niveau de l'installation. Par ailleurs les quotients de dangers et les excès de risques individuel sont inférieurs aux valeurs seuils.	<b>Faibles à Modérés (localement)</b>
<b>Émissions aqueuses</b>	Matières en suspension	- Récupération et recyclage des eaux de lavage des matériaux - Système de récupération des eaux pluviales	Au regard des mesures de prévention et de protection, le rejet de matière dans l'environnement (accidentel ou chronique) est peu probable. Aussi aucun risque sanitaire lié aux rejets aqueux n'a été identifié.	<b>Très faibles à Faibles</b>
	Hydrocarbures ou produits chimiques	- Mise en place de rétentions et d'aires de stockage étanches		

## 12 Conclusion

---

Ce document présente TGBR d'une carrière extractive au lieu-dit « Les Orangers », sur le territoire de la commune de Saint-Benoît de La Réunion.

Cette étude a été réalisée conformément aux méthodologies de l'InVS et de l'INERIS).

Au regard des moyens prévus pour le traitement des effluents aqueux, seuls les rejets atmosphériques ont été considérés.

L'impact sur la santé des populations a été déterminé à l'aide d'une simulation numérique de la dispersion atmosphérique des rejets.

Concernant les impacts du bruit, des études particulières ont été conduites.

L'impact des émissions sur la santé des populations a été réalisé selon la méthode suivante :

- 1) Identification et caractérisation des sources d'émissions de l'installation ;
- 2) Définition des données météorologiques de la zone ;
- 3) Simulations de la dispersion de rejet dans l'environnement à l'aide d'un modèle numérique ;
- 4) Exploitation des résultats.

Dans une première analyse, les résultats des simulations numériques ont été comparés avec les seuils réglementaires définis par le *Décret N°2010-1250 du 21 octobre 2010*.

Ensuite de cela, afin de considérer tous les effets potentiels des rejets de l'installation, une **É**valuation **Q**uantitative des **R**isques **S**anitaires [EQRS] a été réalisée. Cette méthode utilisée par l'INERIS et l'InVS consiste à juger de l'impact sanitaire *via* le calcul d'indicateurs sanitaires (**Q**uotient de **D**anger et **E**xcess de **R**isque **I**ndividuel).

Ainsi, il a été successivement présenté :

- L'Identification des dangers liés aux substances « traceurs » retenues ;
- L'Identification et la sélection des VTR ;
- La caractérisation des risques sanitaires pour la voie inhalation pour différents scénarios d'exposition ;
- L'identification des facteurs d'incertitude liés à l'évaluation menée.

**En définitive, et pour les scénarios d'exposition examinés, les risques sanitaires sont jugés acceptables.**

**En effet, les quotients de dangers (individuels et cumulés) sont tous inférieurs à 1.**

**De même, les excès de risques individuels et cumulés sont inférieurs au seuil de  $10^{-5}$ .**

**Aucune nuisance n'est ainsi à prévoir au cours de l'exploitation du site.**

## 13 Références bibliographiques

[1]	CITEPA, 2014. Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en Outre-mer – Format Outre-mer – Site internet : <a href="http://www.citepa.org/fr/activites/inventaires-des-emissions/outre-mer">http://www.citepa.org/fr/activites/inventaires-des-emissions/outre-mer</a>
[2]	Schéma Régional Climat Air Énergie de La Réunion, Novembre 2013 – Site internet : <a href="http://srcae.regionreunion.com">http://srcae.regionreunion.com</a>
[3]	Programme de Surveillance de la Qualité de l’Air, Rapport définitif – Observatoire Réunionnais de l’Air - période 2011-2015
[4]	Plan stratégique de santé de la Réunion et de Mayotte approuvé au Conseil de Surveillance du 21 avril 2011, ARS Océan Indien
[5]	Tableau de bord sur le cancer à la Réunion, Observatoire Régionale de Santé de d’Océan Indien, Novembre 2015
[6]	Tableau de bord sur l’asthme à La Réunion, Observatoire Régionale de Santé de d’Océan Indien, Mai 2013
[7]	Profils de santé des territoires de santé- Territoire de santé : Nord-Est, Observatoire Régionale de Santé de d’Océan Indien, Juillet 2013
[8]	Guide méthodologique d’aire à la déclaration annuelle des émissions polluantes des émissions polluantes et des déchets à l’attention des exploitants de carrières et d’installations des premiers traitements des matériaux – Version 7 – Décembre 2015
[9]	US EPA, AP42, Chapter 11: Mineral Products Industry - 11.19 Introduction to Construction and Aggregate Processing
[10]	US EPA, AP 42, Chapter 13: Miscellaneous Sources - 13.2.4 Aggregate Handling and Storage Piles
[11]	US EPA, AP 42, Chapter 13: Miscellaneous - 13.2.2 Unpaved Roads
[12]	US EPA, AP 42, Chapter 13: Miscellaneous - 13.2.5 Industrial Wind Erosion
[13]	INRS, ND 2323-21-10 « Émission diesel performances des filtres à particules pour engins non routiers

# Annexes

## 14Annexe N°1 : Critères nationaux de la qualité de l'air

---

**En matière de qualité de l'air, trois niveaux de réglementation imbriqués peuvent être distingués (européen, national et local).**

L'ensemble de ces réglementations a pour finalité principale :

- L'évaluation de l'exposition de la population et de la végétation à la pollution atmosphérique.
- L'évaluation des actions entreprises par les différentes autorités dans le but de limiter cette pollution.
- L'information sur la qualité de l'air.

**Les directives européennes sont transposées dans la réglementation française.**

Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3 disponibles sur le site Legifrance).

Le *Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010* transpose la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008.

Les principales valeurs mentionnées dans la réglementation française sont synthétisées dans les tableaux qui vont suivre.

Tableau 59 : Valeurs limites réglementaires pour la qualité de l'air

	SO <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>		NOx	PM <sub>10</sub>		Benzène	Ozone
	Moyenne horaire maximale	Moyenne annuelle	Moyenne horaire maximale	Moyenne annuelle	Moyenne annuelle	Moyenne annuelle	Moyenne horaire maximale	Moyenne annuelle	Moyenne horaire maximale
<b>Normes en vigueur [ : µg/m<sup>3</sup> ]</b>									
<i>Valeurs limites</i>	350 à ne pas dépasser + de 24 heures par an		200 à ne pas dépasser + de 18 heures par an	40		40		5	
<i>Objectifs de qualité</i>		50		40		30		2	6 000 pour la protection de la végétation  120 pour la protection de la santé
<i>Seuil de recommandation et d'information</i>	300		200				50		180
<i>Seuils d'alerte</i>	500 sur 3 heures consécutives		400 sur 3 heures consécutives  200 si dépassement de ce seuil la veille et risque de dépassement le lendemain				80		240
<i>Niveau critique</i>		20			30				

	<b>PM<sub>2,5</sub></b>	<b>HAP [benzo(a)pyrène]</b>	<b>CO</b>	<b>Plomb</b>	<b>Arsenic</b>	<b>Cadmium</b>	<b>Nickel</b>
	<b>Moyenne horaire maximale</b>	<b>Moyenne annuelle</b>	<b>Maximum journalier</b>	<b>Moyenne annuelle</b>	<b>Moyenne annuelle</b>	<b>Moyenne annuelle</b>	<b>Moyenne annuelle</b>
	[μG/M <sup>3</sup> ]	[nG/M <sup>3</sup> ]	[mG/M <sup>3</sup> ]	[μG/M <sup>3</sup> ]	[nG/M <sup>3</sup> ]	[nG/M <sup>3</sup> ]	[nG/M <sup>3</sup> ]
<b>N o r m e s   e n   v i g e u r</b>							
<i>Valeurs limites</i>	25		10	0,5			
<i>Objectifs de qualité</i>	10			0,25			
<i>Seuil de recommandation et d'information</i>							
<i>Seuils d'alerte</i>							
<i>Niveau critique</i>							
<i>Valeur Cible</i>	20	1			6	5	20

## 15 Annexe N°2 : Mesures de poussières - Description du pDR

---

L'appareil permettant la quantification des particules fines utilisé lors de la campagne de mesure est un analyseur de poussières Thermo pDR 1500.

Il s'agit d'un néphélomètre qui permet une mesure en temps réel de la concentration massique des poussières en suspension dans l'air.

Selon le cyclone choisi, l'analyseur calcule automatiquement le débit d'aspiration correspondant au seuil granulométrique désiré.



Figure 36: Néphélomètres pDR 1500

Après cyclonage, les particules dont le diamètre aérodynamique correspond à la fraction réglementaire sélectionnée pénètrent dans la cellule de mesure illuminée par une diode émettant dans le proche infrarouge. La lumière diffusée par les particules présentes dans la cellule est focalisée sur un photodétecteur. Le signal de mesure émis par le photodétecteur est proportionnel à la concentration massique en poussières en suspension dans l'air ambiant.

Le principe de l'appareil est expliqué figure suivante.

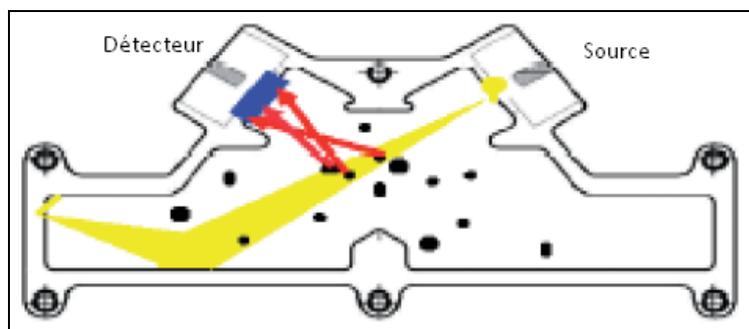


Figure 37: Principe du pDR-1500

Une étude réalisée par la LCSQA [Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l’Air] en décembre 2008 sur les indicateurs optiques pour les mesures des particules dans les environnements intérieurs indique que la mesure massique des particules *via* des indicateurs optique reste entièrement indicative puisque la densité de l’aérosol étudié est une source d’approximation. Des tests ont été réalisés en chambre d’exposition afin d’évaluer les performances des différents indicateurs optiques.

En ce qui concerne la capacité des indicateurs optiques à suivre des profils dynamiques de concentration, le pDR 1500 a montré des suivis temporels proches comparables à celui de l’analyseur FDMS.

## 16Annexe N°3 : Fiches de mesure

Point N°1								
Coordonnées GPS WGS84								
Coordonnées GPS WGS84	S 21,1180546°		Type de PM		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	
	E 55,7372665°		Début de la mesure		11 :17 :33		11 :17 :33	
Date de la mesure	14 octobre 2012		Durée de la mesure		20 minutes		20 minutes	
Description du site								
								
								
RESULTATS								
Particules PM <sub>10</sub>								
Moyenne		Maximum		Minimum		Écart-type		
5,82	µg/m <sup>3</sup>	7,27	µg/m <sup>3</sup>	4,87	µg/m <sup>3</sup>	0,65	µg/m <sup>3</sup>	
Particules PM <sub>2,5</sub>								
Moyenne		Maximum		Minimum		Écart-type		
4,08	µg/m <sup>3</sup>	4,91	µg/m <sup>3</sup>	3,65	µg/m <sup>3</sup>	0,29	µg/m <sup>3</sup>	

## Point N°2

### Coordonnées GPS WGS84

Coordonnées GPS WGS84	S 21,1184214°	Type de PM	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
	E 55,7477669°	Début de la mesure	11 :42 :18	11 :42 :18
Date de la mesure	14 octobre 2012	Durée de la mesure	13 minutes	13 minutes

### Description du site



### RESULTATS

#### Particules PM<sub>10</sub>

Moyenne		Maximum		Minimum		Écart-type	
4,56	µg/m <sup>3</sup>	6,05	µg/m <sup>3</sup>	3,48	µg/m <sup>3</sup>	0,71	µg/m <sup>3</sup>

#### Particules PM<sub>2,5</sub>

Moyenne		Maximum		Minimum		Écart-type	
2,75	µg/m <sup>3</sup>	3,93	µg/m <sup>3</sup>	1,26	µg/m <sup>3</sup>	0,86	µg/m <sup>3</sup>

### Point N°3

#### Coordonnées GPS WGS84

Coordonnées GPS WGS84	S 21,122390°	Type de PM	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
	E 55,746531°	Début de la mesure	12 :51 :00	12 :51 :00
Date de la mesure	14 octobre 2012	Durée de la mesure	16 minutes	16 minutes

#### Description du site



#### RESULTATS

##### Particules PM<sub>10</sub>

Moyenne		Maximum		Minimum		Écart-type	
4,68	µg/m <sup>3</sup>	5,68	µg/m <sup>3</sup>	3,82	µg/m <sup>3</sup>	0,56	µg/m <sup>3</sup>

##### Particules PM<sub>2,5</sub>

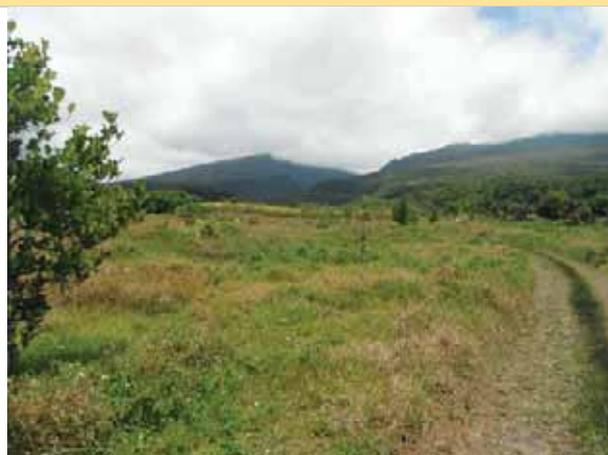
Moyenne		Maximum		Minimum		Écart-type	
2,95	µg/m <sup>3</sup>	3,85	µg/m <sup>3</sup>	1,82	µg/m <sup>3</sup>	0,65	µg/m <sup>3</sup>

## Point N°4

### Coordonnées GPS WGS84

<b>Coordonnées GPS WGS84</b>	S 21,12863°	<b>Type de PM</b>	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>PM<sub>2,5</sub></b>
	E 55,73952°	<b>Début de la mesure</b>	12 :16 :41	12 :16 :41
<b>Date de la mesure</b>	14 octobre 2012	<b>Durée de la mesure</b>	16 minutes	16 minutes

### Description du site



### RESULTATS

#### Particules PM<sub>10</sub>

Moyenne		Maximum		Minimum		Écart-type	
5,20	µg/m <sup>3</sup>	7,15	µg/m <sup>3</sup>	4,34	µg/m <sup>3</sup>	0,90	µg/m <sup>3</sup>

#### Particules PM<sub>2,5</sub>

Moyenne		Maximum		Minimum		Écart-type	
3,43	µg/m <sup>3</sup>	3,76	µg/m <sup>3</sup>	2,80	µg/m <sup>3</sup>	0,28	µg/m <sup>3</sup>

## 17Annexe N°4 : Cartographies des résultats des simulations numériques de la dispersion

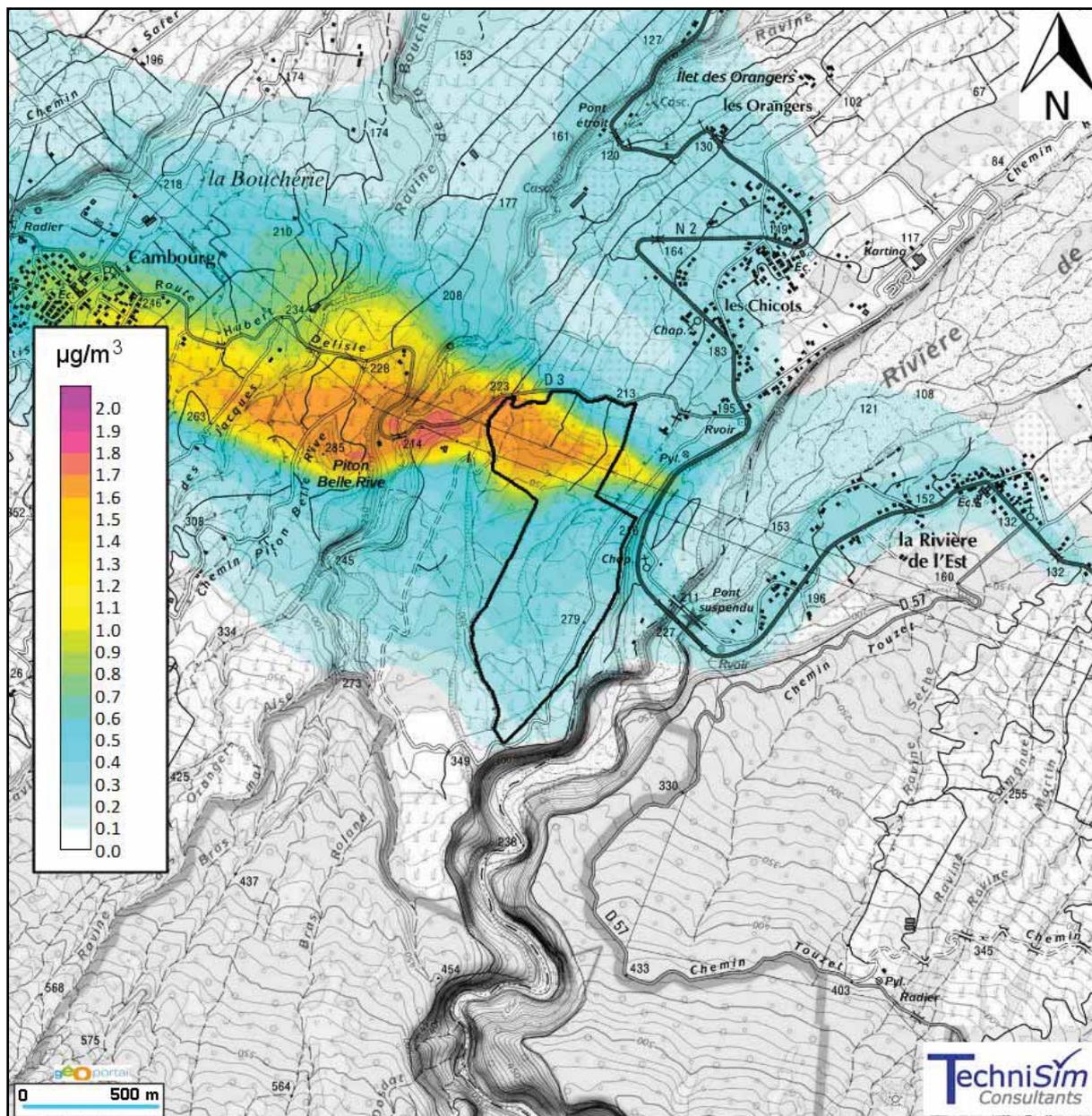


Figure 38: Représentation graphique des concentrations calculées par la dispersion atmosphérique – PM10 – Moyenne annuelle

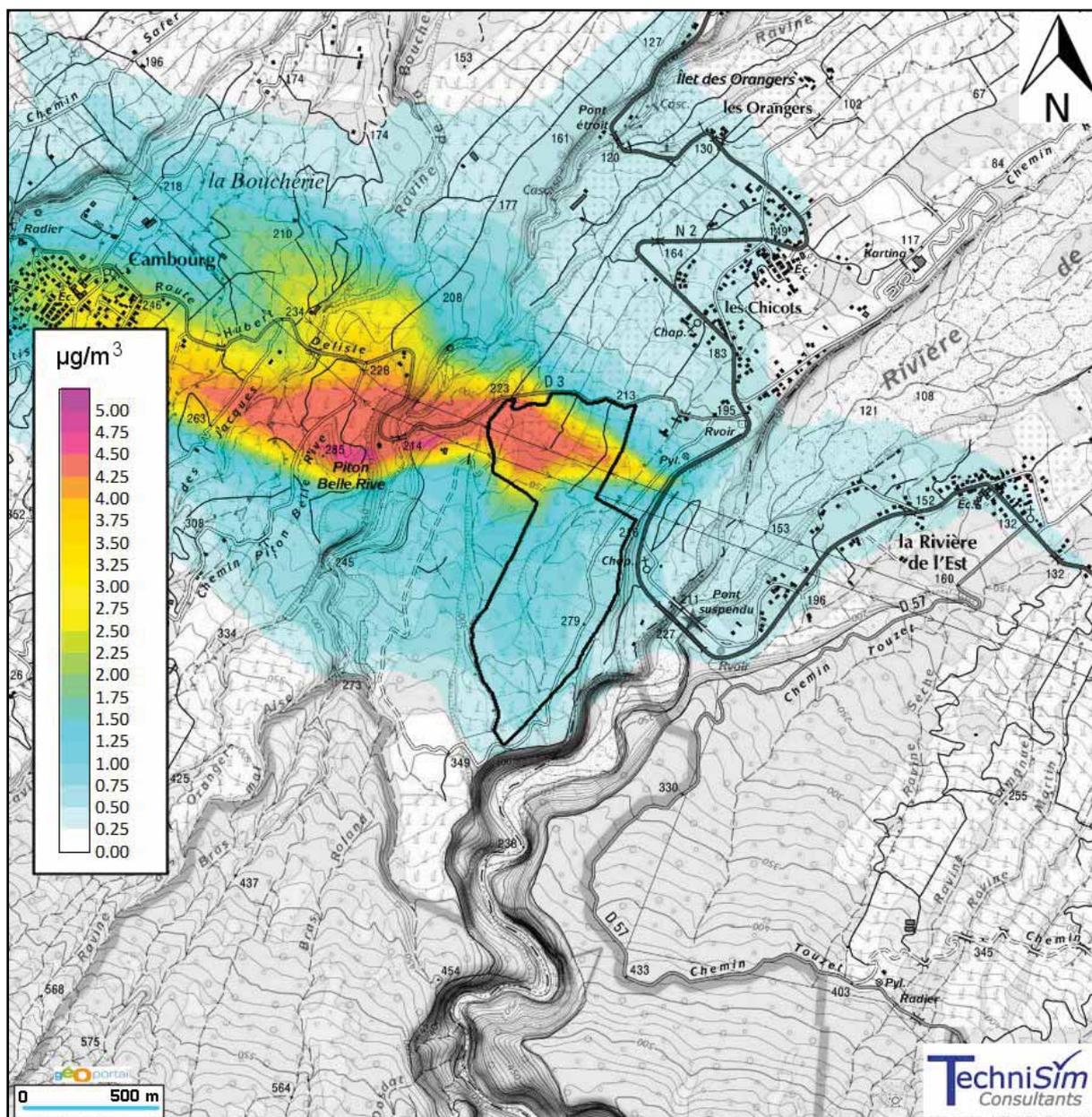


Figure 39: Représentation graphique des concentrations calculées par la dispersion atmosphérique – PM10 – Moyenne journalière percentile 90,4

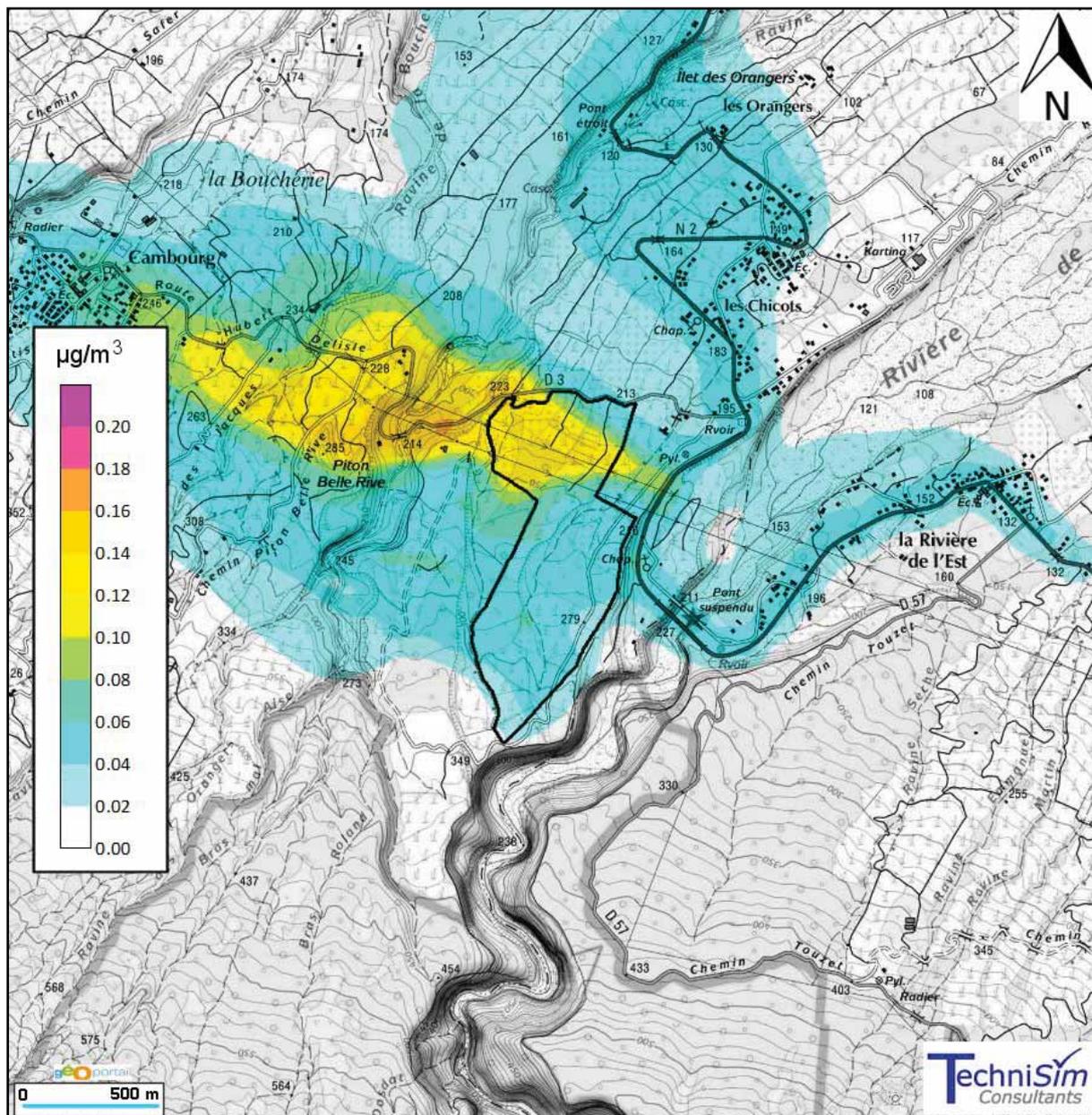


Figure 40: Représentation graphique des concentrations calculées par la dispersion atmosphérique – PM2,5 – Moyenne annuelle

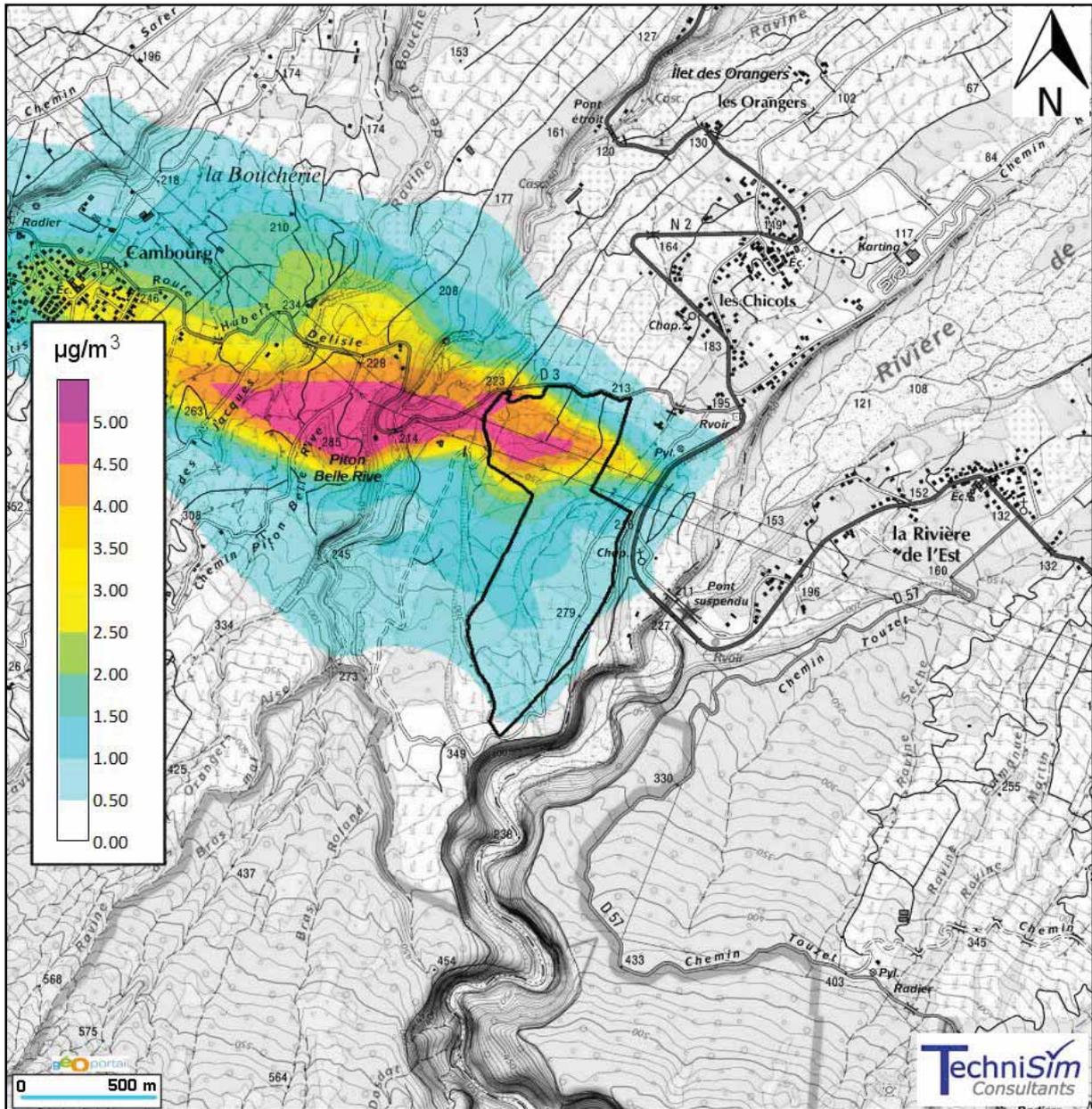


Figure 41: Représentation graphique des concentrations calculées par la dispersion atmosphérique –Poussières TSP – Moyenne annuelle

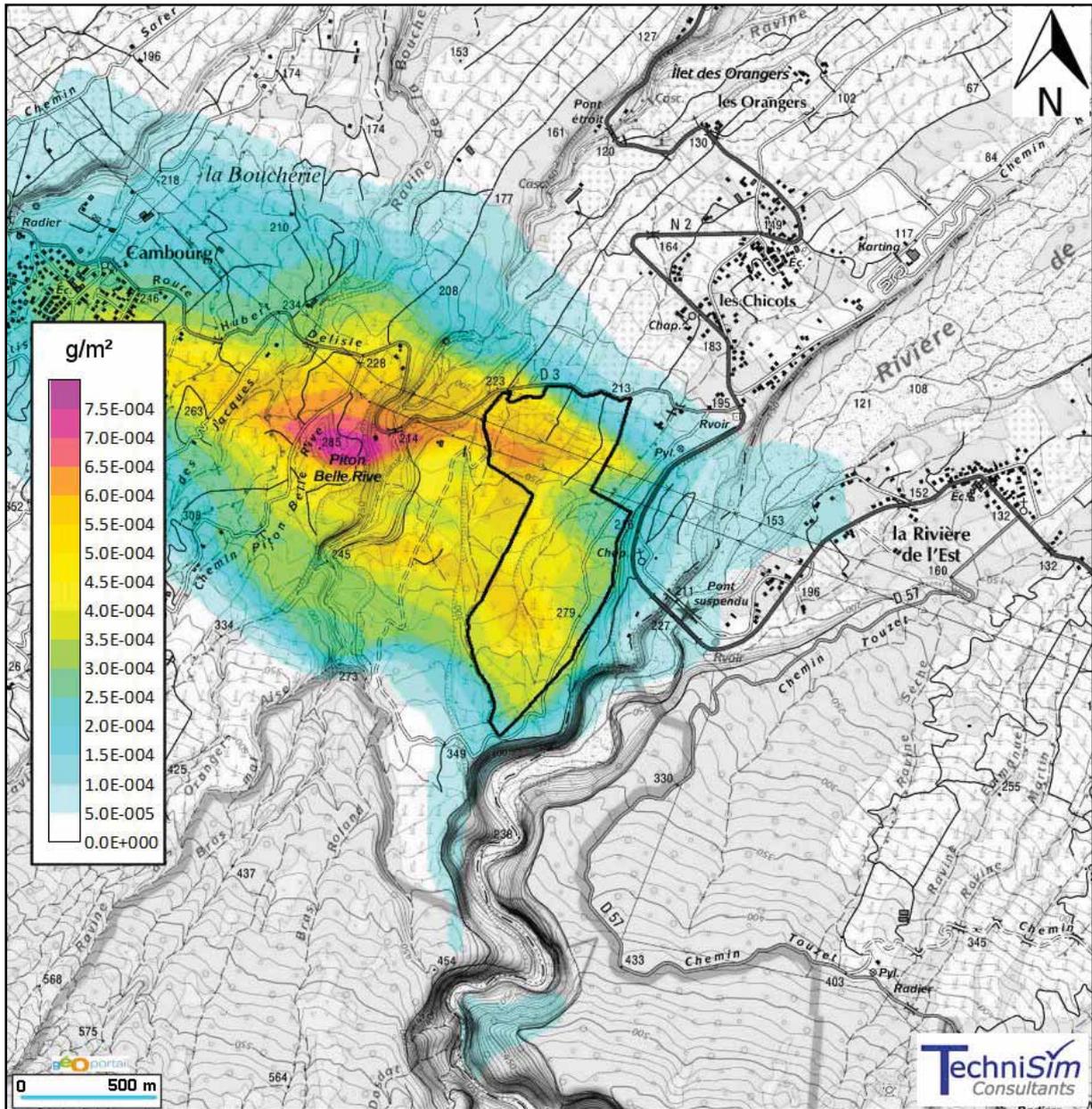


Figure 42: Représentation graphique des concentrations calculées par la dispersion atmosphérique – Dépôts des poussières - Moyenne journalière

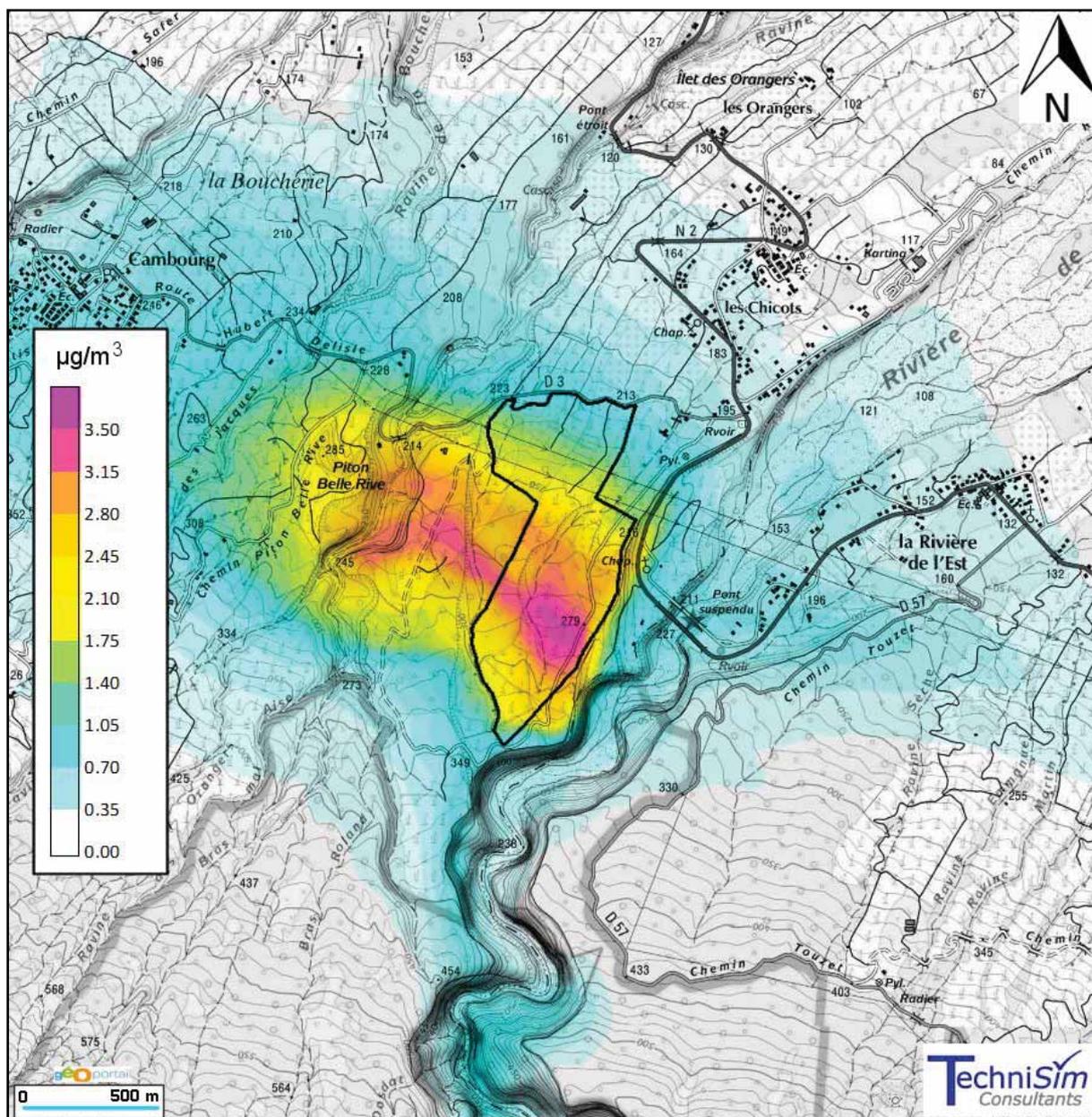


Figure 43: Représentation graphique des concentrations calculées par la dispersion atmosphérique – Dioxyde d’azote – Moyenne annuelle

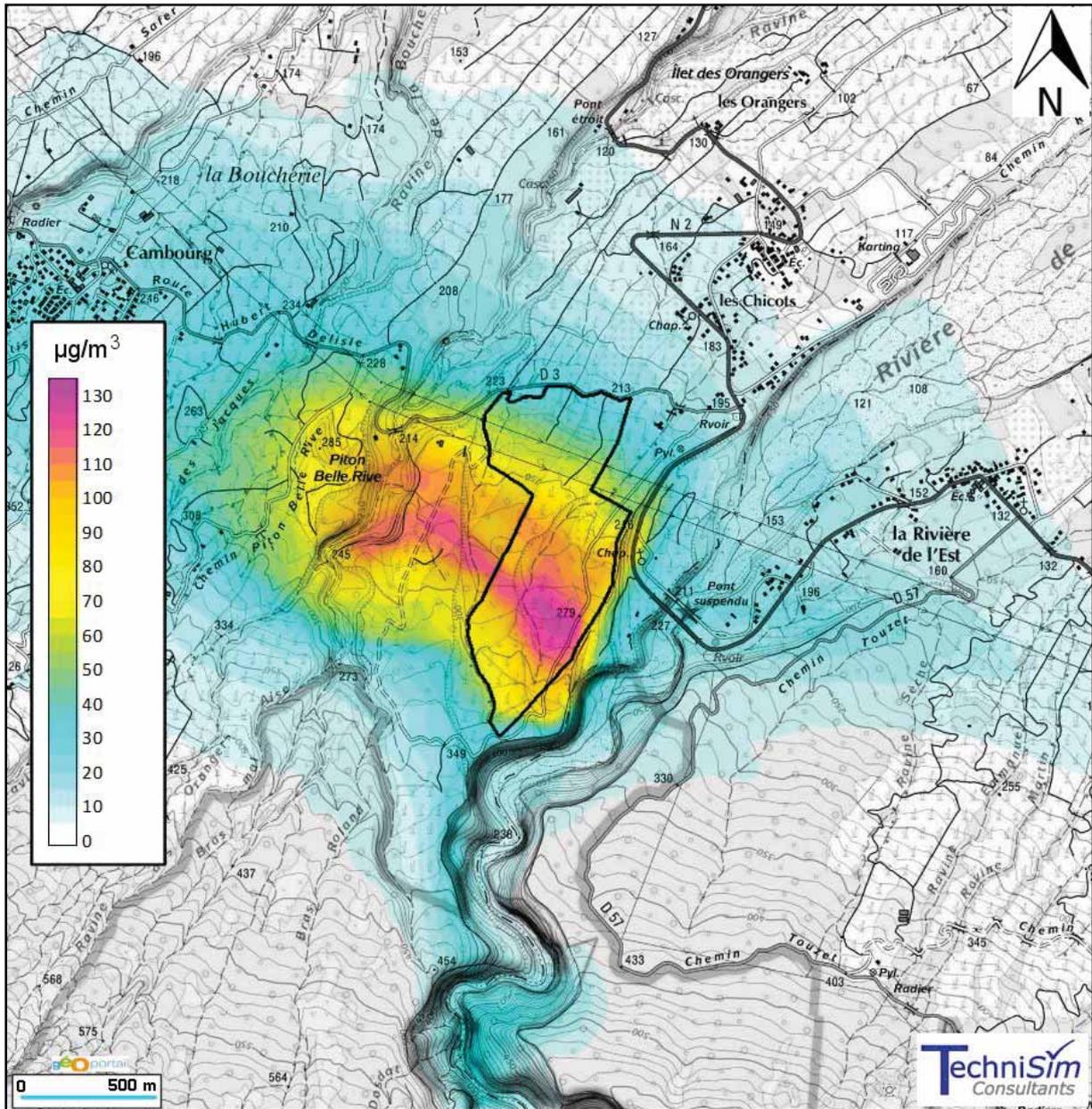


Figure 44: Représentation graphique des concentrations calculées par la dispersion atmosphérique – Dioxyde d’azote – Moyenne horaire percentile 99,8

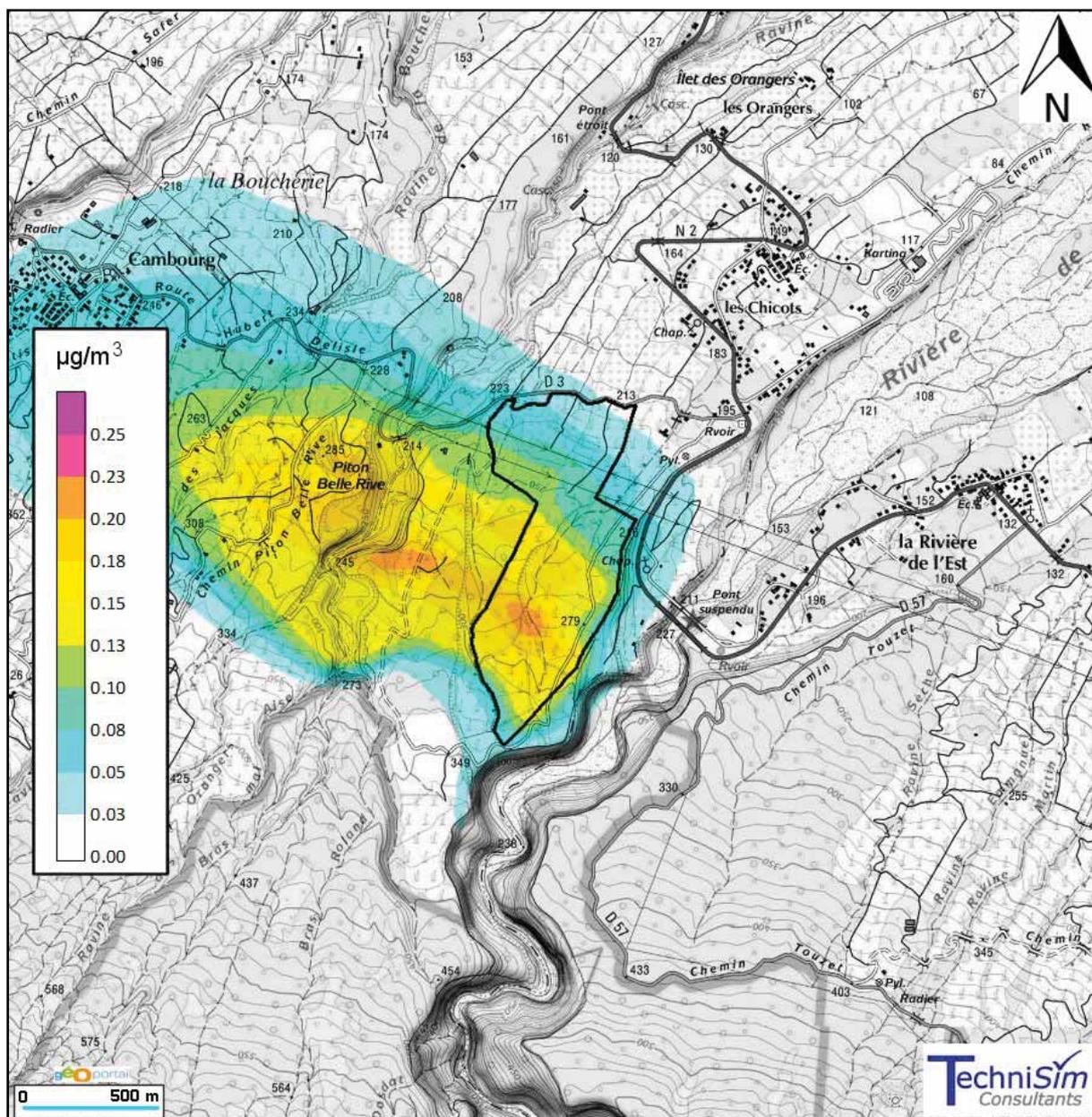


Figure 45: Représentation graphique des concentrations calculées par la dispersion atmosphérique –COVNM – Moyenne annuelle

## 18Annexe N°5 : Effets sanitaires

**Tableau 60 : Effets sanitaires redoutés avec seuils**

<p><b>Particules diesel</b></p>	<p>Le dépôt des particules en suspension dans le système respiratoire dépend des propriétés physico-chimiques de l'aérosol (la taille, la forme, la surface, le caractère,...). Après leur dépôt, les particules et particulièrement les particules inférieures à 0,1 µm semblent transloquer facilement vers des sites extrapulmonaires et atteignent alors différents organes cibles.</p> <p>Les effets des particules sont dus à la fois par leurs dépôts dans le système respiratoire, mais aussi par les polluants qu'elles transportent (imbrûlés, HAP, etc.). Elles peuvent en effet véhiculer sur leur surface des substances toxiques capables de passer la barrière air/sang au niveau des alvéoles pulmonaires.</p> <p>Les principaux effets toxicologiques des polluants, en particulier sur les mécanismes de stress oxydatif ainsi que sur l'appareil cardiovasculaire, sont mis en évidence par plusieurs études biologiques. D'autres études ont aussi montré que la fonction respiratoire diminuait lors d'une exposition chronique à long-terme aux particules. En augmentant le stress oxydatif, elles aggravent l'inflammation des BPCO (Bronco-Pneumopathies Chroniques Obstructives) et conduisent à leur exacerbation. De même, l'inflammation alvéolaire serait à l'origine d'une inflammation systémique contribuant à augmenter la coagulabilité sanguine elle-même responsable de l'initialisation et la progression de l'athérosclérose à l'origine de maladies cardiaques ischémiques aiguës et d'accidents vasculaires cérébraux. De plus, des lésions anatomo-pathologiques des bronches et des bronchioles, ainsi qu'un épaississement de la paroi artérielle ont été aussi associés à une exposition chronique aux particules. Les effets de la pollution aérienne sur la variabilité de la fréquence cardiaque ont été mis en évidence pour la pollution particulaire.</p>
<p><b>Oxydes d'azote</b></p>	<p>Chez l'homme, le monoxyde d'azote a une action toxique au niveau des plaquettes, et induit la formation de nitrosylhémoglobine et de méthémoglobine. Il a également des effets respiratoires.</p> <p>Les enfants exposés au dioxyde d'azote dans l'air intérieur ont des symptômes respiratoires plus marqués et des prédispositions à des maladies respiratoires chroniques d'apparitions plus tardives, sans pour autant qu'il y ait une augmentation de leur fréquence. Les études chez les adultes n'ont pas montré d'augmentation de la fréquence des symptômes respiratoires.</p> <p>Les enfants exposés au dioxyde d'azote dans l'air extérieur montrent un allongement de la durée des symptômes respiratoires. Pour les adultes, la corrélation entre exposition et pathologies respiratoires chroniques n'est pas claire.</p>
<p><b>Monoxyde de</b></p>	<p>Les signes d'appel d'une intoxication chronique sont les mêmes que dans le cas d'une intoxication subaiguë débutante : céphalées, vertiges</p>

<b>carbone</b>	et asthénie, parfois associés à des troubles digestifs. Les études conduites afin d'évaluer l'effet sur le myocarde indiquent que l'oxyde de carbone favorise le développement d'une ischémie myocardique à l'effort chez les sujets ayant une coronaropathie préexistante sans favoriser l'apparition de trouble du rythme. Ces effets ont été observés pour les expositions répétées à faibles doses.
<b>Benzène</b>	De nombreuses études ont mis en évidence des effets hémotoxiques et immuno-toxiques. La plupart des effets sanguins ont été associés à des expositions par inhalation.
<b>Chrome</b>	Les manifestations toxiques du chrome sont généralement attribuées aux dérivés hexavalents. Le chrome III est un composé naturel de l'organisme, mais il possède également une action toxique. Il n'y a pas d'étude rapportant les effets du chrome III seul chez l'homme, cependant il a été montré que lors d'exposition au chrome sous la forme hexavalente ce dernier est tout ou partiellement réduit en chrome trivalent. Le tractus respiratoire est l'organe cible des effets lors de l'exposition par inhalation aux dérivés du chrome III et du chrome VI.
<b>Cuivre</b>	Les données existantes chez l'homme par inhalation concernent des expositions professionnelles. Une irritation des voies aériennes supérieures et des troubles gastrointestinaux (anorexie, nausée, diarrhée) sont reportés (Suciu et al., 1981). Ces manifestations cliniques sont également rapportées dans une autre étude mais pour des niveaux d'expositions non déterminés (Askergrønn et Mellgren, 1975). De nombreux cas d'intoxications au cuivre par l'eau de boisson ont été décrits ainsi que leurs manifestations cliniques (troubles gastro-intestinaux essentiellement) sans toutefois fournir de données sur les niveaux d'exposition.
<b>Mercure</b>	Chez l'homme, les deux principaux organes cibles du mercure élémentaire et du mercure inorganique sont le système nerveux central et le rein. Ainsi, les principaux symptômes d'intoxication par le mercure sont d'ordre neurologique comme des troubles de la psychomotricité, des troubles cognitifs et des modifications de la personnalité (comme de l'irritabilité, de l'anxiété). Le mercure atteint également les reins (lésions glomérulaires et tubulaires) et induit une protéinurie. Enfin, il est également observé des troubles cardiovasculaires (tachycardie, hypertension artérielle), respiratoires, hépatiques et immunologiques. Le mercure organique atteint essentiellement le cerveau.
<b>Nickel</b>	Les études chez l'homme (et l'animal) indiquent que le système respiratoire est la cible principale de la toxicité du nickel par inhalation. Une augmentation de l'incidence des décès par pathologie respiratoire a été trouvée chez des travailleurs exposés chroniquement au nickel. Les effets respiratoires étaient de type bronchite chronique, emphysème et diminution de la capacité vitale.
<b>Zinc</b>	On connaît peu de choses sur la toxicité à long terme du zinc par inhalation. Il a été rapporté que des travailleurs dans la métallurgie présentaient une fréquence plus élevée de problèmes gastro-intestinaux. Par voie orale, des crampes d'estomac, des nausées et des vomissements ont été observés chez des volontaires ayant ingéré du sulfate de zinc en tablette (2 mg zinc/kg/j) durant 6 semaines (Samman and Roberts, 1987). L'ingestion d'oxyde de zinc a également été associée à de tels symptômes (Callender et Gentzkow, 1937). De nombreux cas d'anémies ont été décrits chez des personnes supplémentées en zinc durant de longues périodes (1 à 8 ans) (Porter et al., 1977 ;

Patterson et al., 1985 ; Hale et al., 1988 ; Hoffman et al., 1988 ; Broun et al., 1990 ; Gyorffy et Chan, 1992).

Le zinc joue un rôle dans le développement et le maintien de l'intégrité du système immunitaire. Cependant, des doses trop élevées en zinc altèrent les réponses immunes et inflammatoires. Onze volontaires ayant ingéré du sulfate de zinc durant 6 semaines à raison de 4,3 mg zinc/kg/j ont présenté des altérations fonctionnelles des lymphocytes et des polynucléaires sanguins (Chandra, 1984).

Tableau 61 : Effets sanitaires redoutés sans seuils

	Effets cancérigènes	Effets sur la reproduction et le développement
<b>Benzène</b>	Plus de 25 études font rapport d'une augmentation des taux de cancer au cours des expositions professionnelles au benzène. La leucémie aiguë est l'affection le plus souvent rapportée dans les études de cas mais l'épidémiologie retrouve une association significative avec les leucémies de tout type voire d'autres affections du tissu hématopoïétique comme les lymphomes non hodgkiniens.	Le benzène passe la barrière placentaire et est retrouvé dans la moelle osseuse du fœtus à des niveaux supérieurs ou égaux à ceux mesurés chez la mère exposée par inhalation. Épendant les effets par inhalation sur la reproduction et le développement ne sont pas suffisants pour établir une relation causale.
<b>Particules diesel</b>	Des études épidémiologiques ont montré un risque accru de risque de cancers pulmonaires pour des populations professionnellement exposées aux émissions des moteurs à combustion. Ces effets semblent se confirmer également expérimentalement mais certains résultats sont parfois contradictoires comme en témoigne des études de cancérogenèse expérimentales qui ont été menées sur des rats. Ainsi, "il est couramment admis par la communauté scientifique que les particules diesel sont responsables de la cancérogénicité expérimentale des émissions diesel " (SFSP, 1996). De surcroît, le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) classe les particules diesel comme étant probablement cancérigènes chez l'Homme.	Certaines études chez l'animal semblent montrer des atteintes possibles au niveau de la spermatogenèse. Ces données sont cependant trop partielles et ne peuvent pas être extrapolées actuellement chez l'homme.
<b>Oxydes d'azote</b>	Le monoxyde d'azote et le dioxyde d'azote n'ont pas été classés cancérogènes par l'UE, l'US EPA et l'IARC ; le monoxyde n'a pas été étudié par l'UE. Différentes études ont montré des résultats positifs quant à la génotoxicité du dioxyde d'azote, néanmoins il n'a pas été classé par l'UE. Le monoxyde d'azote n'a pas été étudié.	Le monoxyde d'azote n'a pas été étudié par l'UE, et le dioxyde d'azote n'est pas classé reprotoxique. Chez l'animal, le dioxyde d'azote induit des effets neuro comportementaux, des signes d'embryotoxicité. En revanche, aucun effet tératogène ou sur la spermatogenèse n'est rapporté.

	Effets cancérigènes	Effets sur la reproduction et le développement
<b>Monoxyde de carbone</b>	Le monoxyde de carbone n'est pas classé par le CIRC.	L'oxyde de carbone ne modifie pas la fertilité et ne semble pas tératogène, mais il est nettement foetoxique. Lors d'une intoxication grave de la mère dans le coma, il peut y avoir mort du fœtus ou, sinon, de graves séquelles neurologiques. Si l'exposition est prolongée ou l'intoxication aiguë moins importante, on peut observer un retard de croissance in utero et une augmentation de la mortalité néonatale. Si l'enfant survit, il ne semble pas y avoir de séquelles à long terme.
<b>Chrome</b>	De nombreuses études épidémiologiques réalisées en Allemagne, en Italie, au Japon, au Royaume Uni ou aux Etats Unis sur des salariés de la production des chromates ont largement mis en évidence un excès de risque pour le cancer du poumon.	Les seules données connues concernant les effets toxiques du chrome sur la fonction de reproduction sont issues d'études réalisées chez la femme exposée professionnellement aux dichromates. Les résultats montrent une augmentation de l'incidence des complications au cours de la grossesse et de la naissance, une toxicose pendant la grossesse ainsi qu'une augmentation des hémorragies post-natales (Shmitova, 1978, 1980). Bien qu'ayant été pratiquées en présence d'un groupe témoin, ces études sont d'une qualité médiocre et ne permettent pas de conclure quant à l'effet du chrome sur la reproduction humaine.
<b>Cuivre</b>	Pour les cuivre et autres composés, il n'existe pas de classification CIRC.	Des données de mutagenèse sont disponibles sur systèmes in vitro et chez l'animal pour certains composés cuivriques. Une étude réalisée au cours des années 1976-1978 aux États-Unis, montre qu'il n'existe pas de corrélation entre le risque abortif et une exposition au cuivre présent dans l'eau de boisson à des concentrations supérieures à 1mg/L (Aschengrau et al., 1989). Il n'existe pas d'autres données de toxicité spécifiques de la reproduction chez l'homme pour des expositions au cuivre par inhalation, voie orale ou voie cutanée (ATSDR, 1990 ; OMS IPCS, 1998).
<b>Mercur</b>	Les résultats contradictoires, concernant la cancérogénèse du mercure et de ses composés, ne permettent pas de statuer sur son caractère	Il a clairement été montré un effet reprotoxique du mercure et du méthylmercure. En effet chez l'homme une exposition au mercure

	<b>Effets cancérigènes</b>	<b>Effets sur la reproduction et le développement</b>
	cancérigène, ce qui explique l'absence de classification européenne.	peut provoquer des avortements spontanés et des malformations (téatogénicité).
<b>Nickel</b>	Les différentes études épidémiologiques portant sur les effets cancérogènes du nickel ont été basées sur des études de cohorte de travailleurs de raffineries et ont mis en évidence une augmentation du risque de cancer du poumon et du nez.	Chez les femmes exposées, le taux de malformations était de 16,9 % contre 5,8 % chez les non-exposés. Les auteurs indiquent que la différence observée est statistiquement significative, cependant aucune précision supplémentaire n'est donnée.
<b>Zinc</b>	Le zinc et ses dérivés n'ont pas fait l'objet d'une classification par l'IARC.	Aucune donnée n'est disponible concernant la toxicité du zinc inhalé sur la reproduction et le développement humain (ATSDR, 1994).

### Contact

Technisim Consultants

2 rue Saint Théodore

69003 Lyon

Tél : + 33 (0) 4 72 33 91 67

Courriel : [technisim@wanadoo.fr](mailto:technisim@wanadoo.fr)

Etats des lieux des exploitations, impact du phasage et propositions d'aménagements (SAFER, 2017)<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> L'intégralité des comptes-rendus des entretiens avec les propriétaires des terrains et les exploitants agricoles font l'objet d'une annexe spécifique à ce document, non présentée dans ce tome. En effet, le caractère confidentiel de certains éléments ne permet pas de les présenter en enquête publique. Ils sont cependant disponibles sur demande de l'administration.



## **CARRIERE DES ORANGERS**

**Etat des lieux des exploitations, impact du phasage et  
propositions d'aménagements**

**Commune de Saint-Benoît**

**Octobre 2017**

# SOMMAIRE

<b>1. ELEMENTS D'ANALYSE</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Contexte</b>	<b>3</b>
1.1.1 Evolution du Mode d'occupation des Sols de 1997 à aujourd'hui	3
1.1.2 Le cadastre et les unités foncières	8
<b>1.2 Présentation des exploitations et des propriétés</b>	<b>13</b>
1.2.1 Méthode	13
1.2.2 Résumés des entretiens réalisés	13
1.2.2.1 Les exploitations agricoles	13
1.2.2.2 Les propriétés sans exploitants	17
<b>2. IMPACT DU PROJET SUR LES EXPLOITATIONS AGRICOLES</b>	<b>20</b>
<b>2.1 Les surfaces agricoles potentielles perdues</b>	<b>20</b>
2.1.1 A l'échelle du projet de carrière	20
2.1.2 A l'échelle des exploitations agricoles existantes	21
<b>2.2 La nature du potentiel perdu</b>	<b>22</b>
2.2.1 La pédologie	22
2.2.2 Les travaux d'amélioration foncière et cultures présentes	23
<b>3. PRECONISATIONS ET PROPOSITIONS SUR LES AMENAGEMENTS</b>	<b>24</b>
<b>3.1 Les fossés</b>	<b>24</b>
<b>3.2 Les chemins</b>	<b>24</b>
3.2.1 Positionnement des chemins de desserte des exploitations au cours de l'extraction des matériaux de la carrière	24
3.2.2 Caractéristiques de dimensionnement du chemin d'exploitation en béton	28
<b>CONCLUSION</b>	<b>30</b>

**Annexe : Compte-rendu complet des entretiens particuliers avec les exploitants et propriétaires**

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

### LES FIGURES

Figure 1 Mode d'Occupation des Sols 1997.....	3
Figure 2 Mode d'Occupation des Sols 2003.....	4
Figure 3 Mode d'Occupation des Sols 2008.....	5
Figure 4 Mode d'Occupation des Sols 2011.....	6
Figure 5 Mode d'Occupation des Sols 2014.....	7
Figure 6 Carte des propriétés concernées par le projet.....	8
Figure 7 Les parcelles cadastrales et les unités foncières concernées par le projet. ....	9
Figure 8 Les parcelles cadastrales et les unités foncières concernées par le projet. ....	11
Figure 9 Carte pédologique (source RAUNET, 1991) .....	22
Figure 10 Etat des lieux des chemins d'exploitation avant l'extraction.....	25
Figure 11 Positionnement des chemins d'exploitation à T = 2.5.....	25
Figure 12 Positionnement des chemins d'exploitation à T = 5.....	26
Figure 13 Positionnement des chemins d'exploitation à T = 7.5.....	26
Figure 14 Positionnement des chemins d'exploitation à T = 10.....	27
Figure 15 Positionnement des chemins d'exploitation à T = 12.5 .....	27
Figure 16 Remise en état : positionnement des chemins d'exploitation et des fossés à T = 15.....	28
Figure 17 Coupe type de chemin béton .....	29

### LES TABLEAUX

Tableau 1 Le projet impacte 27 parcelles cadastrales.....	10
Tableau 2 Les propriétaires et exploitants concernés.....	12
Tableau 3 Synthèse sur les projets des agriculteurs .....	19
Tableau 4 Bilan des surfaces des exploitants .....	21
Tableau 5 Synthèse des enquêtes auprès des agriculteurs.....	30

La Société Teralta Granulat Béton Réunion (TGBR) a un projet d'ouverture de carrière en zone agricole, susceptible d'avoir des conséquences sur l'économie agricole sur la commune de Saint-Benoît. La société TGBR a missionné la SAFER afin de réaliser un état des lieux initial et un diagnostic précis des exploitations agricoles concernées par le projet.

Des enquêtes individuelles ont ainsi été réalisées avec l'ensemble des propriétaires et des exploitants de façon à recueillir leurs remarques, souhaits et interrogations sur le projet de TGBR, en particulier concernant le devenir du site (positionnement des chemins, besoins en gestion hydraulique...)

## 1. Eléments d'analyse

Il s'agit ici de définir l'état des lieux initial des exploitations agricoles existantes sur l'emprise du projet de carrière TGBR.

### 1.1 Contexte

#### 1.1.1 Evolution du Mode d'occupation des Sols de 1997 à aujourd'hui

Les images de 1997 à 2014 donnent une bonne idée de l'évolution du Mode d'Occupation des Sols.



Figure 1 Mode d'Occupation des Sols 1997

En 1997, la canne à sucre est majoritairement présente. Des vergers de letchis sont également implantés récemment. Une zone de forêt est présente dans la continuité d'un espace forestier plus important. De nombreux andains sont déjà présents, constitués lors des travaux d'amélioration foncière et d'épierrage dans les années 1990.



*Figure 2 Mode d'Occupation des Sols 2003*

En 2003, la zone de forêt régresse : des vergers sont mis en place. L'ensemble est bien cultivé. Certaines parcelles en vergers de Letchis sont arrachées et plantées en canne à sucre. Une parcelle autrefois cultivée en canne repart à la friche progressivement (propriété PONAMA).



*Figure 3 Mode d'Occupation des Sols 2008*

En 2008, des surfaces en canne sont réaménagées (propriétés BARAU, BARRET, NARSOU) d'autres repartent à la friche (propriété CLAIN). La surface en canne diminue avec l'augmentation en surface des friches de certaines propriétés.



*Figure 4 Mode d'Occupation des Sols 2011*

En 2011, des travaux importants de reconquête sont réalisés sur la partie haute de la propriété en lanière BARAU, travaux réalisés directement par l'agriculteur avec une entreprise. Ces aménagements créent de nouveaux andains. Une friche boisée apparaît sur l'exploitation de M.PONAMA.



*Figure 5 Mode d'Occupation des Sols 2014*

En 2014, des espaces cultivés deviennent sous-exploités sur certaines propriétés en partie basse et sur la propriété de M.SATEYEN –RAMIN.

### 1.1.2 Le cadastre et les unités foncières

Le projet de carrière de TERALTA concerne 14 unités foncières et 27 parcelles cadastrales.

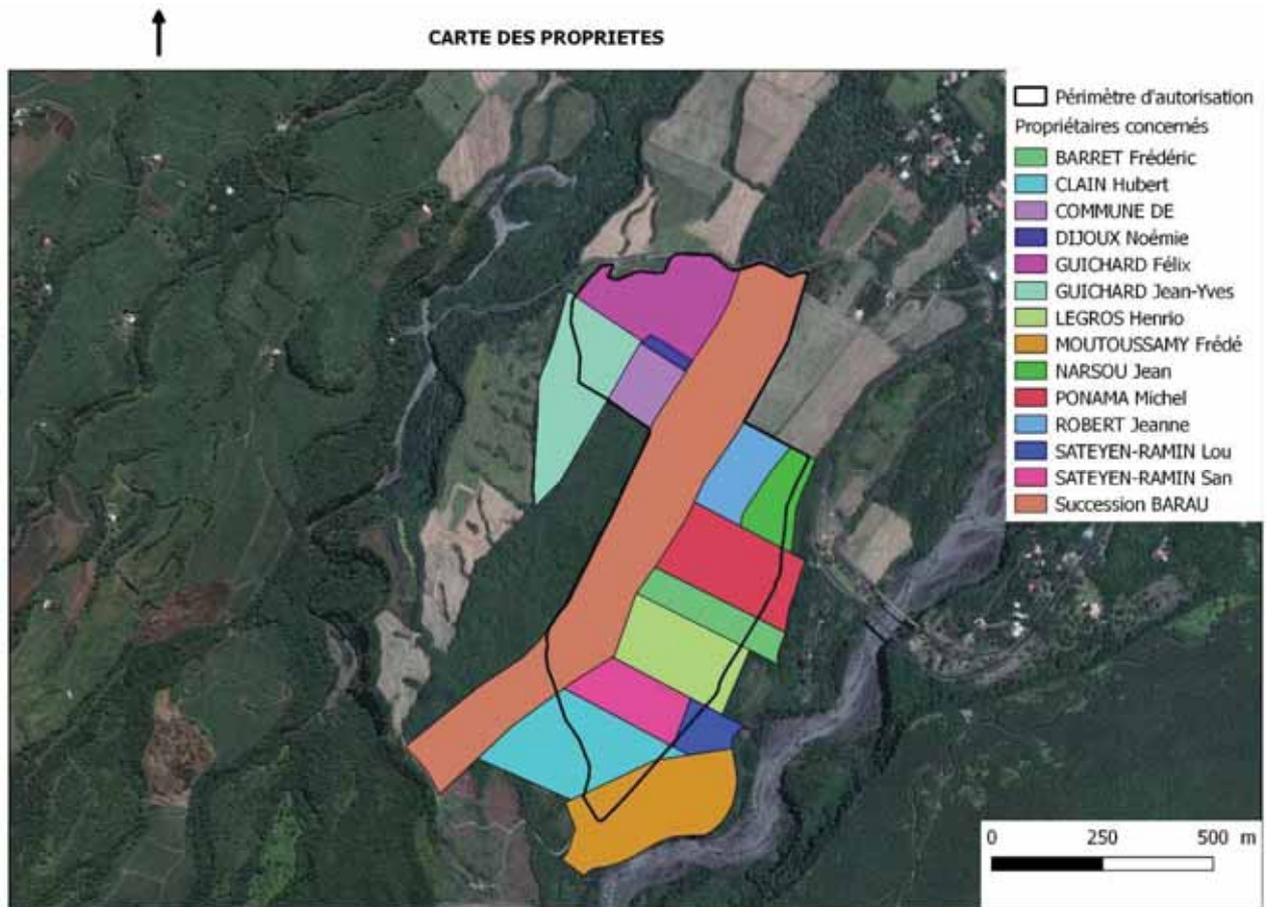


Figure 6 Carte des propriétés concernées par le projet

## LE CADASTRE ET LES UNITES FONCIERES



Figure 7 Les parcelles cadastrales et les unités foncières concernées par le projet.

Certaines parcelles cadastrales sont concernées en totalité, d'autres pour parties.

<b>Section</b>	<b>Parcelle</b>	<b>Emprise du projet sur la parcelle</b>	<b>Surface concernée par le périmètre classé (en m<sup>2</sup>)</b>
CD	226	Partie	160 455
	301	Totalité	17 577
	315	Totalité	297
	412	Totalité	8 247
	413	Totalité	3 463
	415	Totalité	36 941
	416	Totalité	4 017
	417	Totalité	5 745
	431	Partie	16 928
	719	Totalité	866
	720	Totalité	23 768
	721	Totalité	375
	722	Partie	15 748
	723	Partie	14 807
	724	Totalité	1 270
	725	Totalité	26 337
	726	Totalité	15 155
	727	Totalité	418
	728	Partie	3 343
	729	Partie	5 672
	730	Totalité	1 107
	731	Totalité	32 716
	732	Partie	27 872
	733	Partie	541
	734	Partie	1 448
	737	Partie	26 455
	749	Partie	7 651

Tableau 1 Le projet impacte 27 parcelles cadastrales

Le projet de carrière concerne 7 exploitants et occupants comme le montre la carte ci-dessous :

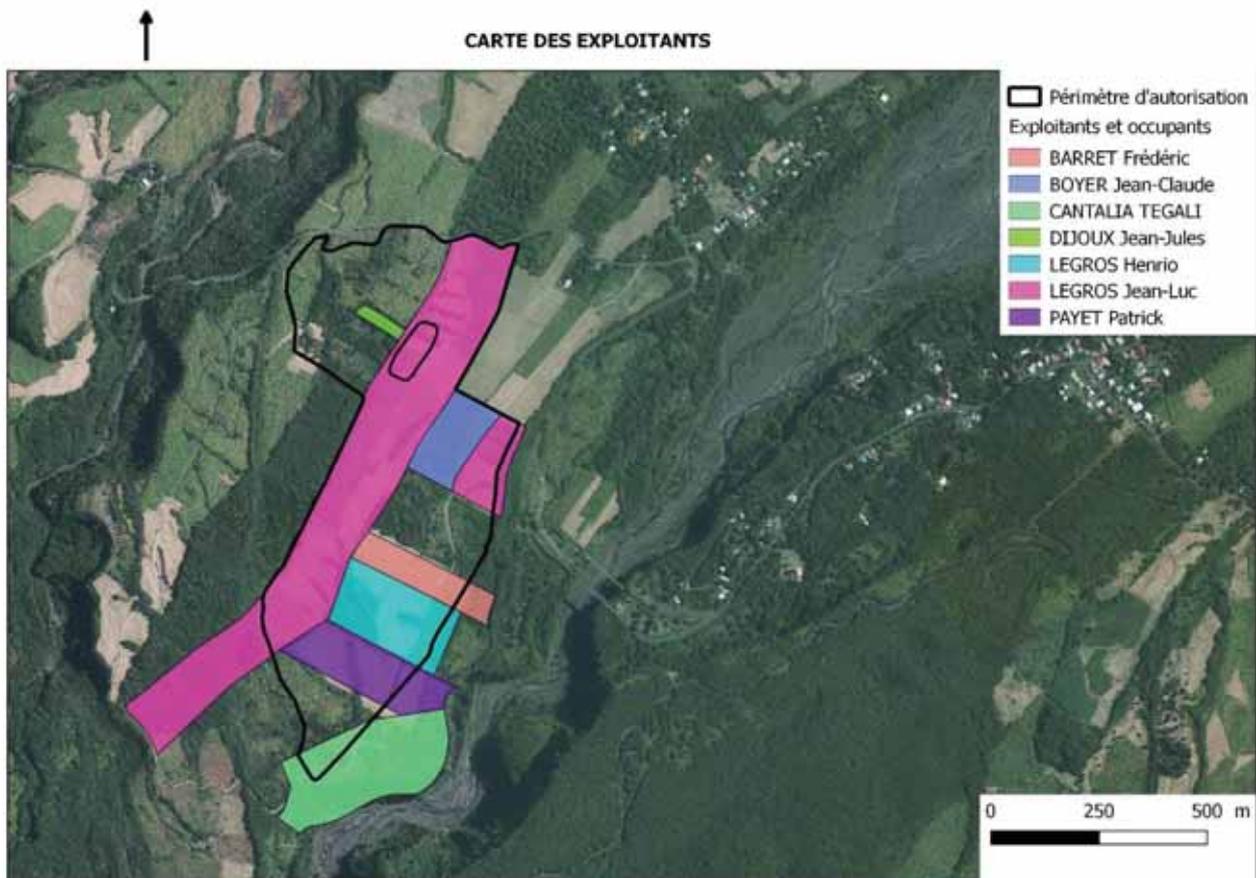


Figure 8 Les parcelles cadastrales et les unités foncières concernées par le projet.

Le tableau ci-dessous synthétise les noms des propriétaires avec les parcelles cadastrales correspondantes ainsi que les exploitants et occupants concernés.

NOM DES PROPRIETAIRES	Parcelles	Numéro	NOM DES EXPLOITANTS ou OCCUPANTS
(P-) -GUICHARD/FELIX	CD	412	
	CD	415	
	CD	417	
(P-) -DIJOUX/NOEMIE	CD	413	M.DIJOUX Jean-jules
(P-I) -GUICHARD/JEAN YVES / (P-I) -LAURENCE/SYLVIANNE MICHETTE	CD	416	
	CD	431	
(P-) -COMMUNE DE SAINT BENOIT BIENS PRESUMES SANS MAITRE	CD	301	
	CD	315	
(P-) -SUCCESSION BARAU MAXIME LUCIEN	CD	226	M.LEGROS Jean-Luc
(P-I) -LEBON/PIERRE VALENTIN / (P-I) -ROBERT/JEANNE MARIE	CD	719	M.BOYER Jean-Claude
	CD	720	
(P-) -NARSOU/JEAN GREGORY	CD	721	M.LEGROS Jean-Luc
	CD	722	
(P-) -PONAMA/MICHEL	CD	723	
	CD	724	
	CD	725	
(P-I) -BARRET/FREDERIC / (P-I) -ETHEVE/MARIE-JUDITH	CD	726	M.BARRET Frédéric
	CD	727	
	CD	728	
(P-) -LEGROS/JOSEPH HENRIO	CD	729	M.LEGROS Henrio
	CD	730	
	CD	731	
(P-) -SATEYEN-RAMIN/SANJIVA ADIMOULOLOU XAVIER	CD	733	M.PAYET Patrick
	CD	732	
(P-) -SATEYEN RAMIN/AMOULDOLINGOM LOUIS MICHEL	CD	734	M.PAYET Patrick
(P-) -CLAIN/DENIS HUBERT	CD	737	
(P-I) -CANTALIA TEGALI/ANIELLE / (P-I) -MOUTOUSSAMY/FREDERIC JEROME	CD	749	Mme CANTALIA TEGALI Anielle

Tableau 2 Les propriétaires et exploitants concernés

## 1.2 Présentation des exploitations et des propriétés

### 1.2.1 Méthode

Les informations ont été récoltées lors d'entretiens avec les propriétaires et exploitants. Les terrains concernés par le projet sont pour certains exploités par un exploitant agricole et pour d'autres non exploités. Par conséquent bien que non exploités, il a été décidé de rencontrer les propriétaires pour les terrains non exploités actuellement afin, en particulier, de s'assurer des projets existants sur ces parcelles.

Ces entretiens se sont déroulés au travers d'une enquête dont les principales thématiques étaient :

- . identification de l'agriculteur
- . l'exploitation et son historique : propriété, fermage, surfaces agricoles, localisation de l'exploitation
- . les facteurs de production : main d'œuvre, foncier et qualité du sol, mécanisation, approvisionnement en intrants
- . les productions : canne à sucre, diversification, élevage
- . l'environnement naturel de l'exploitation : érosion, andains..
- . les investissements réalisés : travaux d'amélioration foncière, épierrage..
- . les problèmes ou contraintes rencontrés sur l'exploitation : d'ordre juridique, économique...
- . les projets agricoles : transmission, stratégie...

Concernant le projet de la carrière, la topographie restituée, les pentes finales d'exploitation, la présence des talus de fortes pentes ont été présentées et ont permis d'obtenir l'avis des exploitants sur les aménagements agricoles nécessaires au bon fonctionnement de leur exploitation tels que le positionnement des chemins d'exploitation futurs et la gestion des eaux pluviales. Les remarques qui ont été formulées par les exploitants ou propriétaires au cours de l'entretien sont reprises en intégralité dans le corps de ce rapport, afin de mieux comprendre les attentes des exploitants et propriétaires.

### 1.2.2 Résumés des entretiens réalisés

#### 1.2.2.1 Les exploitations agricoles

- Exploitation de Monsieur LEGROS Jean-Luc

L'exploitation de M. LEGROS Jean-Luc couvre environ 40 ha de SAU<sup>1</sup> en canne à sucre, dont environ 10 ha en propriété et 30 ha en fermage. L'exploitation familiale est intégralement située sur le secteur de Saint-Benoit.

Deux baux à ferme sont signés sur l'emprise du projet de carrière, l'un avec la succession BARAU Maxime sur 17 ha, faisant actuellement l'objet d'un contentieux, et l'autre avec M.NARSOU sur 2 ha.

---

<sup>1</sup> Surface Agricole Utile

Le tonnage global récolté sur son exploitation est d'environ 3200 T dont 1000 T sur les parcelles concernées par la carrière. La main d'œuvre se compose de Monsieur LEGROS et de ses 2 fils ainsi que d'un salarié.

Au niveau de l'emprise de la carrière, son exploitation est constituée d'une exploitation en canne à sucre sur environ 13 ha. Suite à signature du bail en 2009, des travaux de défrichements et des travaux d'amélioration foncière ont été réalisés par M. Legros et 6 ha en canne à sucre ont été replantés. Le reste est entretenu et conservé en vieilles souches de cannes.

En 2016, avec l'autorisation du propriétaire, des andains sont enlevés selon le protocole d'enlèvement des andains en partie basse.

Le projet agricole sur le secteur dépendra de l'issue du contentieux en cours avec la succession BARAU. Si l'exploitation se maintient sur place, il est envisagé de maintenir son projet de canne à sucre.

#### Concernant le projet de carrière, M. LEGROS émet les remarques suivantes :

. Un chemin devra être remis en place carrossable pour permettre le passage des tracteurs et des coupeuses péi,

. Lors de l'extraction des matériaux et pour une reprise rapide de l'agriculture, il y aura nécessité, en période sèche, en plus de l'arrosage des chemins, d'arroser le feuillage des repousses de canne sur une bande d'environ 10 à 15 ml le long du chemin de passage des Dumpers,

. Pour installer des jeunes ou agrandir les agriculteurs impactés, une médiation sur des terrains en friches sera nécessaire autour de la carrière,

. Il souhaite avoir l'autorisation pour pouvoir enlever les andains sur la parcelle de M. NARSOU dès que possible afin d'augmenter son tonnage.

- Exploitation de Monsieur DIJOUX Jean-Jules

L'exploitation de M. DIJOUX couvre environ 3 ha de SAU essentiellement en verger et en culture de vanille. L'exploitation est intégralement située sur le secteur de Saint-Benoit, sur d'une part deux propriétés dont la succession n'est pas réglée et d'autre part une parcelle qu'il a acquise en 2016. Monsieur DIJOUX est agriculteur à titre principal.

Sur son exploitation en-dehors du projet de carrière, il exploite des Cocos, Palmistes, Pommes en l'air ainsi que de la Vanille. La vanille est déclarée à la Provanille et il livre aujourd'hui entre 100 à 200 kg de gousses de vanille.

La parcelle concernée par le projet de carrière est actuellement exploitée en Longanis (~1000 pieds), Letchis (~20 pieds), Fleurs exotiques sur une surface d'environ 3500 m<sup>2</sup>. De la vanille est encore présente, mais n'est pas productive et sert à réaliser des boutures. La production de Longanis avoisine les 200 à 300 ballots de 25 kg par an selon les années.

Les surfaces sont plus ou moins bien entretenues. Le sol est très pierreux. La parcelle impactée par le projet de carrière a fait l'objet d'un épierrage avant les années 1988 avec la création d'andains en périphérie.

Après l'extraction, M. DIJOUX aurait un projet de donation à une de ses filles et un projet de verger de Palmistes ou de Cocos serait envisagé.

Concernant le projet de carrière, M. DIJOUX émet la remarque suivante :

. il demande à prévoir un accès à sa parcelle après réaménagement.

- [Exploitation de Monsieur BOYER Jean-Claude](#)

M. BOYER Jean-Claude exploite environ 10 ha de SAU sur la commune de Saint-Benoit. Son exploitation couvre au total 14 Ha dont 12 Ha en propriété et 2 Ha en fermage. La surface exploitée l'est essentiellement en canne à sucre, avec une récolte manuelle. Il produit entre 800 -900 T suivant les années.

Monsieur BOYER travaille avec ses enfants et envisage de monter une EARL pour transmettre son exploitation.

Sur le projet de carrière, il entretient le terrain de Mme LEBON d'une surface de 2,3 ha. Ce terrain est cultivé sur 5000 m<sup>2</sup> en cannes, 130 pieds de Letchis sont présents sur environ 1 ha, le reste est en friches.

Monsieur BOYER souhaite signer un bail à ferme avec Mme LEBON et envisage une mise en valeur en canne tronçonnée ou en Ananas.

Concernant le projet de carrière, M. BOYER émet les remarques suivantes :

. Avant l'extraction, il souhaiterait pouvoir avec l'accord de TGBR, réaliser un projet en canne à sucre ou Ananas.

. A l'issue de l'extraction des matériaux, il souhaite que le chemin de désenclavement soit positionné en limite d'unité foncière.

- [Exploitation de Monsieur BARRET Frédéric](#)

L'ensemble des surfaces de l'exploitation de M. BARRET couvre environ 19,5 ha en canne à sucre, toutes situées sur la commune de Saint-Benoit. M.BARRET exploite lui-même ses terrains avec son frère. Il travaille avec de la main d'œuvre saisonnière pour l'utilisation de la coupeuse. Le rendement moyen est de 110 T à 120T/ha sur l'ensemble de l'exploitation. Actuellement il perd environ 3 ha en relation avec l'extraction de matériaux sur la carrière SAM.

Les surfaces de l'exploitation de M. BARRET concernées par le projet de carrière TGBR couvrent environ 2 ha. La parcelle est mécanisable suite aux travaux d'amélioration foncière réalisés en 2003 avec l'enfouissement d'andains.

Concernant le projet de carrière, M. BARRET émet les remarques suivantes :

. Après l'extraction des matériaux de la carrière, son projet est d'améliorer la qualité du sol et d'exploiter la canne à sucre avec la coupeuse péi.

. Il souhaite à l'issue de l'exploitation de la carrière qu'un accès de type chemin béton soit mis en œuvre en limite d'unité foncière pour desservir sa propriété.

- Exploitation de Monsieur LEGROS Joseph Henrio

L'exploitation de M. LEGROS se compose de 8,6 ha planté en Canne à sucre et d'un petit verger de Letchis sous-exploité, située intégralement sur la commune de Saint-Benoit.

M.LEGROS exploite lui-même ses terrains avec son fils, aide familial. Il travaille avec de la main d'œuvre saisonnière lors de la coupe. La production totale est 700 T de canne sur l'ensemble de son exploitation.

Les parcelles sont en totalité mécanisables, la récolte se fait avec une coupeuse péï.

La SAU concernée par le projet couvre environ 3,5 ha.

Concernant le projet de carrière, M. LEGROS émet les remarques suivantes :

. Souhaite la possibilité de réaliser des travaux d'amélioration foncière et renouveler les souches sur le terrain avant l'extraction des matériaux et cultiver de l'ananas et de la canne dans l'attente de l'exploitation de la carrière.

. Après l'extraction des matériaux de la carrière, il a un projet canne à sucre et éventuellement un projet de plantation de Palmistes.

- Exploitation de Monsieur PAYET Patrick Rosaire

Depuis 2001, Monsieur PAYET exploite ses parcelles en fermage en canne à sucre sur la commune de Saint-André (STB <sup>2</sup>= 7.5 ha) et sur la commune de Saint-Benoît sur un terrain concerné par le projet de carrière sur environ 4 ha (propriété M.SATEYEN-RAMIN ). La parcelle sur Saint-André est concernée par un enlèvement d'andains. Il livre depuis 2016 environ 250 T de cannes. La production moyenne sur les 5 dernières années était d'environ 800 T. M.PAYET exploite lui-même ses terrains. Il travaille avec de la main d'œuvre saisonnière lors de la coupe.

Suite à des difficultés financières la parcelle concernée par la carrière (1,9 ha environ) est sous-exploitée. La parcelle est mécanisable suite aux travaux d'amélioration foncière. Un prestataire (coupeuse péï) réalise la coupe. D'anciens travaux d'épierreage sont réalisés avant 2001. A partir de 2001, il réalise des travaux d'amélioration foncière de remodelage de son terrain.

Concernant le projet de carrière, M. PAYET émet les remarques suivantes :

. Avant l'extraction des matériaux, M.PAYET souhaite remettre en place une production sur la parcelle sous-exploitée, en enlevant si possible les andains pour atteindre un objectif de 450 T.

. Après l'extraction et en fonction de la topographie, il envisage de se diversifier.

. M.PAYET s'interroge sur l'évacuation de l'eau en provenance de la « falaise ».

---

<sup>2</sup> Surface Totale Brute

- Exploitation de Madame CANTALIA TEGALI

L'exploitation de Madame CANTALIA TEGALI se situe pour 2 Ha sur La Plaine des Palmiste (Fraises, Piments Poivrons et arboriculture) et pour 7 ha de STB sur Saint-Benoit (majoritairement en friches avec un peu de bananes et letchis). Mme CANTALIA exploite les terrains avec son mari et leurs enfants.

La surface de la partie de la propriété de Mme CANTALIA concernée par la carrière est relativement faible, environ 5500 m<sup>2</sup> et à l'état final celle-ci sera concernée principalement par un talus.

En 2006 et 2008, des travaux d'améliorations foncières sont réalisés : ils concernent un épierreage, une création d'andains et un enfouissement d'andains.

Concernant le projet de carrière, Mme CANTALIA TEGALI émet les remarques suivantes :

- . Mme CANTALIA a un projet d'Ananas, bananes et maraîchage après l'extraction des matériaux de la carrière.
- . Elle a un projet de serres sur ce secteur et demande que les reliquats de parcelles de sa propriété soient accessibles.

#### 1.2.2.2 Les propriétés sans exploitants

- Propriété de Monsieur CLAIN Denis

Monsieur CLAIN est propriétaire de terrains agricoles sur Saint-Joseph (1 Ha) et Saint-Benoît (10Ha STB).

M. CLAIN s'installe en tant qu'agriculteur sur ses parcelles à partir de 1977 à la Crête à Saint-Joseph sur 1 ha en Géranium, puis à partir de 1991 sur deux parcelles de Saint-Benoit où il lance une exploitation en canne, malgré un terrain rocailleux et difficile. L'essai de culture en canne sur la parcelle des Orangers (6 Ha) doit être abandonné car non rentable.

Actuellement la parcelle concernée par le projet de carrière est en totalité en friches. D'anciens travaux d'amélioration foncière ont été réalisés avec la création d'andains en 1991 avec la Promocanne. Le terrain est très rocailleux et il abandonne la culture de canne.

Concernant le projet de carrière, M CLAIN émet les remarques suivantes :

- . M.CLAIN est favorable à des travaux d'amélioration foncière et d'épierreage ou d'enlèvement d'andains s'il est indemnisé pour l'enlèvement des roches.
- . Il est favorable à un agrandissement d'un agriculteur avant l'extraction des matériaux.
- . Il a un projet de transmission de cette propriété à ses enfants.
- . Il souhaite avoir un accès directement par le chemin béton qui sera maintenu : son exploitation est coupée en deux par la limite de la carrière. Son terrain ne doit pas être enclavé.

- Propriété de Monsieur PONAMA Michel

Propriétaire du terrain de 5.5 Ha, alors en friches, depuis 1978, Monsieur PONAMA a fait partiellement réaliser des travaux de défrichage et d'épierrage. Les andains ont été positionnés en bordure de parcelle. Une exploitation en canne à sucre a été mise en place sur 5 ha. Depuis 1996, la parcelle s'enfriche : la procédure Terres Incultes alors lancée n'a pas abouti du fait de l'annonce du projet de carrière.

Sur cette propriété, la totalité de la surface est actuellement en friche boisée et le sol est très pierreux. M.PONAMA envisage de transmettre son exploitation afin de ne plus laisser ce terrain en friches.

Concernant le projet de carrière, Mme PONOMA émet les remarques suivantes :

. M.PONAMA souhaite transmettre l'exploitation via un projet de vente.

. Avant l'extraction des matériaux sur sa parcelle, il est favorable également à une mise à disposition du foncier à un agriculteur afin de mettre en culture le terrain.

- Propriété de Monsieur GUICHARD Félix

Monsieur GUICHARD Félix est propriétaire de 13.1 Ha sur la commune de Saint-Benoit dont 6.8 Ha sont concernés par le projet de carrière. Il a racheté récemment les terrains de GUICHARD Jean-Yves.

Monsieur GUICHARD Félix est gérant d'une société de terrassement et de gestion d'espaces verts avec location de matériel et ventes de plants de pépinières. Il a un diplôme agricole mais n'exploite pas actuellement ses terrains.

Les terrains sous emprise du projet de carrière sont aujourd'hui en friches, autrefois cultivés en canne à sucre.

La propriété de M.GUICHARD est impactée totalement dans le projet de carrière sur une période de 15 ans. En effet, avec l'accord de M.GUICHARD, les installations futures du carrier seront situées sur sa propriété.

Concernant le projet de carrière, M. Guichard émet les remarques suivantes :

A l'issue de l'exploitation de la carrière, il envisage de planter ses parcelles en palmistes, Cocotiers et éventuellement de mettre en œuvre des serres pour réaliser du maraîchage.

- Propriété de la commune de Saint-Benoît

La commune de Saint-Benoît a acquis cette propriété dans le cadre de la mise en œuvre de la procédure de Biens Vacants. A l'issue de l'exploitation de la carrière, elle souhaite rétrocéder le terrain pour permettre le développement de l'agriculture.

## Conclusion et synthèse sur les projets des agriculteurs

NOM	Contrat	Exploitation/Propriété	SAU estimée et cultures sur l'emprise du projet TERALTA	Projet	Demandes/ Souhaits
LEGROS Jean-Luc	fermier	40 ha de cannes	Canne (13,2 ha)	Canne tronçonnée	. Mise en œuvre d'un chemin carrossable pour passage tracteurs et coupeuses péi . Arrosage des chemins et du feuillage des repousses de canne lors de l'extraction . Médiation à initier pour agrandir les agriculteurs impactés . Souhaite pouvoir enlever les andains sur la parcelle de M.NARSOU afin d'effectuer la replantation
DIJOUX Jean-Jules	occupant	3 ha de vergers, Vanille, Pommes en l'air	Vergers (0,35 ha)	Verger de Palmistes et de Cocos	. Prévoir un accès à sa parcelle après la remise en état
BOYER Jean-Claude	occupant	10 ha de canne	Canne + Verger Letchis ( 1,5 ha)	Canne tronçonnée ou Ananas	. Avant l'extraction souhaite pouvoir réaliser un projet en canne à sucre ou Ananas. . Prévoir un chemin de désenclavement en limite d'unité foncière.
BARRET Frédéric	propriétaire-exploitant	19,5 ha de cannes	Canne (1,9 ha)	Canne tronçonnée	. Prévoir un accès de type chemin béton en limite d'unité foncière
LEGROS Henrio	propriétaire-exploitant	9 ha environ de Canne + verger de Letchis	Canne + Verger Letchis	Canne à sucre + Palmistes	. Avant l'extraction il souhaite pouvoir bénéficier de travaux d'amélioration foncière et cultiver soit de l'Ananas soit de la canne.
PAYET Patrick Rosaire	fermier	11 ha de cannes	Canne sous-exploitée	Diversification	. Avant l'extraction il souhaiterait remettre sa production de canne en enlevant les andains. . Il s'interroge sur l'évacuation de l'eau en provenance de la future falaise après la remise en état.
CANTALIA TEGALI	propriétaire-exploitant	9 ha maraîchage et friches	Friches + Bananes	Ananas, Bananes, Maraîchage, Serres	. Demande que les reliquats de sa propriété soient accessibles après l'extraction.
CLAIN Denis	propriétaire	Friches	Friches	Palmistes	. Favorable à des travaux d'amélioration foncière et d'enlèvement d'andains avant l'extraction des matériaux. . Souhaite un accès directement par le chemin béton existant, son exploitation ne devrera pas être enclavée.
PONAMA Michel	propriétaire	5,5 ha de Friches	Friches	Transmission	. Souhaite transmettre son foncier à un agriculteur. . Avant l'extraction des matériaux, favorable à une mise à disposition d'un agriculteur afin de mettre en culture le terrain.
GUICHARD Félix	propriétaire	13,1 ha cannes + friches	Friches	Palmistes, cocotiers, Serres	. Souhaite connaître la date de démarrage de la carrière afin de savoir s'il peut investir ou non
Mairie Saint-Benoît	propriétaire	1,8 ha	Friches	rétrocession du foncier agricole	

Tableau 3 Synthèse sur les projets des agriculteurs

## 2. Impact du projet sur les exploitations agricoles

Le phasage proposé par TGBR dans le DDAE prend en compte les limites des unités foncières de façon à minimiser les impacts sur les exploitations agricoles.

### 2.1 Les surfaces agricoles potentielles perdues

#### 2.1.1 A l'échelle du projet de carrière

Les conclusions de la note sur les impacts du projet de carrière en termes de surfaces cultivables y compris le potentiel friches sont rappelées ci-dessous :

Dans l'hypothèse où :

- L'accès à la zone agricole occupée par les pylônes électriques est maintenu et possible pour les engins agricoles tels que tracteurs ou autres
- Les mesures compensatoires hydrauliques n'impactent pas de nouvelles surfaces exploitables
- La mise en œuvre du chantier n'impacte pas d'autres surfaces exploitables en phase d'extraction.(stockage de stériles....)
- Une bonne gestion des clôtures est réalisée permettant aux agriculteurs un accès libre d'une part aux parcelles non encore extraites ainsi qu'aux nouvelles parcelles réaménagées durant toute la période des 15 années d'extraction
- L'accès aux exploitations agricoles actuelles est permise dans le périmètre du projet de la carrière et durant toute l'exploitation de la carrière en-dehors des zones en exploitation ou en cours de réaménagement par TGBR.
- la remise en état est telle qu'elle permette une bonne exploitation des terres en termes de qualité et de quantité.

Les **pertes provisoires** durant l'exploitation de la carrière, ont été estimées à **13,5 ha** et devront faire l'objet d'une compensation spécifique (travaux de replantation, renouvellement de souches de cannes,...).

Les **pertes définitives** ont été évaluées à **4,4 ha** et devront faire l'objet d'une compensation appropriée intégrant la recherche de solutions pour maintenir le potentiel de production et la mise en œuvre opérationnelle de la compensation.

## 2.1.2 A l'échelle des exploitations agricoles existantes

Afin de déterminer l'impact du projet d'extraction sur les surfaces exploitées des agriculteurs et d'analyser la perte éventuelle de leur statut, seules sont présentées ici dans le tableau les surfaces cultivées des différentes exploitations concernées par le projet de carrière.

Le tableau présente :

- la SAU totale de chacune des exploitations en tenant compte des surfaces hors projet de carrière
- la SAU cultivée ou sous-exploitée avec récolte située dans le projet de carrière aujourd'hui avant l'extraction par le carrier
- la SAU cultivable après l'extraction

### Bilan des surfaces SAU

surfaces (ha)	SAU totale des exploitations	SAU cultivée ou sous-exploitée avec récolte dans le projet carrière	SAU cultivable après exploitation de la carrière	différence
LEGROS Jean-Luc	40	13,2	11,35	-1,85
DIJOUX Jean Jules	3	0,35	0,35	0
BOYER Jean-Claude	12	1,5	2,3	0,8
BARRET Frédéric	18	1,9	1,1	-0,8
LEGROS Henrio	10	3,3	3	-0,3
PAYET Patrick Rosaire	11	2,3	2,2	-0,1

Tableau 4 Bilan des surfaces des exploitants

Il en ressort que, parmi les 6 exploitations impactées :

1. toutes les exploitations ont des surfaces en-dehors du périmètre de la carrière et que ces surfaces sont suffisantes pour qu'ils puissent maintenir leur statut durant l'exploitation de la carrière.
2. Certaines exploitations situées au cœur de la carrière vont augmenter leur surface agricole utile (exploitation de M.BOYER)

3. D'autres exploitations vont diminuer leurs surfaces en raison de l'impact de la bordure de la carrière et la création d'un talus de pente forte.

## 2.2 La nature du potentiel perdu

La nature du potentiel perdu peut être appréciée au travers des éléments de pédologie, de la présence d'irrigation ou non, de travaux d'amélioration foncière.

### 2.2.1 La pédologie

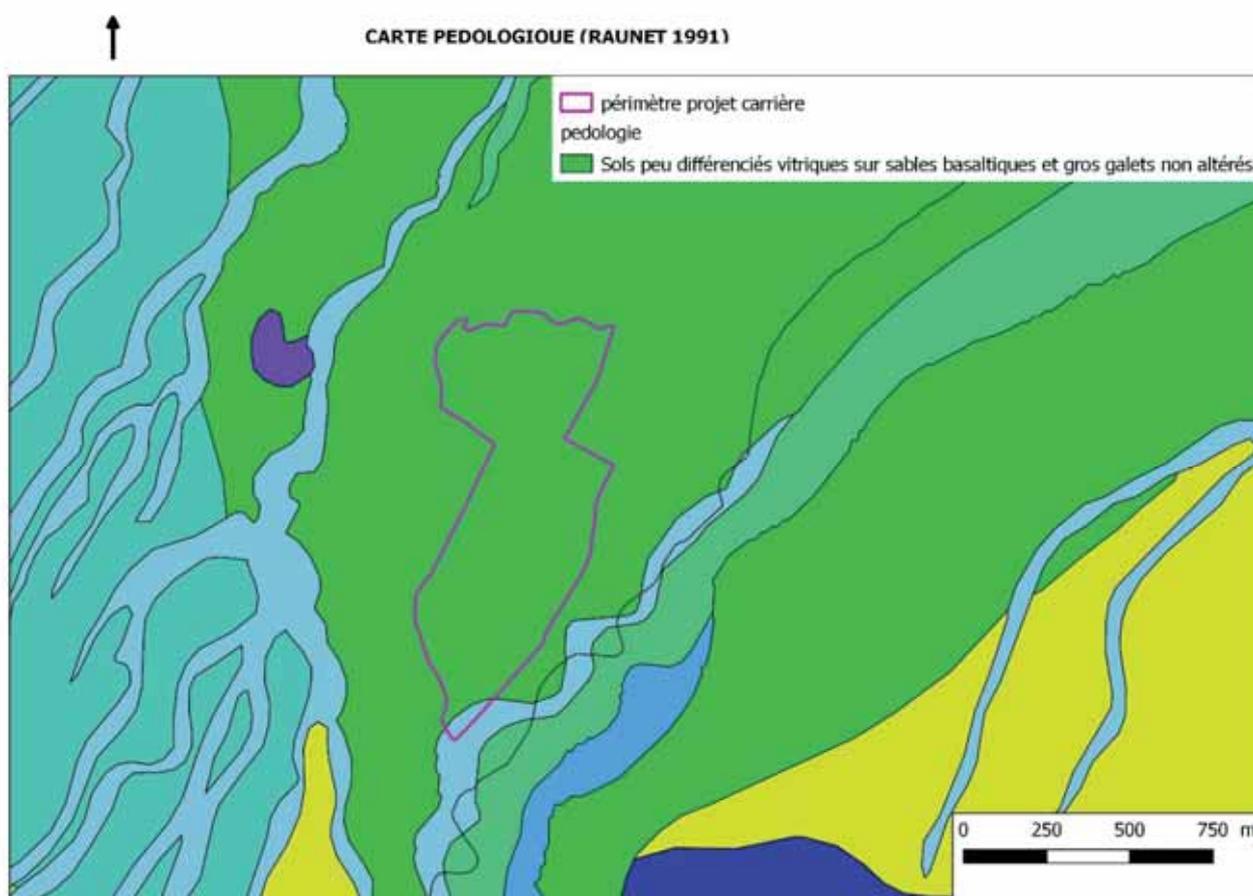


Figure 9 Carte pédologique (source RAUNET, 1991)

Selon Raunet (1991), la première contrainte de ces sols est l'abondance des galets de toutes tailles en surface et en profondeur. Un épierrage bien fait est toujours nécessaire avant d'envisager une mécanisation totale en canne à sucre. L'état d'avancement de l'épierrage est très variable suivant les zones : sur le cône de la Rivière de l'Est, les travaux réalisés n'ont pas été suffisants. Au moment de la récolte, seuls les engins de chargement peuvent passer.

La deuxième contrainte de ces sols, est leur faible réserve en eau et leur grande perméabilité. Seules les alluvions de La Rivière de l'Est ne souffrent jamais de déficit. Les sols de la Rivière de l'Est sont modérément acides (pH 5,5 à 5,8), mais le chaulage n'y est pas vraiment nécessaire. Les alluvions à galets conviennent à toutes les cultures

C'est le degré de pierrosité qui commande leur possibilité de mécanisation. L'arboriculture fruitière est spécialement apte à exploiter ces sols pierreux. Les cultures maraîchères prisent également ces sols légers et drainants.

### 2.2.2 Les travaux d'amélioration foncière et cultures présentes

La zone n'est pas irriguée. Le climat est très humide, les cultures sont limitées aux vergers et à la canne à sucre.

A partir des enquêtes réalisées, l'ensemble de la zone a bénéficié de travaux d'amélioration foncière, de création d'andains, d'épierreage ou d'enfouissement d'andains.

Ces travaux ont permis le plus souvent la mise en culture en canne à sucre ou en verger de letchis du secteur, mais la mécanisation n'est que partielle sur le secteur.

Sur certaines parcelles très rocailleuses et malgré les travaux d'amélioration foncière, des difficultés sont apparues entraînant l'apparition de friches.

### 3. Préconisations et propositions sur les aménagements

Suite aux enquêtes réalisées avec l'ensemble des propriétaires et des exploitants, des remarques ont été soulevées concernant notamment la gestion de l'eau et les accès aux unités foncières.

Des précisions sur les fossés et également sur le positionnement des chemins durant l'exploitation de la carrière et après la remise en état sont présentées ci-dessous.

#### 3.1 Les fossés

Les fossés ont été dimensionnés dans l'étude hydraulique réalisée par Hydrétudes (voir étude hydraulique) : ils correspondent à un dimensionnement prenant en compte une crue centennale.

De manière à optimiser les surfaces et leur perennité, les fossés seront principalement positionnés en continuité de chemins d'exploitation et en amont des talus de fortes pentes.

#### 3.2 Les chemins

##### 3.2.1 Positionnement des chemins de desserte des exploitations au cours de l'extraction des matériaux de la carrière

Les chemins ont été positionnés à la suite des enquêtes réalisées avec les agriculteurs et en fonction de la nature de leurs projets et du positionnement des surfaces rendues à l'agriculture après extraction. Concernant les surfaces en friches aujourd'hui sur certaines propriétés, les chemins à l'issue de l'extraction des matériaux ont été positionnés en prenant comme hypothèse la mise en culture des terrains en canne tronçonnée.

Les cartes suivantes ont été réalisées à un pas de 2.5 ans, en tenant compte des projets des agriculteurs et de la localisation des parcelles remises en état. Les chemins d'exploitation sont positionnés aux extrémités des menées de canne permettant ainsi un chargement et une évacuation facilitée de la récolte.

Les chemins d'exploitation actuels sont accessibles uniquement aux engins agricoles.

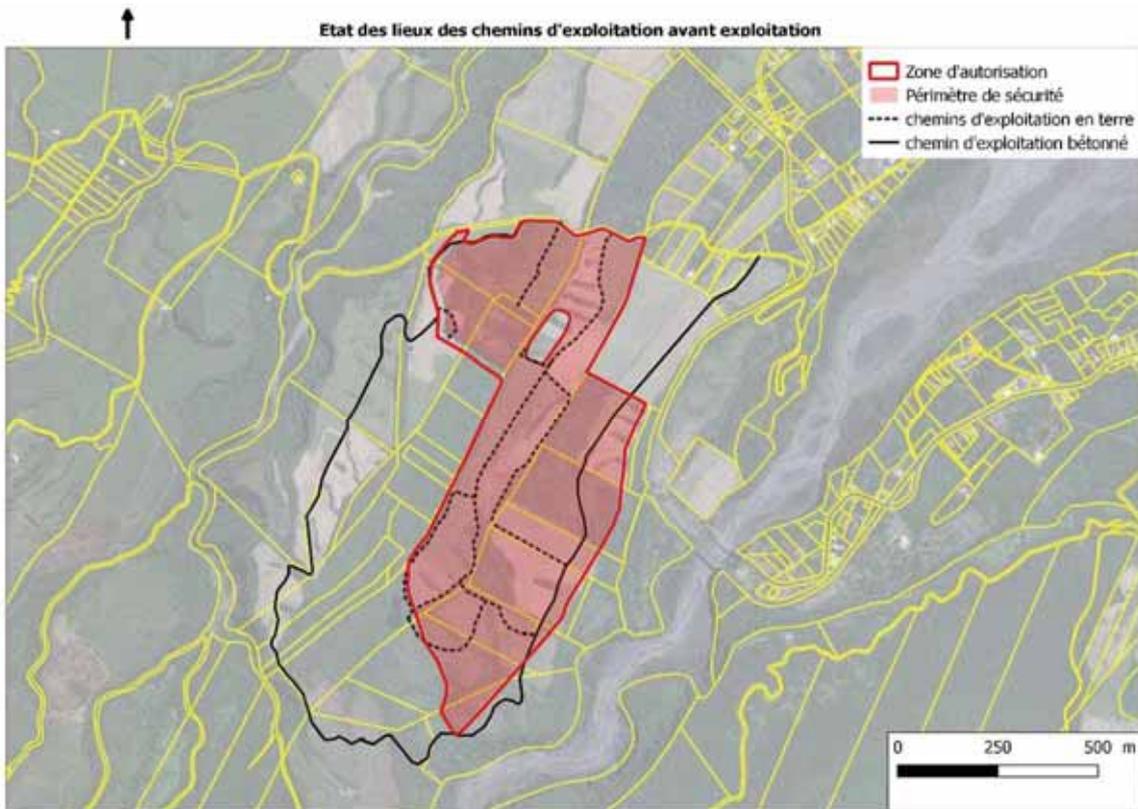


Figure 10 Etat des lieux des chemins d'exploitation avant l'extraction

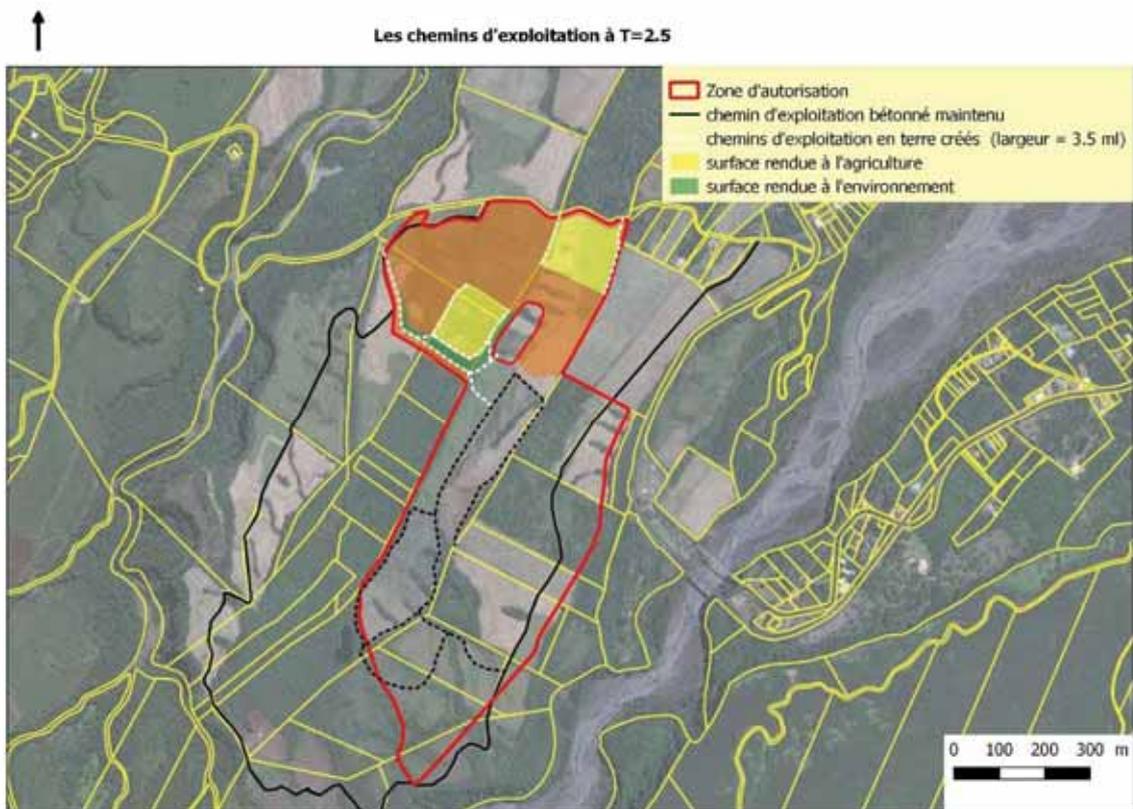


Figure 11 Positionnement des chemins d'exploitation à T = 2.5

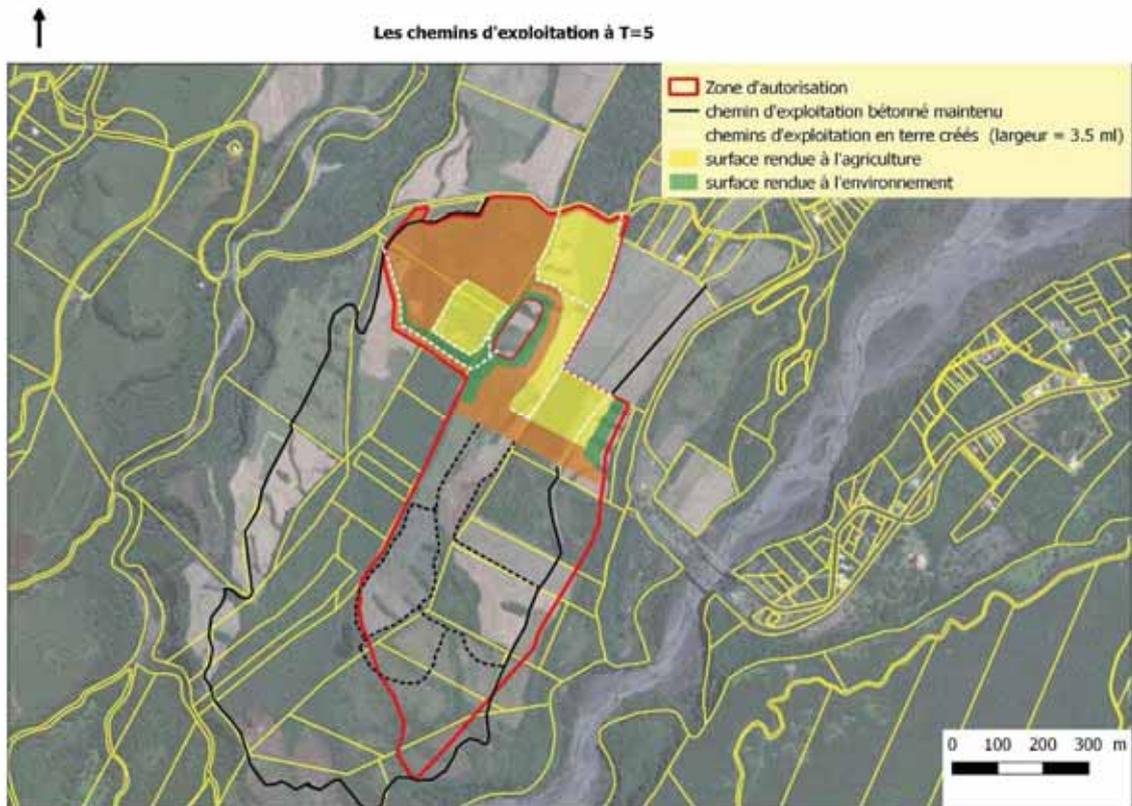


Figure 12 Positionnement des chemins d'exploitation à T = 5

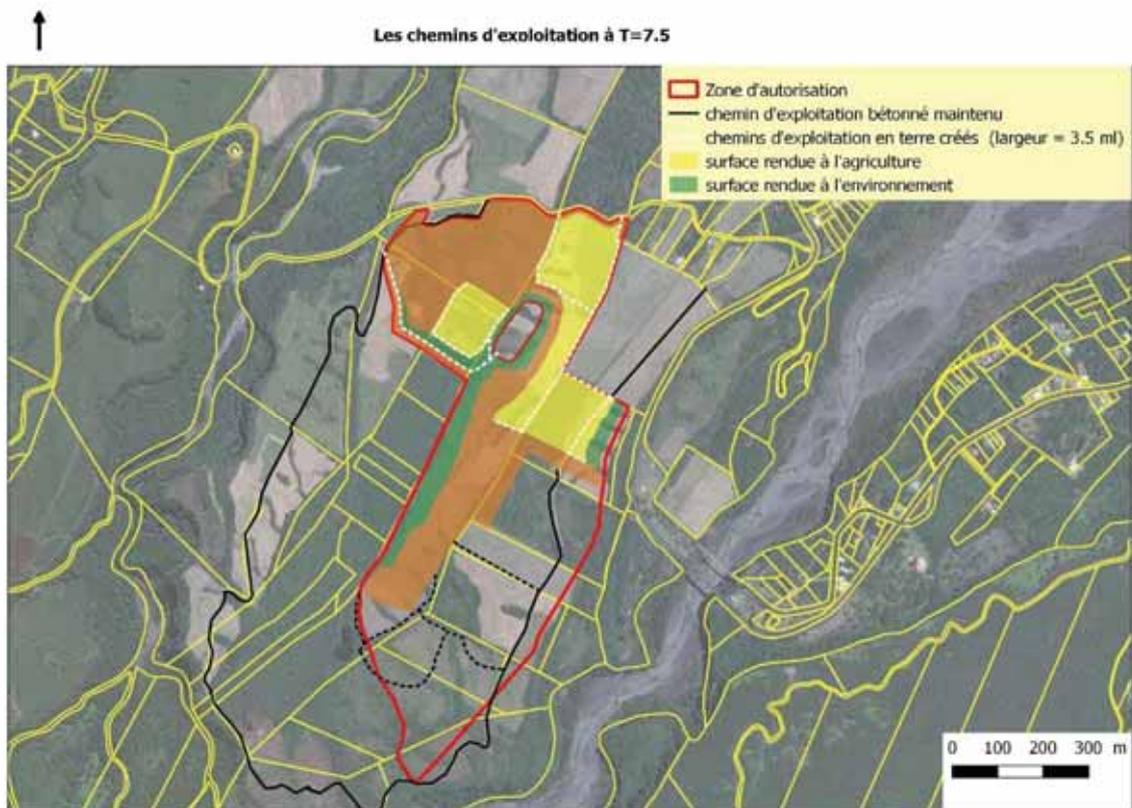


Figure 13 Positionnement des chemins d'exploitation à T = 7.5

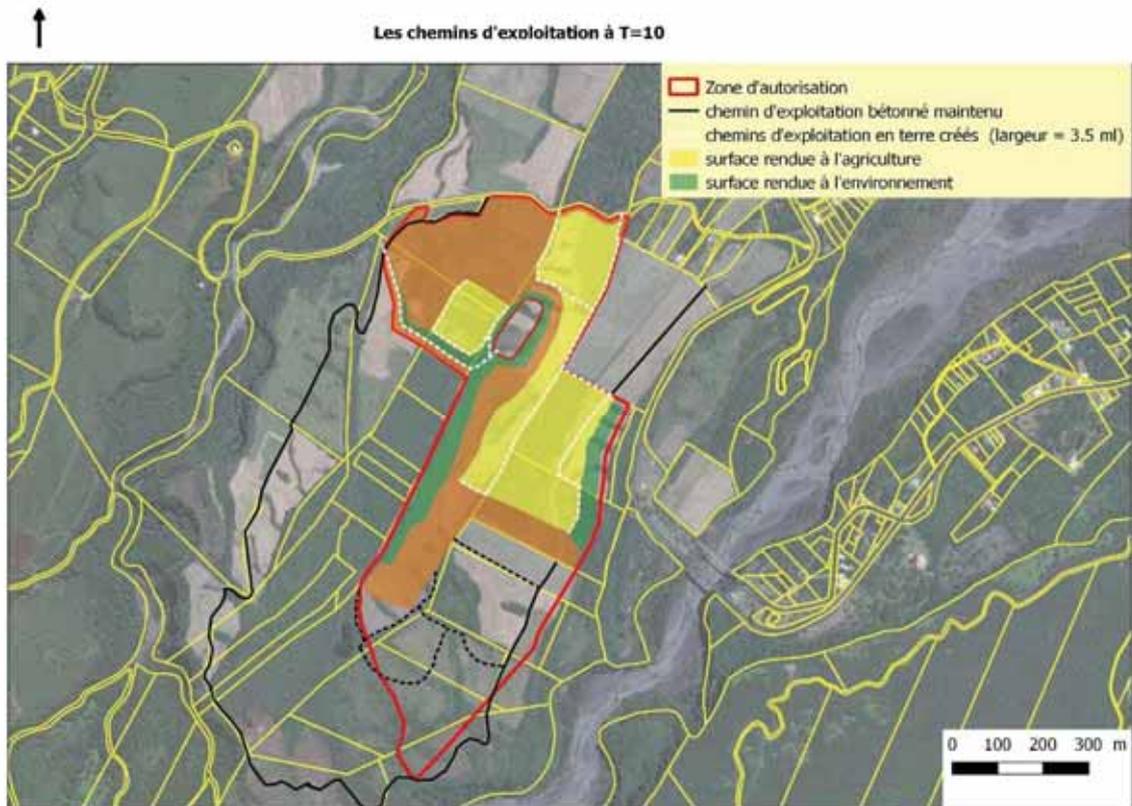


Figure 14 Positionnement des chemins d'exploitation à T = 10

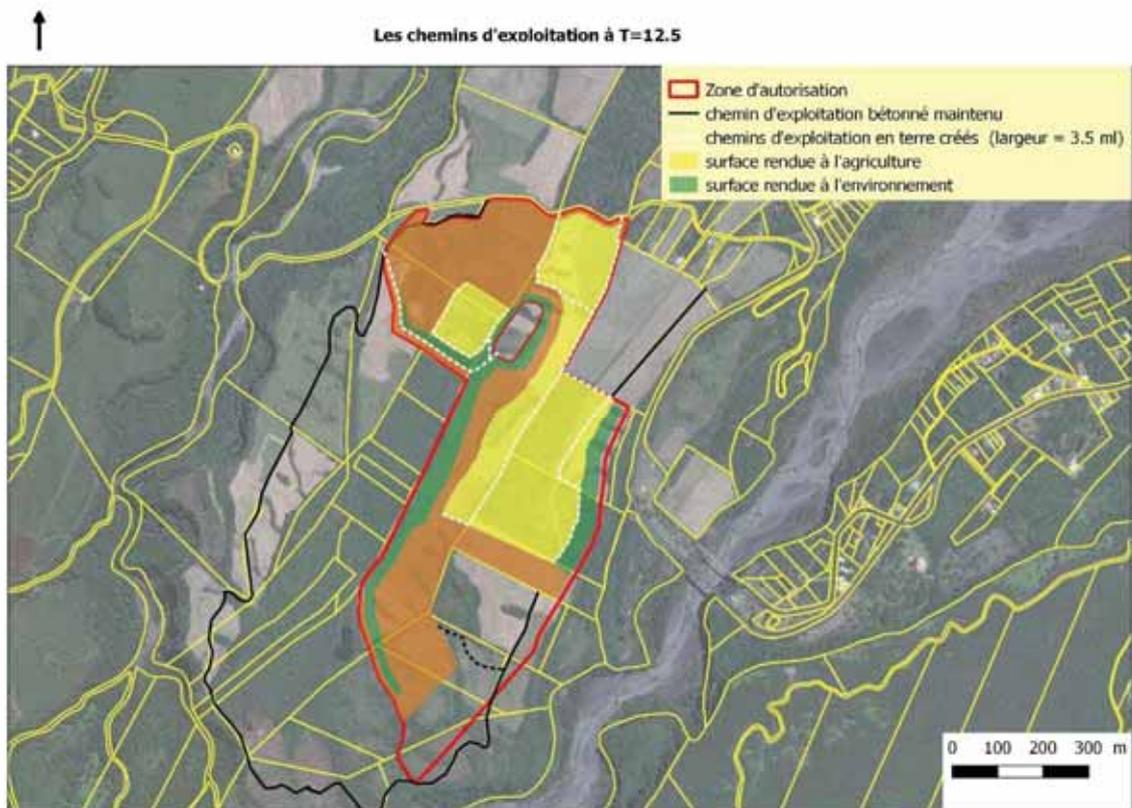


Figure 15 Positionnement des chemins d'exploitation à T = 12.5

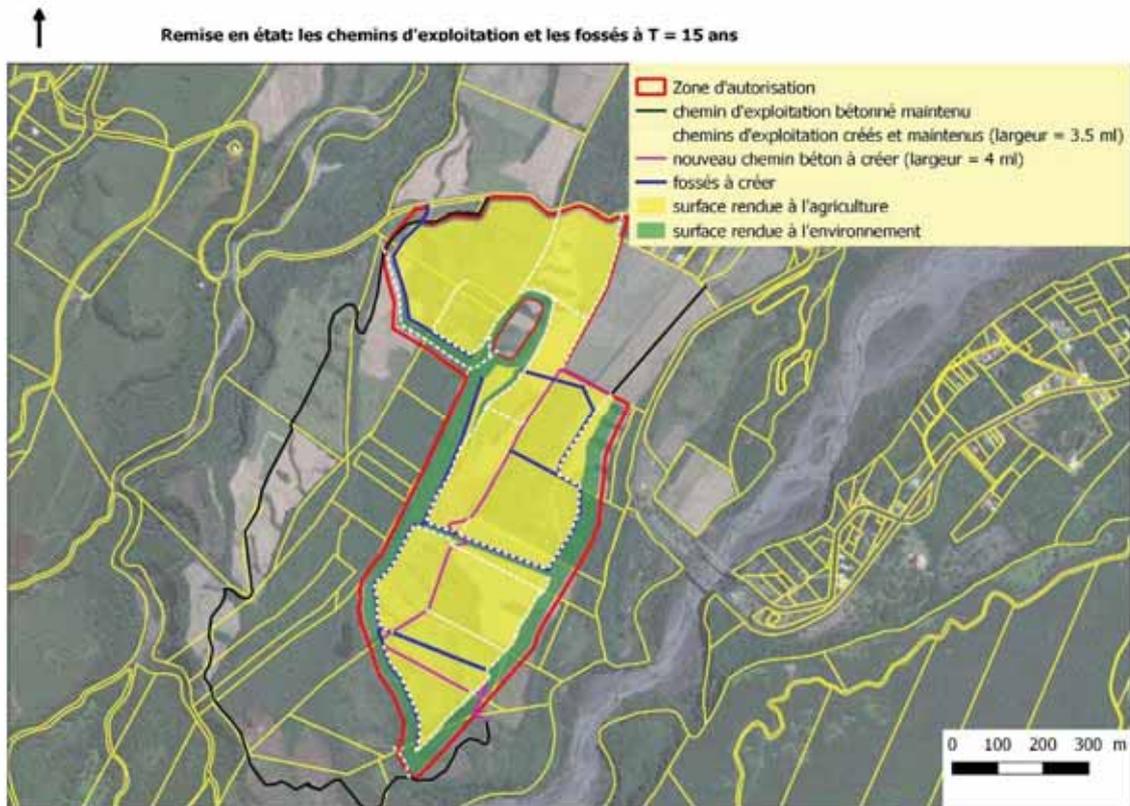


Figure 16 Remise en état : positionnement des chemins d'exploitation et des fossés à T = 15

Les chemins créés auront une largeur de 3.5 ml pour les chemins en terre et 4 ml pour le futur chemin bétonné de désenclavement.

Le chemin bétonné actuel sera partiellement détruit et recréé, en le positionnant en limites des unités foncières comme demandé par les agriculteurs lors des enquêtes. Ce chemin fera 4 ml de large, parfois plus, notamment dans les virages de façon à permettre aux engins agricoles de circuler convenablement.

### 3.2.2 Caractéristiques de dimensionnement du chemin d'exploitation en béton

Les caractéristiques géométriques principales de la chaussée seront les suivantes :

► **Pentes longitudinales du projet :**

- Minimale : 2.00%
- Maximale : 15.00 %

► **Rayon des virages :**

- Minimum : 8.00 m à l'axe

► **Emprise du projet :**

- Courante : 6.00 m
- Maximale : 8.00 m (en présence d'ouvrages ponctuels particuliers, aire de croisement, fossé, etc...)

► **Largeur de la chaussée en section courante :** 4 m (5 à 6 m dans les virages de rayons < à 8,00 m)

► **Dévers :** unilatéral de 2% vers l'intérieur des virages.

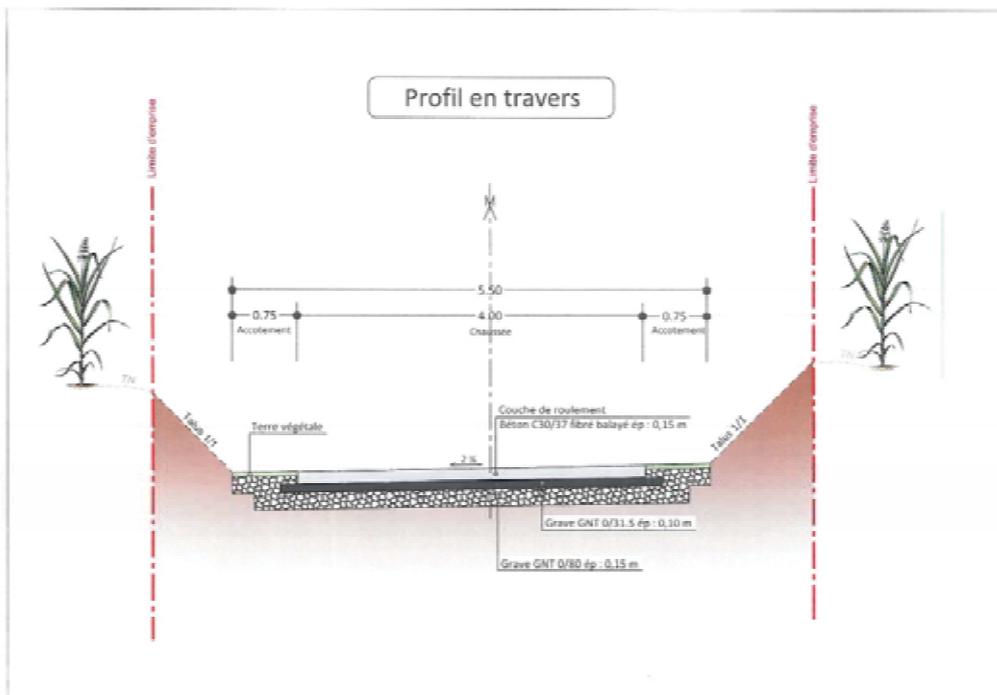


Figure 17 Coupe type de chemin béton

## CONCLUSION

La synthèse thématique des enquêtes réalisées auprès des agriculteurs est présentée dans le tableau ci-dessous.

Thématiques	M. LEGROS JL	M. DIJOUX	M. BOYER	M.LEGROS Henrio	M. PAYET	Mme CANTALIA TEGALI	M. CLAIN	M.PONAMA
<b>Accès</b>								
Mise en œuvre d'un chemin carrossable pour passage tracteurs et coupeuses péi	X	X	X					
Prévoir un accès aux parcelles restantes						X	X	
<b>Gestion des eaux pluviales</b>								
Gestion de l'eau de la falaise					X			
<b>Gestion en phase travaux</b>								
arrosage des chemins et du feuillage des repousses de canne	X							
<b>Foncier</b>								
Médiation sur friches	X							
Vente prévue								X
<b>Travaux</b>								
Travaux d'amélioration foncière et enlèvement des andains avant extraction matériaux	X		X	X	X		X	X

Tableau 5 Synthèse des enquêtes auprès des agriculteurs

Les enquêtes réalisées avec l'ensemble des propriétaires et agriculteurs ont permis de proposer un positionnement des chemins d'exploitation en phase d'extraction et en phase finale après la remise en état. Le dimensionnement des chemins d'exploitation est également présenté.

Un état zéro de l'agriculture sous l'emprise du projet de carrière a été ainsi réalisé.

Les agriculteurs concernés ne perdront pas leur statut lors de la phase d'extraction.

Certains agriculteurs souhaitent avant l'extraction des matériaux pouvoir mettre en culture leurs terrains avec des travaux d'améliorations foncières.

## ANNEXE 4 - Pièce 15

---

Etude paysagère du projet de carrière des Orangers  
(Esprit du Lieu, 2017)



**Projet de carrière**  
*Lieu-dit Les Orangers*  
*Etude paysagère*

B	10/12/2017	2 <sup>ème</sup> édition	C. André / M.B. Prud'homme	M.B. Prud'homme	
A	08/11/2017	1 <sup>ère</sup> édition	C. André / M.B. Prud'homme	M.B. Prud'homme	
Ind	Date	Nature des modifications	Réalisé	Vérfié	Approuvé

# SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>LE CONTEXTE PAYSAGER</b>	<b>P.4</b>
1.1.	Atlas des paysages	p.4
<b>2.</b>	<b>L'AIRE D'ÉTUDE PAYSAGÈRE</b>	<b>P.5</b>
2.1.	Le site et ses abords à l'échelle territoriale	p.5
2.2.	Le site à l'échelle rapprochée	p.6
<b>2.2.1.</b>	<b>Perception visuelle</b>	<b>p.6</b>
<b>2.2.2.</b>	<b>Le relief</b>	<b>p.7</b>
<b>2.2.3.</b>	<b>Habitat et trame viaire</b>	<b>p.7</b>
<b>2.2.4.</b>	<b>Végétation</b>	<b>p.7</b>
2.3.	Les ambiances paysagères, l'identité sensible	p.8
2.4.	Synthèse des sensibilités et potentialités paysagères	p.8
<b>3.</b>	<b>IDENTIFICATION DES IMPACTS PAYSAGERS DU PROJET</b>	<b>P.9</b>
3.1.	Phase d'aménagement et d'exploitation	p.9
3.2.	Phase de remise en état	p.10
<b>4.</b>	<b>MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET DE COMPENSATION DES EFFETS DU PROJET SUR LE PAYSAGE</b>	<b>P.12</b>
4.1.	En phase d'aménagement et d'exploitation	p.12
4.2.	En phase de remise en état	p.23
<b>4.2.1.</b>	<b>Parti général d'aménagement</b>	<b>p.23</b>
4.3.	Les recommandations pour le projet	p.24

## 1. LE CONTEXTE PAYSAGER

### 1.1. Atlas des paysages

Le site concerné par le projet de carrière appartient à l'unité paysagère des pentes de Saint-Benoît, telle que définie dans l'Atlas des paysages de la Réunion.

Les pentes de Saint-Benoît s'étendent de la Rivière des Marsouins à la Rivière de l'Est et rejoignent les pentes boisées de la Plaine des Palmistes et des hauts de Sainte-Anne. Les pentes, cultivées vers Saint-Benoît, évoluent vers Sainte-Anne en pentes de transition annonçant le massif du volcan et drainant les pentes du Rempart de la Rivière de l'Est.

La tumultueuse Rivière de l'Est qui longe le site, prend naissance au niveau de la Plaine des Sables. Cette rivière pérenne présente une certaine richesse piscicole, avec présence du Chitte, espèce très rare à La Réunion et constitue un territoire de nidification et de migration pour les oiseaux marins.

Ces remparts recèlent encore des reliques de végétation naturelle dont des orchidées faisant le lien avec les formations végétales d'altitude. Le Papangue peut également être observé.

L'habitat diffus est très fréquent sur les pentes en bord de voie. Le phénomène est encouragé par la faible inclinaison et par l'attrait de routes de mi-pente.

Les écarts de petites tailles s'allongent et forment une urbanisation linéaire le long de la RD3 ménageant de rares opportunités visuelles sur les paysages : Cambourg, Chemin de Ceinture, La Confiance, les Chicots, l'Abondance, ...

Les espaces paysagers luxuriants en bords de route et le long des ravines participent à la perception de ce paysage « jardiné » dans les sections les moins circulées.

La « nature jardinée » a été identifiée dans « Paysage Côte Est » (CAUE 1990), qualifiant ainsi les paysages de la côte de Saint Benoît, Sainte-Rose, Saint-Philippe.

Ces paysages formés par les cultures arborées mêlées qui accompagnent les cases égrenées au fil de la RN 2 : vergers plantureux plantés de

letchis puissants, d'agrumes ronds et de bananiers aux verts lumineux, de vacoas étranges porteur de vanille, de palmistes gracieux, d'arbres à pain vernissés et élégants, et de bien d'autres espèces généreuses ; autant d'essences magnifiques par leurs formes, souvent mêlées les unes aux autres, plus épanouies que partout ailleurs du fait d'un climat chaud et humide favorable, l'ensemble constituant une nouvelle facette particulièrement originale du kaléidoscope agricole de l'île.

*Extrait de l'Atlas des paysages de la Réunion*



## 2. L'AIRE D'ÉTUDE PAYSAGÈRE

L'aire d'étude paysagère prend en compte les relations paysagères éloignées et rapprochées entre la zone agricole où il est prévu d'installer la carrière et les espaces environnants. La zone concernée par le projet n'est très peu visible dans le paysage lointain.

Ces relations rapprochées et éloignées entre le site et les différents espaces sont des relations visuelles et agricoles. Elles sont essentiellement liées à la structure paysagère, à la morphologie des pentes de ces parcelles agricoles et boisées ainsi qu'aux plantations du site.

Pour tenter de voir le site dans sa globalité de loin, il faut se situer à environ 15 m du sol sur le littoral, à 3 à 5 m du sol dans les pentes.

### 2.1. Le site et ses abords à l'échelle territoriale

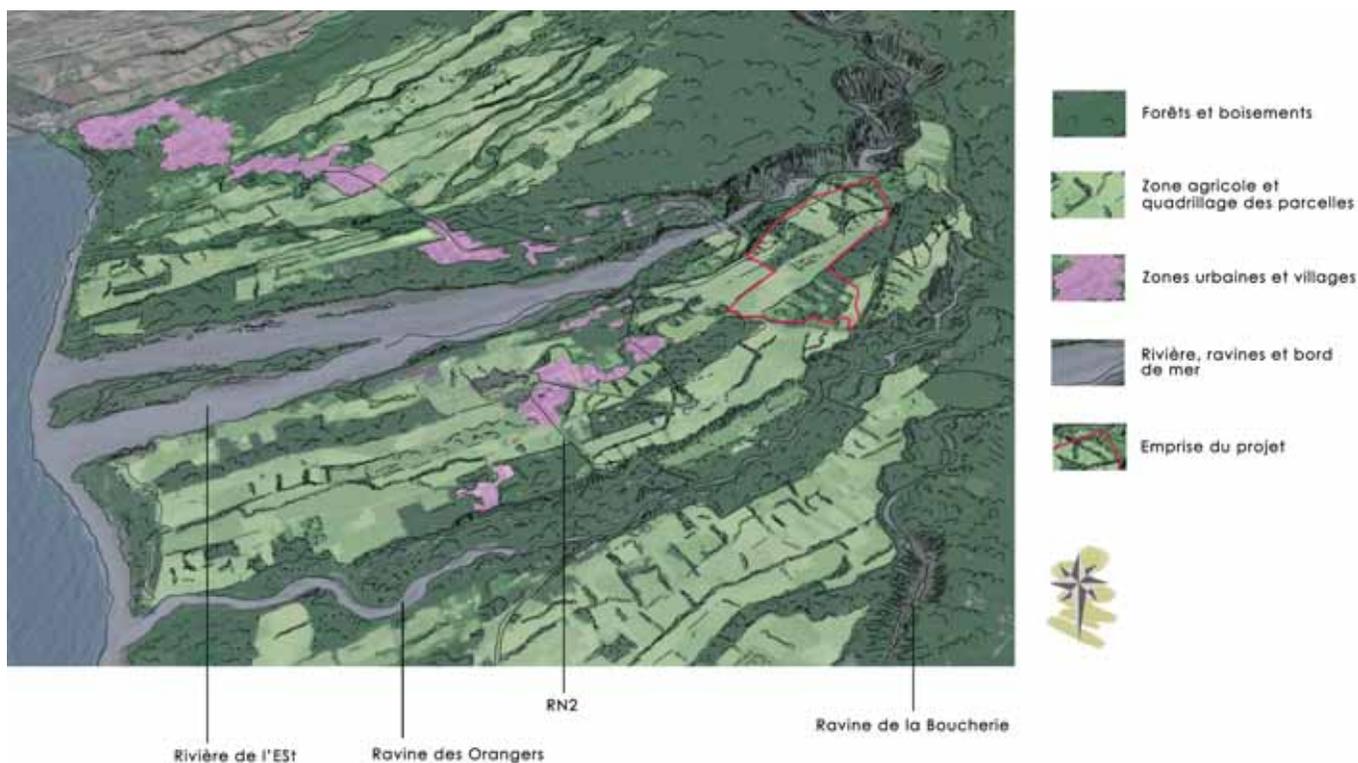
Vers Sainte-Anne, les pentes de l'Est, assez courtes et tourmentées, annoncent le massif de volcan. Deux paysages différenciés se distinguent très nettement en fonction de l'altitude.

En partie haute, les pentes boisées sont recouvertes de forêt hygrophile de basse altitude et sont parcourues par les ravines. Celles-ci déroulent leur long ruban vert foncé jusqu'au littoral et sillonnent ainsi les pentes cultivées.

Les champs de canne à sucre alternent entre vergers et espaces naturels formés par les ravines.

L'épierrage des terres agricoles a favorisé la création d'andains, très présents sur les pentes cultivées.

Les andains forment des lignes quadrillées vert foncé, caractéristique de ce paysage cultivé.



## 2.2. Le site à l'échelle rapprochée

Le site se trouve à la frontière entre les pentes boisées préservées de l'urbanisation et les pentes agricoles principalement occupées par de la canne à sucre, des vergers et des cultures maraîchères.

Il s'inscrit entre deux cours d'eau, la rivière de l'Est et la ravine des Orangers.

Les pentes tourmentées des Hauts et le cassé de la rivière de l'Est avec sa grande ouverture dans le paysage contribue à rendre le site discret et peu lisible dans le paysage.

La ravine des Orangers large et creusée est aussi prégnante dans le paysage avec son manchon vert foncé qui la borde.

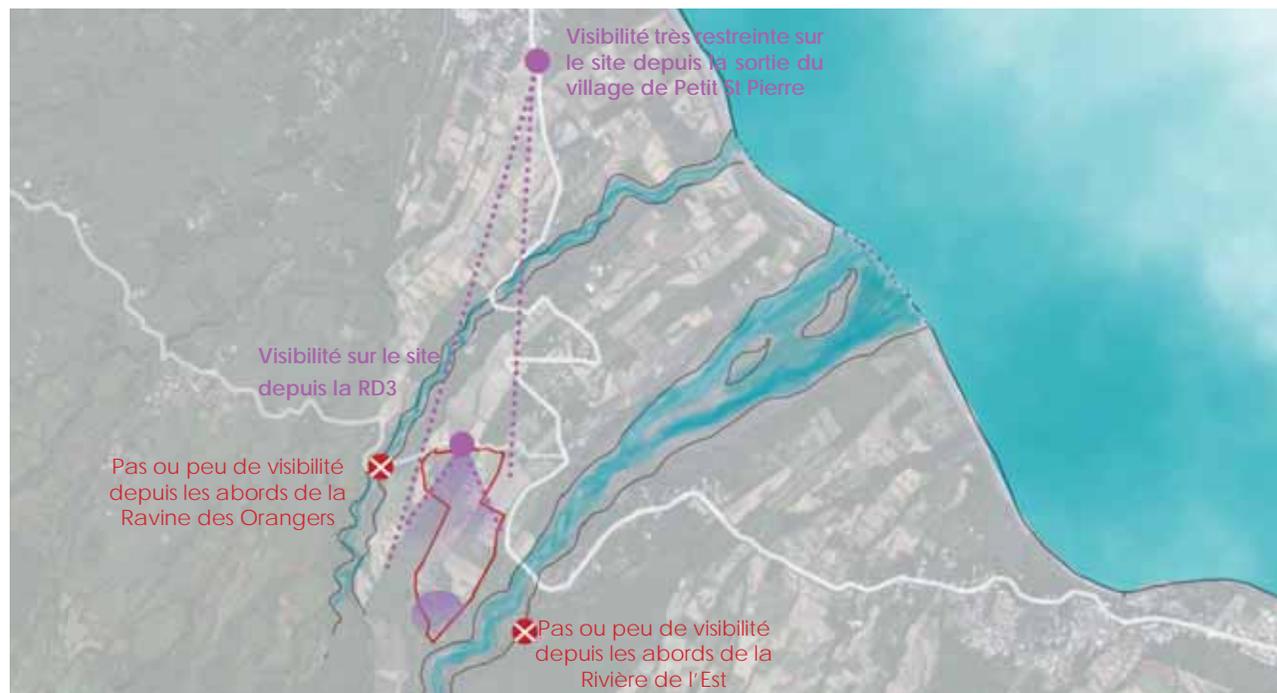
Autant la rivière de l'Est que la ravine des Orangers soulignent et formalisent les continuités hauts/bas.

La végétation du site forme une continuité avec les pentes agricoles alentours. Champs de canne à sucre, vergers et friches sont une constante des paysages situés à l'amont et à l'aval de la RD3.

### 2.2.1. Perception visuelle

La délimitation de la rivière de l'Est et de la ravine des Orangers par un relief escarpé et boisé limite la perception visuelle depuis les paysages proches.

La R.N.2 présente des ouvertures ponctuelles sur le site depuis l'Ouest. Les pentes relativement régulières du site, l'alternance de vergers, boisements, friches et champs de canne à sucre, le rendent peu perceptible.



Vue en direction du site depuis la RN2 au niveau de la Ravine des Orangers



### 2.3. Les ambiances paysagères, l'identité sensible

Ces parcelles cultivées forment une mosaïque de parcelles cultivées, en friche ou boisées. C'est ensemble paysager intéressant et varié.

C'est un espace qui n'est pas perceptible de très loin du fait de la topographie générale de la zone mais aussi parce qu'il est bordé de boisements et qu'il présente une grande variété de nuances et de formes.

Les champs de canne à sucre de dimensions moyennes alternent avec des vergers, des friches et des boisements naturels.

Le relief du site, constitué de longues pente régulières, contraste aussi avec la topographie vertigineuse de la Rivière de l'Est.

### 2.4. Synthèse des sensibilités et potentialités paysagères

Le site présente de réelles sensibilités et potentialités paysagères.

**Les enjeux liés aux composantes paysagères sont :**

- Préserver la grande variété de formes et de couleur des parcelles,
- Préserver le quadrillage des parcelles,
- Valoriser la diversité des cultures.

**Les enjeux liées à la perception visuelle sont les suivants :**

- Les perceptions proches changent au fil des saisons et de la coupe de la canne, elles sont à valoriser,
- Valoriser les perceptions depuis la RD3 et depuis la partie haute du chemin bétonné qui contourne le site.

### 3. IDENTIFICATION DES IMPACTS PAYSAGERS DU PROJET

Les sites d'exploitation de carrière forment des espaces très artificiels dans le paysage. Les dénivelés créés par l'exploitation génèrent des fronts de taille dont la hauteur est importante et qui modifient le relief et l'aspect du site.

Le plan d'exploitation prévoit l'extraction des matériaux sur une épaisseur maximale d'environ 35 m. La perception du site sera modifiée. Cependant, l'impact visuel du projet dépend de la distance, du relief et de la végétation.

Le projet épouse le relief et permet de limiter très fortement les perceptions visuelles de l'extérieur.

La falaise des Orangers et la berge fossile de la rivière de l'Est formeront des écrans visuels très efficaces lors de l'exploitation du site, puisqu'elles se situent toutes les deux des altitudes supérieures à celle de la zone exploitée.

Sur notre site, les impacts paysagers identifiés en phase d'aménagement et d'exploitation et en phase de réhabilitation seront les suivants :

#### 3.1. Phase d'aménagement et d'exploitation

La vue du site du projet depuis les milieux urbanisés, situés sur le littoral est limitée voire nulle.

Les pentes agricoles plantées avec leur relief régulier, entrecoupées de verger et de zone de fiches ont pour effet de limiter la perception du site depuis les points de vue les plus proches.

Les constructions riveraines des axes de déplacement et les boisements qui accompagnent les bords de ravines, les accidents du relief obstruent les perceptions visuelles vers le site.

L'impact paysager portera sur les points de vue les plus proches. Il sera néanmoins difficile de percevoir le site dans son ensemble.

Depuis les axes de déplacement, R.N.2, R.D.3 et chemins agricoles, il sera difficile pour le promeneur ou l'automobiliste de voir le site de manière très détaillée. Les ouvertures sur le paysage sont limitées.

Depuis les champs de canne à sucre situés le long de la R.N.2 les ouvertures visuelles sont ponctuelles en raison des boisements et vergers qui émaillent les pentes.

En début d'exploitation et à chaque fois que le carreau glissant sera déplacé, la surface sera défrichée et décapée. La terre végétale (environ 0,5 m) sera criblée et séparée par horizon et positionnée en merlon de protection périphérique ou réutilisée directement pour la remise en état.

Le premier plateau sera défriché, décapé, puis extrait en positionnant également les bassins et ensuite, l'installation de traitement et les équipements connexes seront positionnés.

La mise à nu des terres sera très perceptible depuis les points de vue les plus proches.

Les principes retenus pour le phasage d'exploitation visent à limiter l'impact visuel du projet et assurer une meilleure insertion paysagère du site :

- en optant pour une exploitation selon la méthode du carreau glissant,

- en définissant un avancement d'exploitation, qui permet un réaménagement coordonné aux travaux d'extraction, de manière optimum pour atténuer la perception du site,
- en privilégiant une limite d'extraction qui respecte les courbes de niveau et les zones à forts enjeux écologiques.
- en créant en limite de chaque plateau en exploitation, des risbermes et des merlons végétalisés, avant de s'enfoncer dans le gisement,
- en réalisant le décapage et le défrichage par tranches successives selon les besoins de l'exploitation.

Les fronts de taille en cours d'exploitation auront une pente de 5 (vertical) / 1 (horizontal), avec risberme de 5 mètres de large tous les 5 mètres de haut. La hauteur maximum sera de 30 m.

Au cours des phases d'extraction et d'exploitation, l'objectif recherché sera de préserver le paysage des espaces en limite de l'exploitation :

- préserver la qualité du cadre de vie des habitants du bourg des Orangers par la limitation des nuisances de l'exploitation,
- Préserver les boisements existants en limite du site et en particulier celui situé à l'amont de la zone de carrière afin de protéger le Busard de Maillard qui y niche.

Cette préservation va bien au-delà des aspects paysagers puisqu'il est recherché au travers de différentes mesures la mise en place de protection contre les nuisances d'exploitations :

- protection phonique et protection contre les vents (poussières),
- protection visuelle principalement le long de la RD 3,
- Intégration visuelle des ouvrages liés à l'exploitation (accès, installations, etc....).

### 3.2. Phase de remise en état

La remise en état se fera au fur et à mesure de l'avancement de l'extraction.

D'une pente générale régulière d'environ 9 %, le site présentera quatre plateaux définitifs interrompus par des talus d'une hauteur comprise entre 4 et 11 mètres maximum.

Les plateaux auront une pente progressive de remise en état comprise entre 2 et 11 %.

- Les talus remis en état auront une pente de 3 (vertical) / 2 (horizontal) avec une tolérance de plus ou moins 0,5 mètre. Une risberme de 4 mètres de large sera intégrée tous les 6,5 mètres de haut.

Les enjeux paysager liés à la remise en état sont les suivants :

- Enjeux de valorisation :
  - Valorisation des espaces de la carrière en espaces agricoles,
  - Valorisation des talus en espaces naturels,
  - Valorisation des risbermes en agroforesterie.
- Enjeux de préservation :
  - préservation des continuités écologiques

(trame verte et bleue)  
- préservation du paysage en mosaïque du à la grande variété de formes et de couleur des parcelles.

## Carte des enjeux paysagers

### Enjeux de valorisation

-  Espaces agricoles
-  Agroforesterie / Espaces naturels
-  Lisière

### Enjeux de préservation

-  Préservation du milieu et continuités écologiques



## 4. MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET DE COMPENSATION DES EFFETS DU PROJET SUR LE PAYSAGE

### 4.1. En phase d'aménagement et d'exploitation

Un merlon paysagé sera installé en périphérie de l'exploitation le long de la RD3 afin de limiter l'impact visuel de la carrière celui-ci sera végétalisé.

Au niveau des deux bassins de rétention/décantation des eaux pluviales de l'installation de traitement dans la bande des 10 mètres, une ouverture ponctuelle avec visibilité sur l'installation sera possible. Une haie plantée sera donc positionnée en bordure pour limiter la perception de l'installation depuis la RD3.

Un second merlon paysagé sera installé à proximité de la zone.

La haie ainsi que les merlons seront plantés d'essences de type forestières. Ainsi, l'impact visuel du projet sera limité par l'installation d'une lisière végétale le long de la R.D. 3.

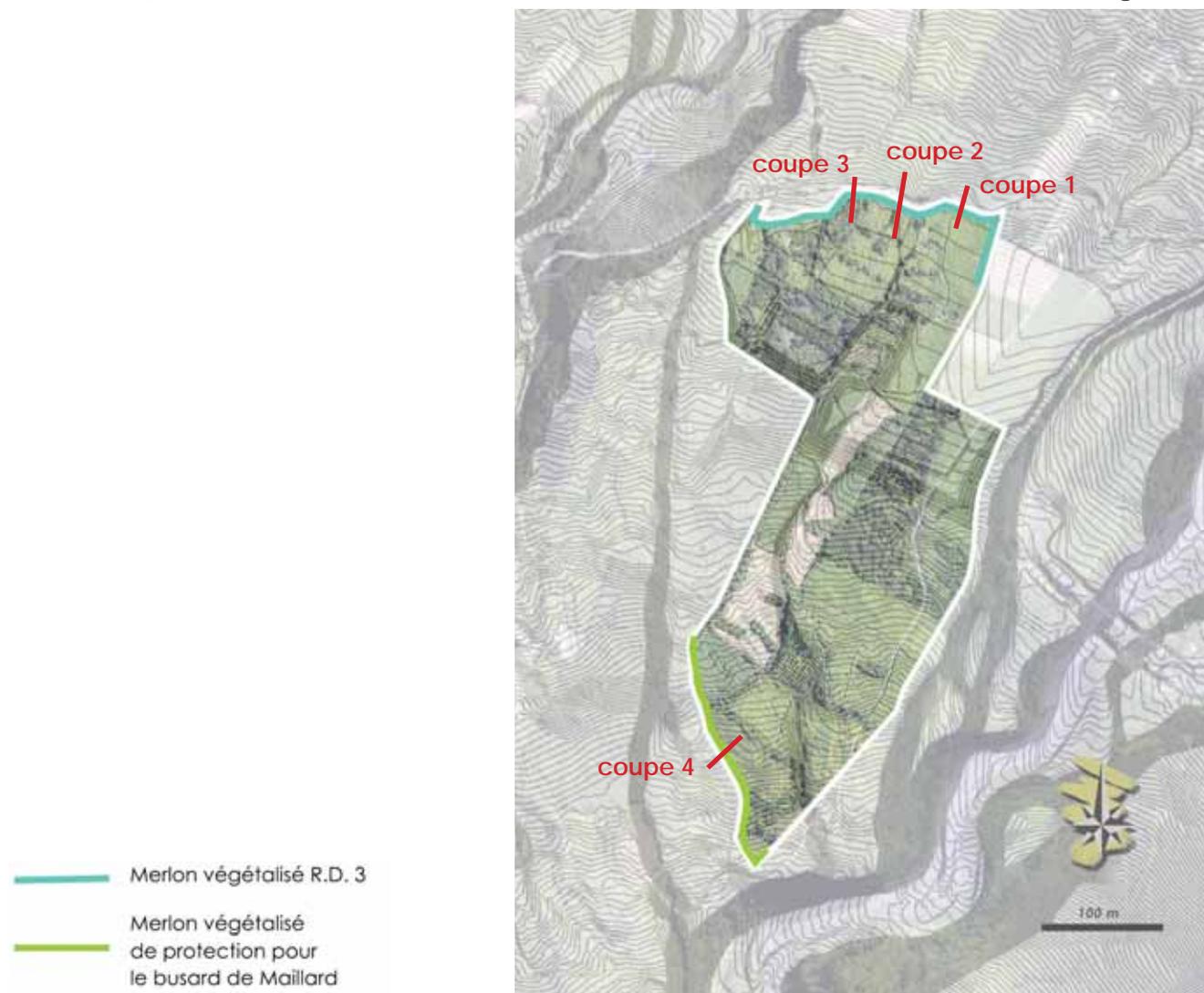
La hauteur des merlons sera d'environ 1.5 m pour celui situé à proximité de la R.D. 3 et de 2 m pour celui situé à proximité de la zone ou niche le Busard de Maillard afin de le protéger.

D'autres merlons seront installés en limite des zones d'exploitation. Ces merlons seront temporaires. Ils seront constitués de stériles ou intégralements constitués de terre végétale. Celle-ci sera réutilisée dans le cadre de la remise en état consécutive à l'avancement de l'exploitation de la carrière.

Les talus latéraux seront d'emblée traités de manière définitive avec une pente à 3V / 2H et une risberme à 4 m de large.

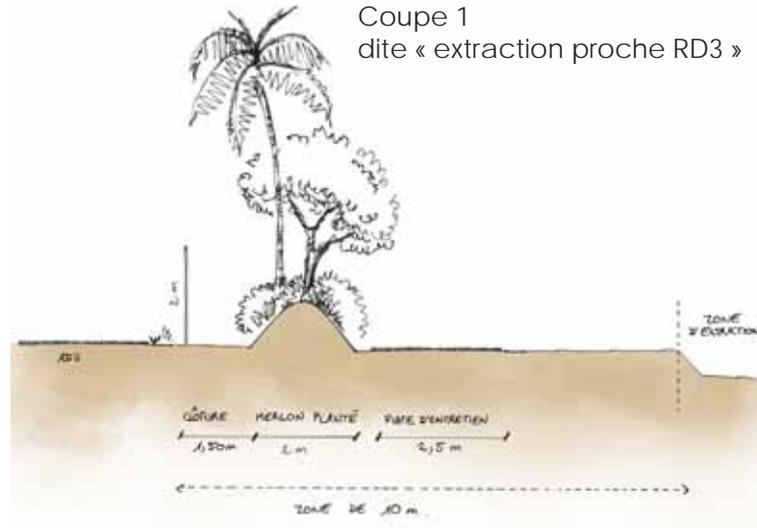
Les premiers tests en agroforesterie sur les talus seront menés dès la fin de la phase 1a (voir profils et illustrations page suivante).

Carte de localisation des merlons végétalisés

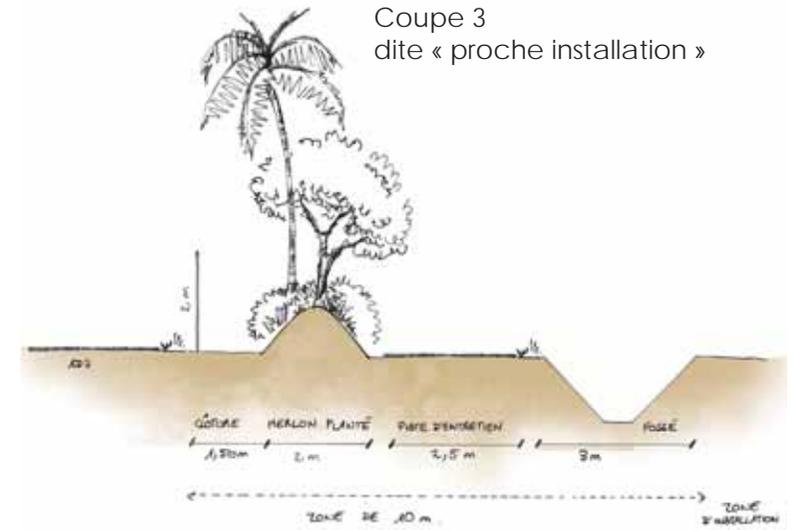


Coupes de principe

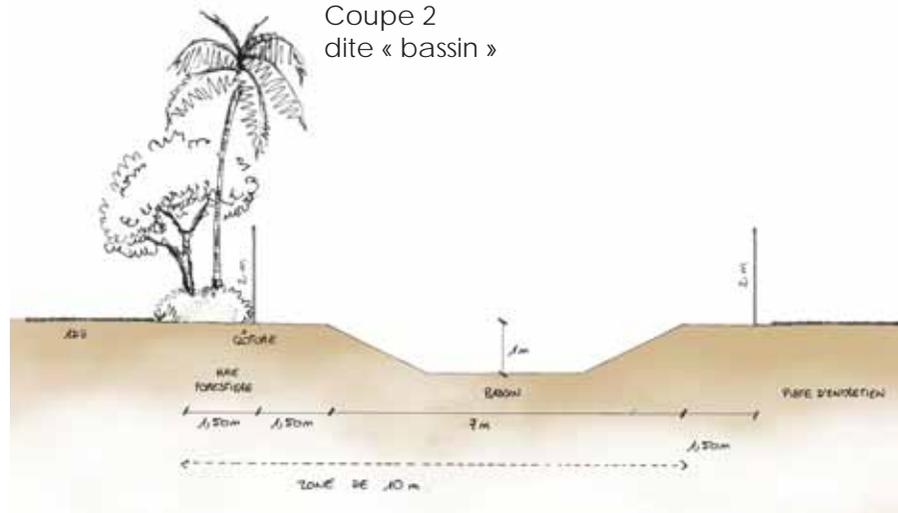
Coupe 1  
dite « extraction proche RD3 »



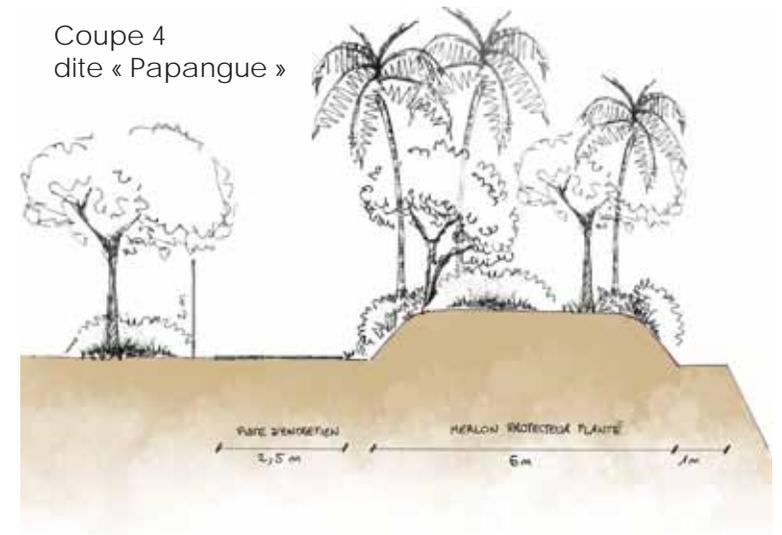
Coupe 3  
dite « proche installation »



Coupe 2  
dite « bassin »



Coupe 4  
dite « Papangue »

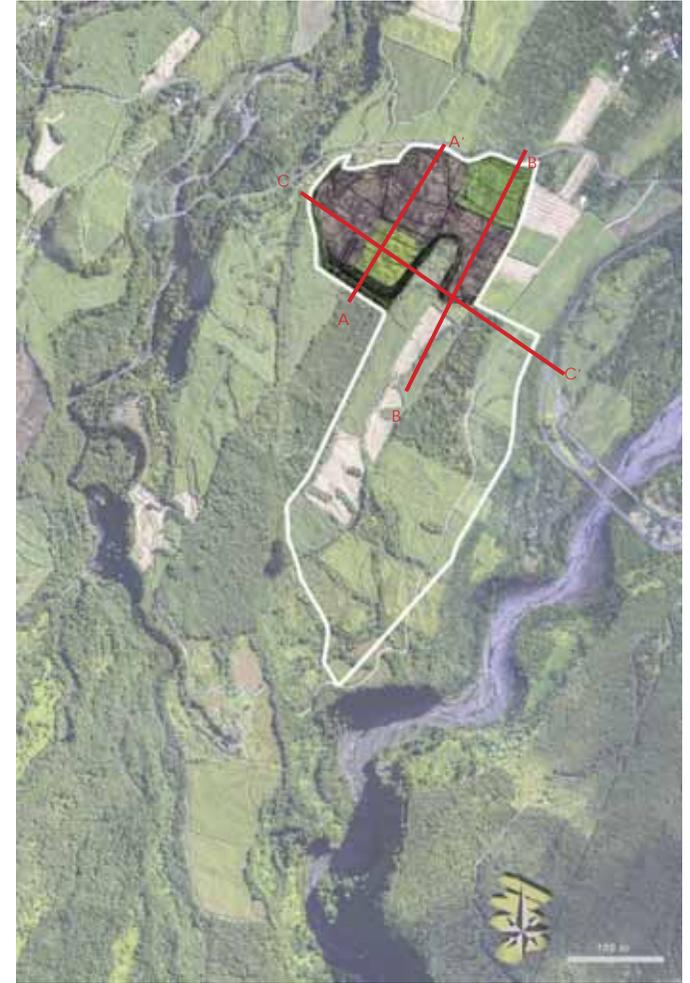




Phase 1a

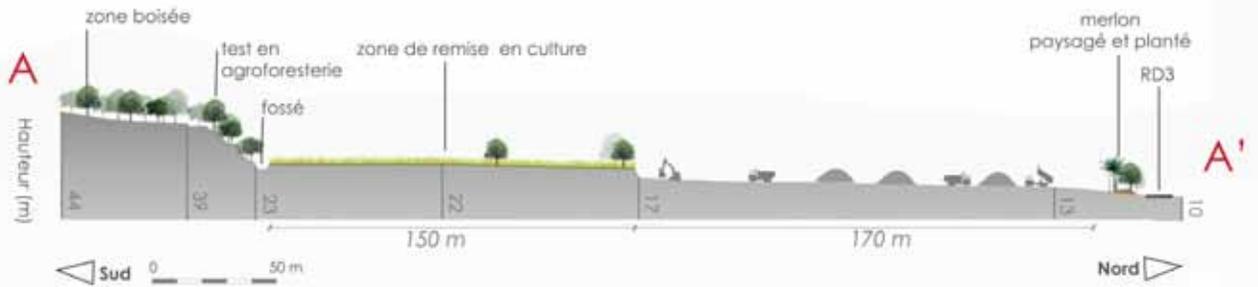


Phase 1b

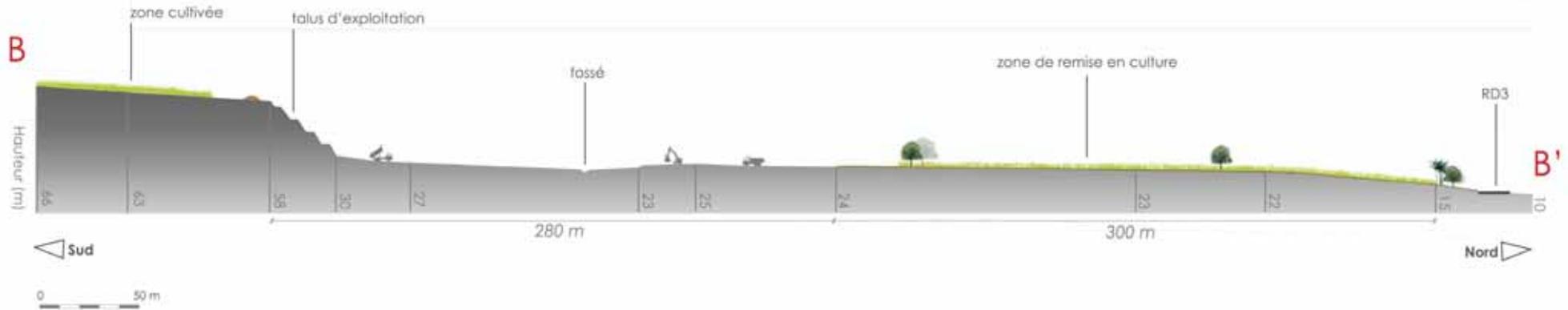


Phase 1c et plan de repérage des coupes  
Réaménagement à T + 2.5 ans

Phase 1 - Coupe d'insertion de la plateforme A

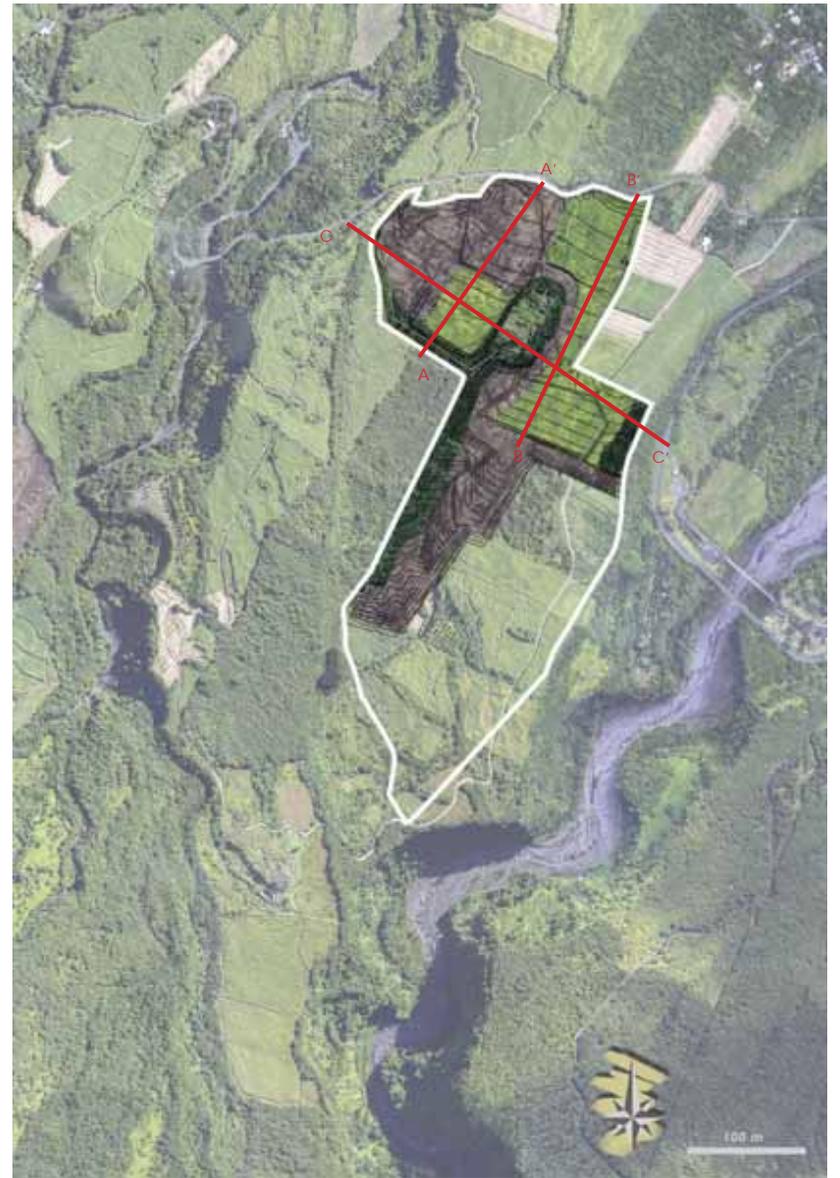


Phase 1 - Coupe d'insertion de la plateforme B



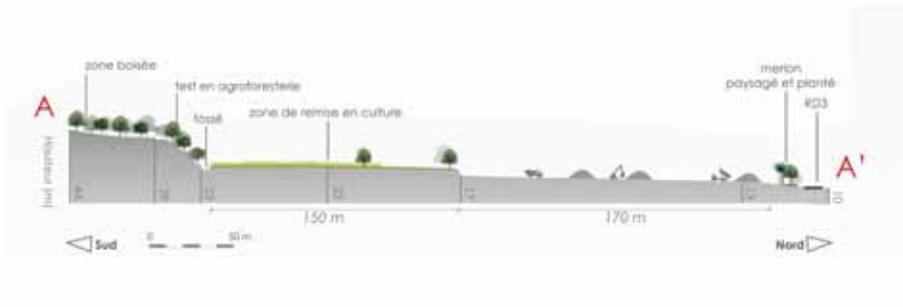
Phase 1 - Coupe C



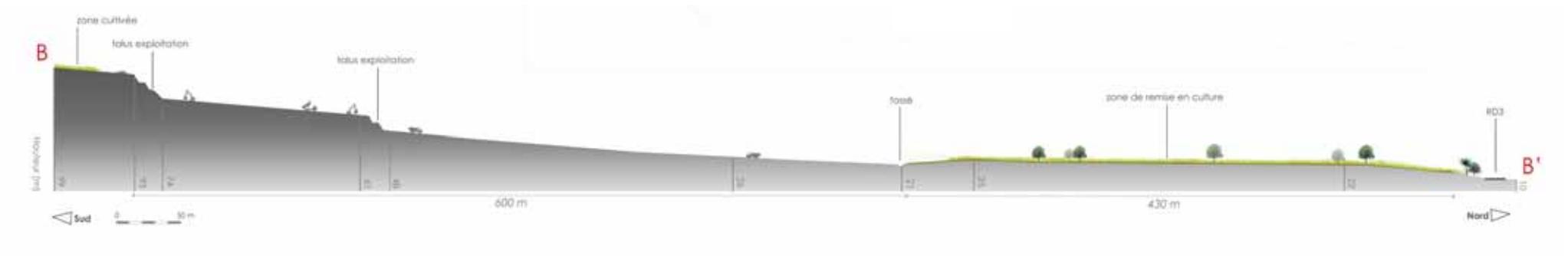


Réaménagement à T + 7.5 ans - Plan de repérage des coupes

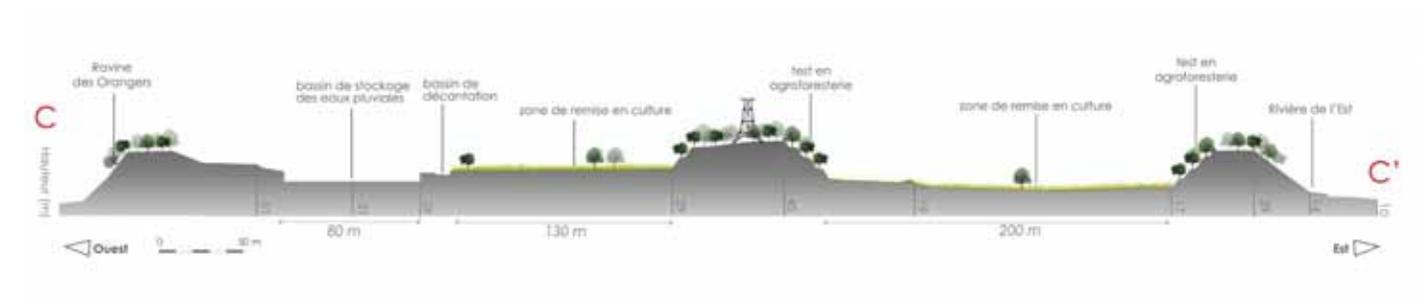
T + 7.5 ans - Coupe d'insertion de la plateforme A

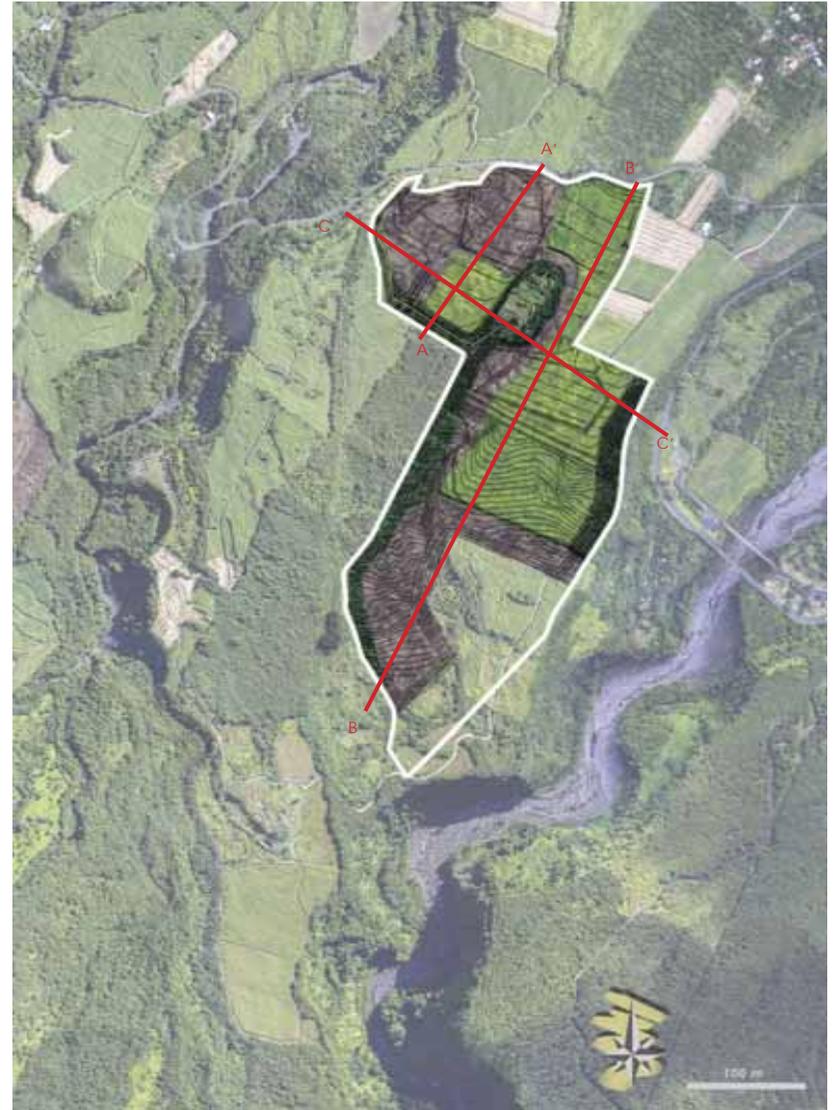


T + 7.5 ans - Coupe d'insertion de la plateforme B



T + 7.5 ans - Coupe C



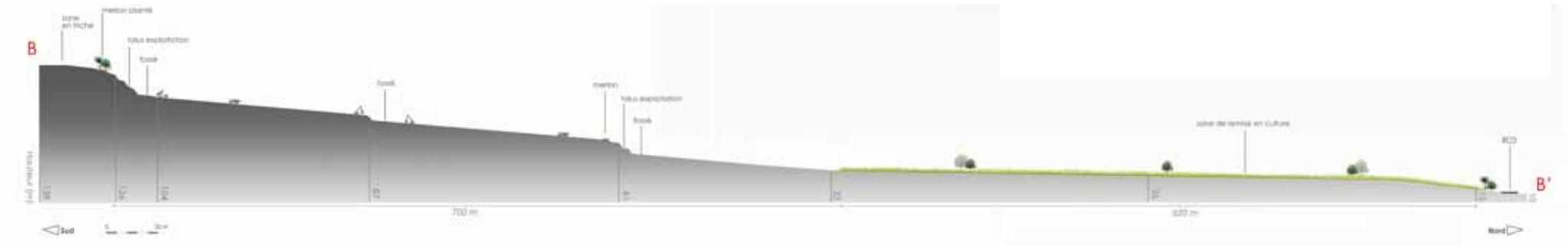


Réaménagement à T + 12.5 ans - Plan de repérage des coupes

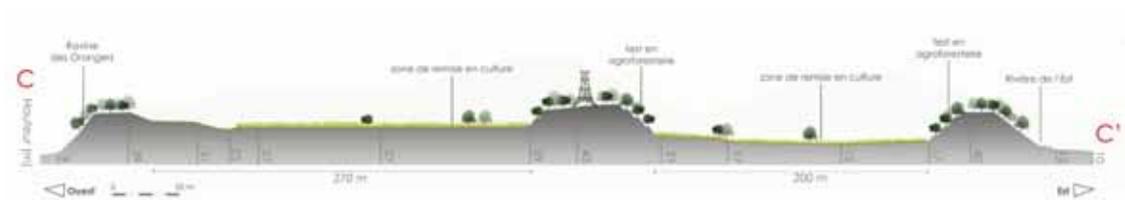
T + 12.5 ans - Coupe d'insertion de la plateforme A



T + 12.5 ans - Coupe d'insertion de la plateforme B

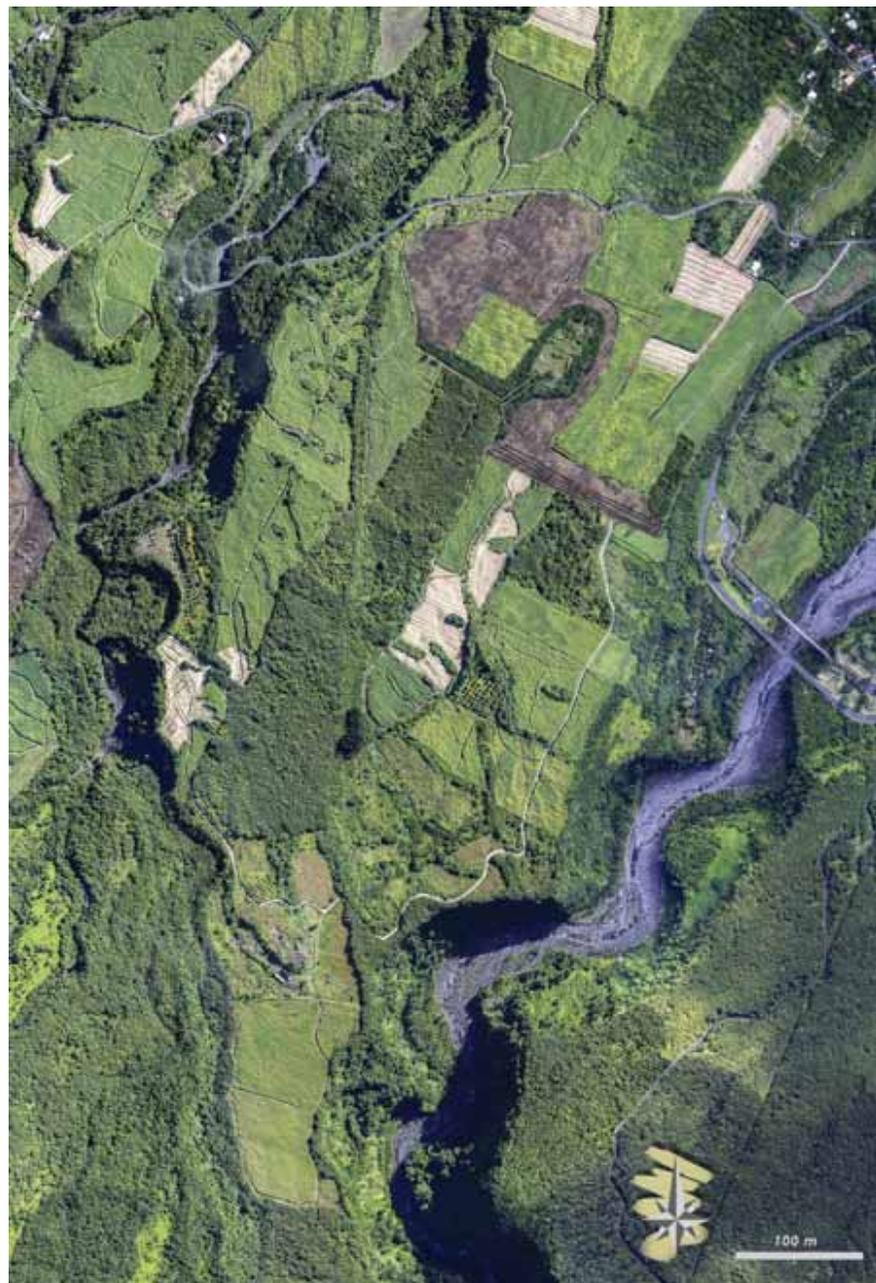


T + 12.5 ans - Coupe C





Réaménagement à T + 2.5 ans



Réaménagement à T + 5 ans



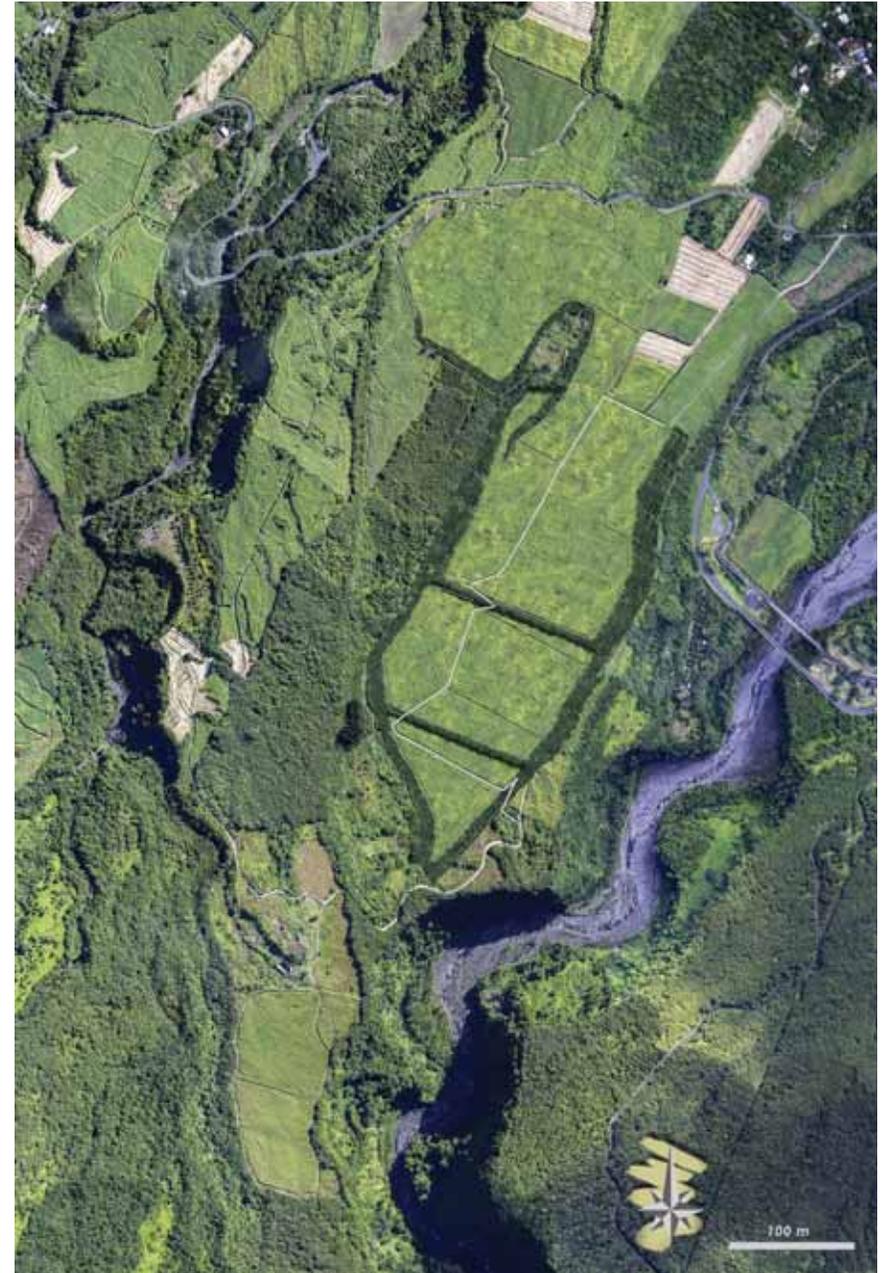
Réaménagement à T + 7.5 ans



Réaménagement à T + 10 ans



Réaménagement à T + 12.5 ans



Réaménagement à T + 15 ans

## 4.2. En phase de remise en état

### 4.2.1. Parti général d'aménagement

#### a. Le parti paysager

Le parti d'aménagement paysager s'inscrit dans l'organisation du territoire et les évolutions du paysage en cours.

Il respecte la composition du paysage environnant. Ainsi, il se décline de la manière suivante :

- Réaménagement du site en respectant l'organisation du territoire avec notamment des zones agricoles, champs de canne à sucre où s'intercalent des vergers aux plantations régulières et des espaces naturels.
- Retour à une vocation agricole sur les plateaux,
- Mise en place d'une vocation mixte sur les talus et risbermes - naturelle et agroforesterie,
- Inscription du site dans la trame verte et bleue par la valorisation de la biodiversité des espaces et confortement des continuités écologiques (boisements, haies le long des parcelles cultivées et des fossés, plantations des talus et des risbermes, ...).

- 
- Espaces agricoles remis en état - Mosaïque de champs de canne à sucre, de vergers et d'autres types de cultures (ananas, ....)
  - Projet de végétalisation des futurs talus - Agroforesterie sur les risbermes
  - Boisement existant sur la berge fossile
  - Ripisylves existantes en bord de rivière et de ravine
  - Boisement existant (Znieff de type I) en limite de carrière, à préserver

## b. Le projet de remise en état

Le projet de remise en état du site consiste à mettre en place des espaces agricoles sur l'ensemble des plateformes générées par la carrière.

Ces espaces agricoles seront réappropriés par les agriculteurs qui y cultiveront soit de la canne à sucre soit des vergers ou éventuellement d'autres types de cultures.

Les talus et les risbermes seront plantés avec des boisements d'espèces endémiques et indigènes mellifères.

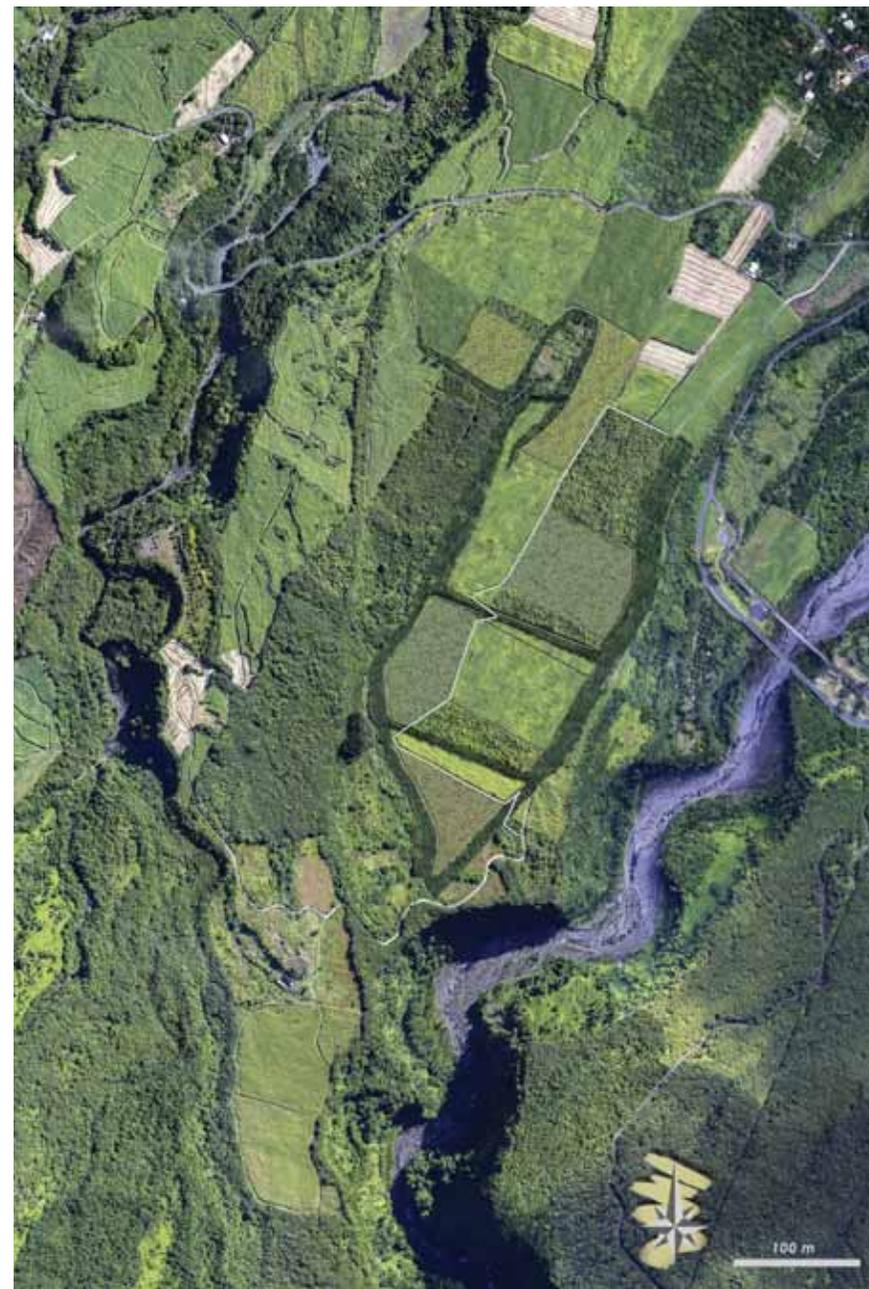
Au fur et à mesure de la remise en état de la carrière et selon les choix de plantations que feront les agriculteurs, le paysage constitué de parcelles aux dimensions variables devrait petit à petit se fondre dans le paysage global des pentes de Sainte-Anne - Les Orangers.

### 4.3. Les recommandations pour le projet

Les recommandations en faveur du paysage sont donc les suivantes :

- Planter des essences endémiques et indigènes mellifères sur les talus et sur les risbermes peu accessibles aux engins pour favoriser l'agrofosterie et éventuellement l'installation de ruches,
- Etudier avec les agriculteurs, les possibilités de diversifier les cultures pour enrichir la qualité paysagère du lieu,
- Inciter les agriculteurs à planter des haies de fruitiers le long des chemins et sur un seul côté des fossés.

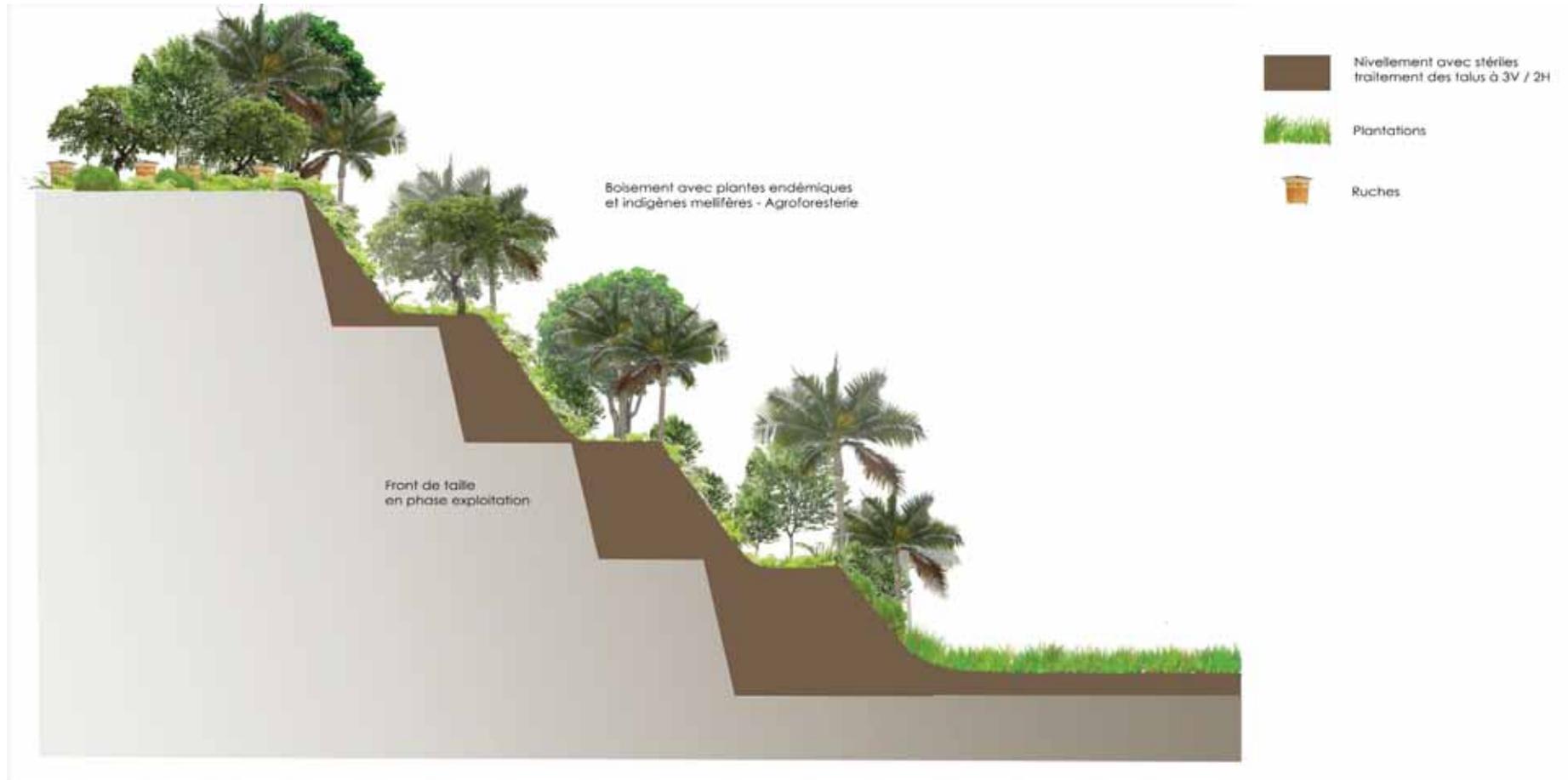
La SAFER a déjà rencontré les agriculteurs qui exploitent les parcelles du site. Ceux-ci prévoient déjà de diversifier les cultures (voir le document de la SAFER à ce sujet).



Le paysage du site à 20 ans et selon les éventuels choix de plantations des agriculteurs

## Coupe de principe sur la remise en état des talus latéraux

Le nivellement avec les stériles adapté et variable selon les zones de la carrière.



Mesure de retombées de poussières sur le projet  
de la carrière des Orangers à l'état initial  
(SOCOTEC, 2017)



**SOCOTEC**

**SOCOTEC REUNION**

**AGENCE HSE**

BUREAU DE SAINT PIERRE

Résidence Guetali – Bureau n°22

13, rue Bory Saint Vincent – BP 37

97 451 SAINT PIERRE CEDEX

## TERALTA GRANULAT BETON REUNION

2 rue Amiral Bouvet

CS91099

97829 Le Port Cedex

### ► Mesures de concentrations en polluants dans les rejets atmosphériques

#### ► Rapport d'essai : Retombées de poussières sur Jauges de collecte

- Lieu d'intervention : **Projet de carrière « Les Orangers »**  
97 437 SAINTE ANNE
  
- Date d'intervention : 03 août au 04 septembre 2017 (pour les stations de mesure 1,2,4 et 5)  
25 septembre au 25 octobre 2017 (pour la station de mesure 3)
  
- Date d'édition du rapport : 1<sup>er</sup> décembre 2017
  
- Numéro de dossier : 1706REUY6000016
- Numéro chrono : JS113/17/334\_V3
  
- Intervenants : C.TANTALE

*Vous avez fait appel à nos services et nous vous en remercions*

*Pour tout complément d'information, votre interlocuteur Socotec est à votre disposition*

Version n du  
25/05/09

- Votre interlocuteur : O.TISSOT
- Rédacteur du rapport : C.TANTALE

*Ce rapport comporte 47pages (annexes comprises).*

*La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale.*

## SOMMAIRE

<b>1. PRESENTATION DE LA MISSION .....</b>	<b>3</b>
<b>2. RESULTATS DES ESSAIS .....</b>	<b>9</b>
<b>3. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS .....</b>	<b>11</b>
3.1 SUIVI DE LA CAMPAGNE DE MESURE .....	11
3.2 CONDITIONS METEOROLOGIQUES PENDANT LA PERIODE DE MESURE.....	12
3.3 INTERPRETATION DES RESULTATS ET COMPARAISON DES RESULTATS SELON LES 2 METHODES (JAUGES DE COLLECTE ET PLAQUETTES).....	15
<b>4. ANNEXES .....</b>	<b>18</b>
4.1 ANNEXE 1 : METHODES DE REFERENCE .....	18
4.2 ANNEXE 2 : ANALYSES DU LABORATOIRE.....	20
4.3 ANNEXE 3 : DONNEES QUOTIDIENNES PLUVIOMETRIE METEO-FRANCE.....	32
4.4 ANNEXE 4 : ROSE DES VENTS .....	47

## 1. PRESENTATION DE LA MISSION

---

### Objectifs

La société TERALTA GRANULAT BETON REUNION a déposé un dossier de demande d'autorisation d'exploiter pour la carrière des « Orangers » à Sainte-Anne en mai 2017 (cf. DDAE de la Ravine des Orangers, ICPE D-131-252 - 2017). L'article 19.5 de l'arrêté du 22 septembre 1994 modifié prévoit que « *Pour les installations de carrières implantés sur un site nouveau, une première campagne de mesures effectuée dans le cadre de l'étude d'impact avant le début effectif des travaux, permet d'évaluer l'état initial des retombées des poussières en limite du site* ».

En accord avec le service des installations classées de la DEAL Réunion et compte-tenu de l'évolution récente de la réglementation en la matière et des moyens non existant sur l'Île de la Réunion au moment du dépôt du dossier, il a été convenu que les mesures soient réalisées après le dépôt de ce dossier. La campagne de mesures de retombées de poussières a donc été réalisée selon la méthode des jauges de collecte (norme NF X43-014 – mars 2017) du 03 août au 04 septembre 2017. Néanmoins des actes de vandalisme à répétition ont nécessité de prolonger la période de la campagne de mesure pour une des jauges. Ce complément de mesure de retombée de poussière a été réalisé du 25 septembre au 25 octobre 2017.

Pendant cette période, une autre campagne de mesures de retombées de poussières a été réalisée selon la méthode dite des « plaquettes » (norme NF X43-007 de mars 2017) sur les mêmes stations afin d'obtenir des données selon deux méthodes. Les résultats sont présentés dans un autre rapport.

Ce rapport présente les résultats des mesures de concentrations en polluants réalisées sur les points air ambiant selon le devis n°DEV1706REUY600000095.

<b>CF. ANNEXE 1 : METHODE DE REFERENCE</b>
--

### Demandeur

TERALTA GRANULAT BETON REUNION (TGBR)  
2 rue Amiral Bouvet  
CS91099  
97829 Le Port Cedex

### Site d'intervention

Projet de carrière « Les Orangers »  
97 437 SAINTE-ANNE

### Environnement du site

Les émissions de poussières potentiellement existantes sur la zone sont celles causées par :

- la circulation sur la RN2 ;
- les activités agricoles lors du travail des terres ;
- les carrières en exploitation à proximité (carrière SAM et enlèvement d'andains).



Figure 1 : Localisation et environnement proche du site (Source : EMC<sup>2</sup>)

### Paramètres contrôlés et référentiel

- Poussières sur jauges de collecte, selon la norme NFX 43-014 ;
- Périodicité du contrôle :
  - o du 03 août 2017 au 04 septembre 2017 pour les stations de mesures 1, 2, 4 et 5 (soit 32 jours<sup>1</sup>),
  - o du 25 septembre 2017 au 25 octobre 2017 pour la station de mesure 3 (soit 31 jours) ;

L'emplacement des stations de mesures a été défini par le plan de gestion de poussières du bureau d'études EMC<sup>2</sup> (cf. DDAE de la Ravine des Orangers, ICPE D-131-252 - 2017). Ces positionnements prennent en compte les accès et les possibilités de fixation des jauges.

<sup>1</sup> Durée d'exposition des collecteurs : la période de référence recommandée est le mois à plus ou moins 3 jours selon le paragraphe 8 de la norme NFX43-014 de mars 2017.

Néanmoins il est précisé que ces emplacements devront être ajustés en fonction de la présence de végétations ou de modifications des possibilités d'accès sur le terrain.

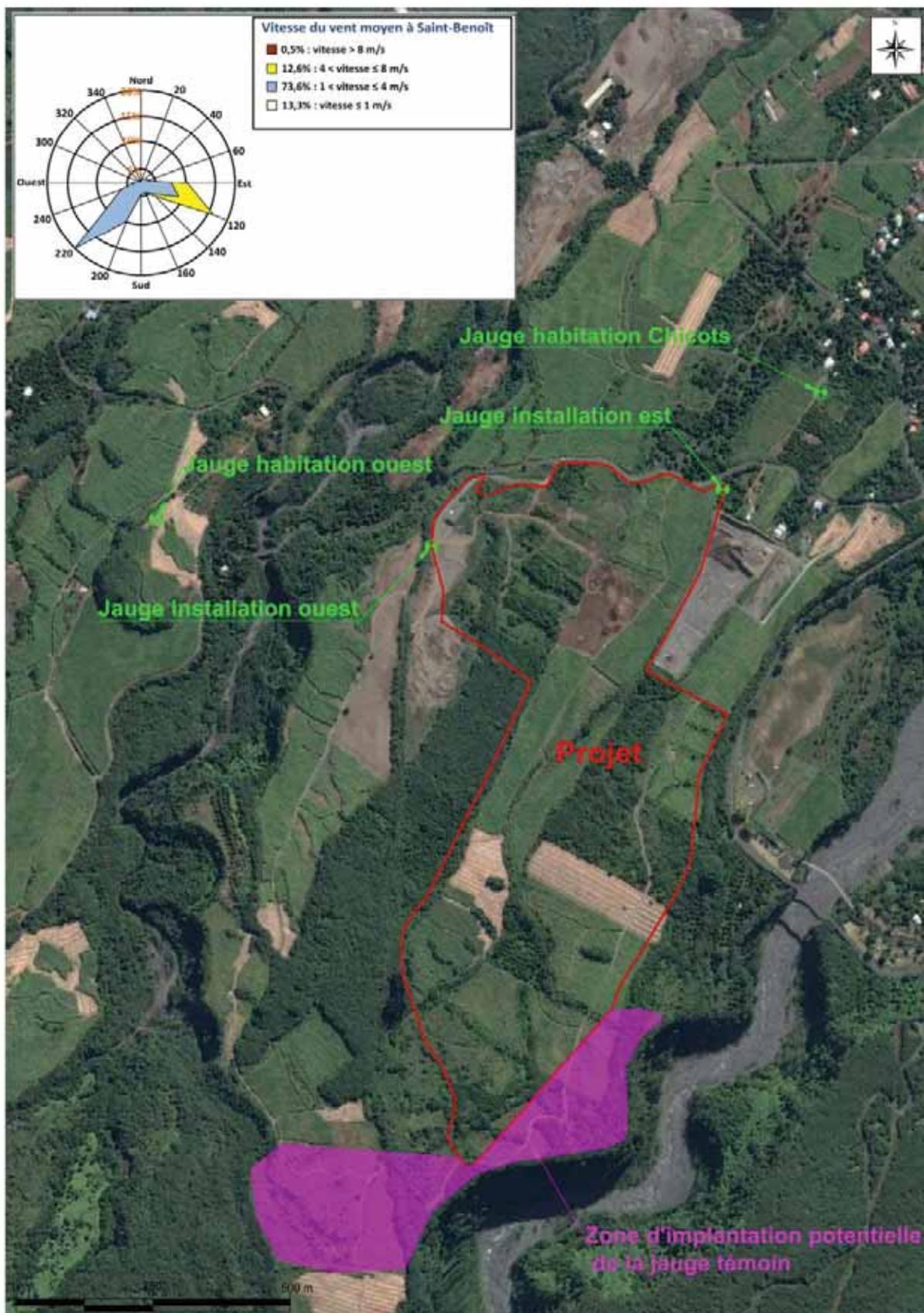


Figure 2 : Plan de gestion des poussières (Source : EMC<sup>2</sup>)

Le positionnement des stations de mesure mises en place respecte au mieux le plan de gestion de poussières transmis selon l'accessibilité du site et la végétation en place.

Après reconnaissance de terrain et prise de contact avec les propriétaires et agriculteurs, les jauges ont été positionnées. Le plan ci-dessous indique la localisation réelle des stations de mesure lors de l'intervention de terrain du 03/08/2017 et du 25/09/2017 pour la station 3 :

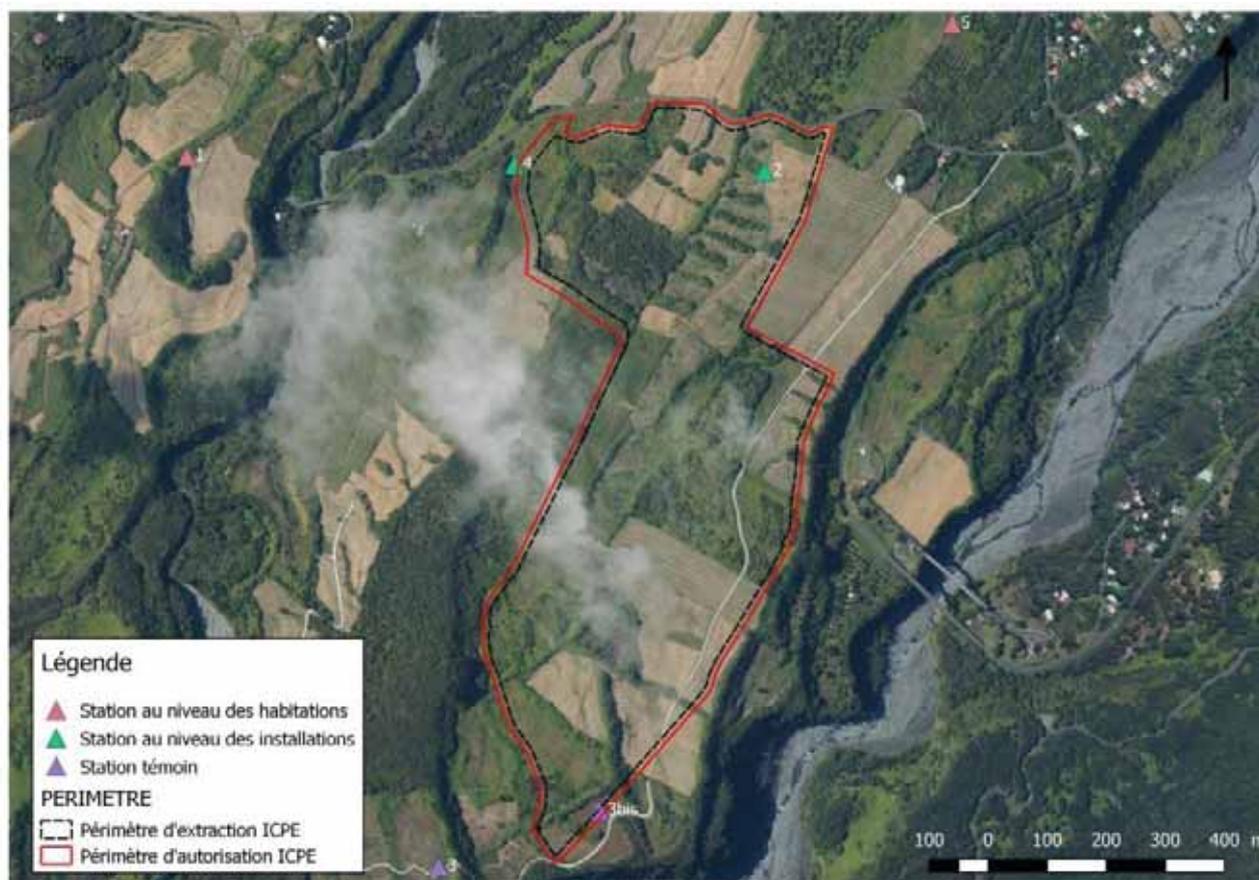


Figure 3 : Localisation réelle des stations de mesure (Source : TGBR)

Le décalage de positionnement des jauges de collecte entre l'implantation prévisionnelle et l'implantation réellement effectuée sur site est justifiée au regard des contraintes ci-dessous :

N° station	Causes du décalage
<b>Station 1</b> (station au niveau des habitations ouest)	Pas de décalage -
<b>Station 2</b> (station au niveau des installations est)	Site plus accessible et éloigné de vergers et dans une zone où la canne est coupée
<b>Station 3 bis</b> (station témoin)	Site accessible et positionné dans l'aire de la zone témoin identifiée. En retrait du chemin et à l'abris des regards.
<b>Station 3 – nouvelle campagne</b> (station témoin)	Site accessible et positionné dans l'aire de la zone témoin identifiée
<b>Station 4</b> (station au niveau des installations ouest)	Pas de décalage
<b>Station 5</b> (station au niveau des habitations Chicots)	Pas de décalage

Remarque :

Pour chacune des stations de prélèvement, les mesures ont été doublées par la méthode des plaquettes. Les résultats de ces mesures sur plaquettes sont présentés dans le rapport JS113/17/333 du 27/10/2017.



**Figure 4 : Station n°1**  
(Station au niveau des habitations ouest)

X : 21°7'3"S  
Y : 55°44'10"E  
Z : 240 m



**Figure 5 : Station n°2**  
(Station au niveau des installations est)

X : 21°7'4"S  
Y : 55°44'42"E  
Z : 230 m



**Figure 6 : Station n°3 bis – absence de résultat**  
(Station témoin)

X : 21°7'39"S  
Y : 55°44'33"E  
Z : 280 m



**Figure 7 : Station n°3 – nouvelle campagne**  
(Station témoin)

X : 21°7'43"S  
Y : 55°44'22"E  
Z : 360 m



**Figure 8 : Station n°4**  
*(Station au niveau des installations ouest)*

X : 21°7'3"S  
 Y : 55°44'26"E  
 Z : 240 m



**Figure 9 : Station n°5**  
*(Station au niveau des habitations Chicots)*

X : 21°6'56"S  
 Y : 55°44'53"E  
 Z : 200 m

## 2. RESULTATS DES ESSAIS

---

### Calcul de la teneur en poussières

Le calcul de la teneur majeure des poussières d'après la relation donnée par la norme AFNOR est la suivante :

Avec :

$$R_{x,y} = \frac{M_{x,y}}{(S \times N)}$$

Les résultats finaux des dépôts «  $R_{x,y}$  » exprimés en quantité du paramètre «  $x$  » dans la phase «  $y$  » par mètre carré et calculés à partir des résultats d'analyse «  $M_{x,y}$  » en quantité, sont représentatifs des retombées pendant la période «  $N$  » d'échantillonnage.

Les dépôts doivent être exprimés en quantité par m<sup>2</sup> et par jour.

### Jauge

Le volume utile d'une jauge est de 2 L.

### Entonnoir

La surface utile de l'entonnoir est de 572,26 cm<sup>2</sup>.

### Durée d'exposition

#### Station 1 :

Les mesures sur le prélèvement Point 1 (station au niveau des habitations ouest) se sont déroulées du 03 août 2017 à 12h01 au 04 septembre 2017 à 12h01.

→ Durée = 32 jours

#### Station 2 :

Les mesures sur le prélèvement Point 2 (station au niveau des installations est) se sont déroulées du 03 août 2017 à 11h35 au 04 septembre 2017 à 11h35.

→ Durée = 32 jours

#### Station 3 bis :

Les mesures sur le prélèvement Point 3 (station témoin) n'ont pas pu se dérouler correctement du à deux actes de vandalisme : destruction de l'équipement constaté le 16 août 2017 puis vol complet de l'équipement constaté le 4 septembre 2017.

→ Pas de résultats

#### Station 3 (nouvel emplacement) :

Les mesures sur le prélèvement Point 3 (station témoin) se sont déroulées du 25 septembre 2017 à 09h54 au 25 octobre 2017 à 09h54.

→ Durée = 31 jours

#### Station 4 :

Les mesures sur le prélèvement Point 4 (station au niveau des installations ouest) se sont déroulées du 03 août 2017 à 11h10 au 04 septembre 2017 à 11h10.

→ Durée = 32 jours

### Station 5 :

Les mesures sur le prélèvement Point 5 (station au niveau des habitations chicots) se sont déroulées du 03 août 2017 à 10h00 au 04 septembre 2017 à 10h00.

→ Durée = 32 jours

### Valeurs-limites

La campagne des retombées de poussières en limite de site effectuée concerne l'état initial avant le début effectif des travaux et l'exploitation de la carrière. Cette valeur pourra être utilisée comme valeur de comparaison lors de l'exploitation de la carrière et la prochaine campagne de réalisation de mesures de retombées de poussières.

Selon l'Arrêté du 22 septembre 1994 relatif aux exploitations de carrières et aux installations de premier traitement des matériaux de carrières, l'article 19.7 cite : « [...] Les mesures des retombées atmosphériques totales portent sur la somme des fractions solubles et insolubles. Elles sont exprimées en mg/m<sup>2</sup>/jour. L'objectif à atteindre est de **500 mg/m<sup>2</sup>/jour** en moyenne annuelle glissante pour chacune des jauges installées en point de type (b) du plan de surveillance. En cas de dépassement, sauf situation exceptionnelle qui sera alors expliquée dans le bilan annuel prévu au paragraphe 19.9 du présent arrêté, l'exploitant informe l'inspection des installations classées et met en œuvre rapidement des mesures correctives. »

### Résultats

Le tableau ci-dessous présente les résultats des mesures de la campagne réalisée entre le 03 Août 2017 et le 04 Septembre 2017 et pour la station 3 entre le 25 septembre 2017 et le 25 octobre 2017.

Station	Coordonnées GPS	Durée d'exposition	Surface exposée	Masse de poussières insolubles (mg)	Masse de poussières solubles (mg)	Teneur en poussières (mg/m <sup>2</sup> /jour)
Station 1 1706REUY6000016 -Point 1	X = 21°7'3"S Y = 55°44'10"E	32 jours	572,26 cm <sup>2</sup>	3,67	43,29	<b>25,64</b>
Station 2 1706REUY6000016 -Point 2	X = 21°7'4"S Y = 55°44'42"E	32 jours	572,26 cm <sup>2</sup>	5,87	3,16	<b>4,93</b>
Station 3 1706REUY6000016 -Point 3	X = 21°7'39"S Y = 55°44'33"E	31 jours	572,26 cm <sup>2</sup>	27,89	24,09	<b>29,30</b>
Station 4 1706REUY6000016 -Point 4	X = 21°7'3"S Y = 55°44'26"E	32 jours	572,26 cm <sup>2</sup>	15,46	7,47	<b>12,52</b>
Station 5 1706REUY6000016 -Point 5	X = 21°6'56"S Y = 55°44'53"E	32 jours	572,26 cm <sup>2</sup>	134,91	75,75	<b>115,04</b>

## Conclusion

Le seuil de **500 mg/m<sup>2</sup>/jour** définis dans l'arrêté Ministériel du 22 septembre 1994 modifié s'entendent sur une moyenne annuelle glissante pour les jauges installées en point de type (b), soit celles installées "à proximité immédiate des premiers bâtiments accueillant des personnes sensibles ou des premières habitations situés à moins de 1 500 mètres des limites de propriété de l'exploitation, sous les vents dominants".. Néanmoins, les teneurs en poussières mises en évidence au niveau de l'environnement de la future carrière, quel que soit le type de station et bien qu'il s'agisse de mesures isolées, sont toutes inférieures au seuil de **500 mg/m<sup>2</sup>/jour**.

Le secteur du futur site d'exploitation, peut donc être qualifié de zone *faiblement empoussiérée* pendant la période concernée par notre étude. On note toutefois que les teneurs en poussières mises en évidence montrent un niveau d'empoussièremment à l'état initial plus important au niveau des habitations des chicots.

## 3. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

### 3.1 Suivi de la campagne de mesure

Une seule jauge de collecte a été mise en place au droit de chacune des 5 stations de mesure.

Un passage sur site a été fait régulièrement afin de vérifier l'état des jauges.

Suite à la pluviométrie importante sur la zone de l'Est, il a fallu mettre en place de nouveaux collecteurs sur les points 1, 2, 4 et 5 avant débordement : changement des récipients le 16 août 2017, soit 13 jours après le début de la campagne d'analyse.

Rappel : selon la norme NFX43-014 : « *En cas de débordement suspecté ou avéré du collecteur, l'échantillon doit être invalidé. Si le débordement du collecteur est prévisible (orages,...), il est possible de changer le récipient avant terme, et de réunir les deux fractions à la fin de la période normale d'échantillonnage. En cas de débordement fréquent, il convient de redimensionner le collecteur.* »

Le tableau ci-dessous présente une synthèse des observations de terrain et les actions menées associées :

Station de prélèvement	Observations	Actions menées
Station 1 (station au niveau des habitations ouest)	Forte pluviométrie	Changement des collecteurs le 16/08/17
Station 2 (station au niveau des installations est)	Forte pluviométrie	Changement des collecteurs le 16/08/17
Station 3 bis (station témoin)	Vol de la jauge de collecte constat du 16/08/17	Remplacement le 18/08/2017 par une nouvelle jauge « station 3 »

Station 3 bis – nouvelle jauge (station témoin)	Nouveau vol de la jauge de collecte – constat du 04/09/17	Déplacement du point de prélèvement : Mise en place de la « Station 3 »
Station 3 – nouvel emplacement (station témoin)	Pluviométrie faible et taux de remplissage de la jauge satisfaisante (remplacement non nécessaire)	Néant
Station 4 (station au niveau des installations ouest)	Proximité de la piste avec passage régulier des camions pour des enlèvements d'andains dont TGBR n'est pas responsable.  Forte pluviométrie	Changement des collecteurs le 16/08/17
Station 5 (station au niveau des habitations Chicots)	Forte pluviométrie	Changement des collecteurs le 16/08/17

### 3.2 Conditions météorologiques pendant la période de mesure

Plusieurs paramètres météorologiques jouent un rôle essentiel sur l'échantillonnage des retombées atmosphériques : le vent, la pluviométrie, la température, l'intensité lumineuse,... :

- Les retombées sèches (en absence de pluie) présentent un caractère aléatoire, essentiellement dû à la vitesse et à la direction du vent. De ce fait, l'incertitude sur l'échantillonnage peut être assez importante. Le vent peut entraîner des ré-envols de particules collectées auparavant en absence de pluies depuis le collecteur ou son entonnoir ;
- La pluie, en fréquence et en quantité, influe d'abord sur le transport des particules, depuis les sources d'émissions vers les collecteurs. Une pluie de courte durée peut permettre par entraînement une collecte plus importante de particules, une pluie de longue durée peut modifier, voire empêcher le transport des particules vers le collecteur ;
- La température et l'intensité lumineuse peuvent influencer sur la forme physico-chimique des échantillons et sur la dissolution dans l'eau collectée d'une partie des retombées sèches ;

Le suivi des paramètres météorologiques (température, humidité relative, vitesse et direction du vent, hauteur de précipitation,...) est donc recommandé par une bonne interprétation.

Les fichiers présentés en annexe 3 indique les évènements pluvieux en *mm*, la température en °C, la vitesse du vent en *m/s* et la direction du vent en *degrés (rose des vents)* durant la période d'exposition des jauges (données horaires).

La station météorologique choisit est celle de Saint-Benoît qui est la plus proche du site et dispose des données les plus complètes.

#### CF. ANNEXE 3 : DONNEES QUOTIDIENNES PLUVIOMETRIE METEO-FRANCE

Les données quotidiennes proviennent de la station la plus proche (Saint-Benoît) durant la période de la campagne du 03 août 2017 au 04 septembre 2017 :

- Température :
  - o 16,5° C pour les minimales ;
  - o 26,9 ° C pour les maximales ;

- 21,4 ° C en moyenne.
- Vitesse du vent :
  - 2,96 m/s en moyenne ;
  - 8,80 m/s pour les maximales.
- Pluviométrie :
  - Moyenne des précipitations : forte pluviométrie de la zone (301,70 mm) durant toute la durée d'exposition
  - Pic de précipitation : 24,50 mm

⇒ La forte pluviométrie constatée pendant la période de mesures (301,70 mm) a été anticipée par le remplacement des jauges de collecte. Les phénomènes de débordement ont donc été maîtrisés.

⇒ Il a été observé 5 événements avec une pluviométrie forte (> 8 mm/h). Ces événements de pluie intense et de courte durée ont pu permettre, par entraînement, une collecte plus importante de particules. Cette caractéristique du climat est courante sur le secteur Est pendant l'hiver austral comme on peut le constater sur le zonage de la pluviométrie sur l'île de la Réunion :

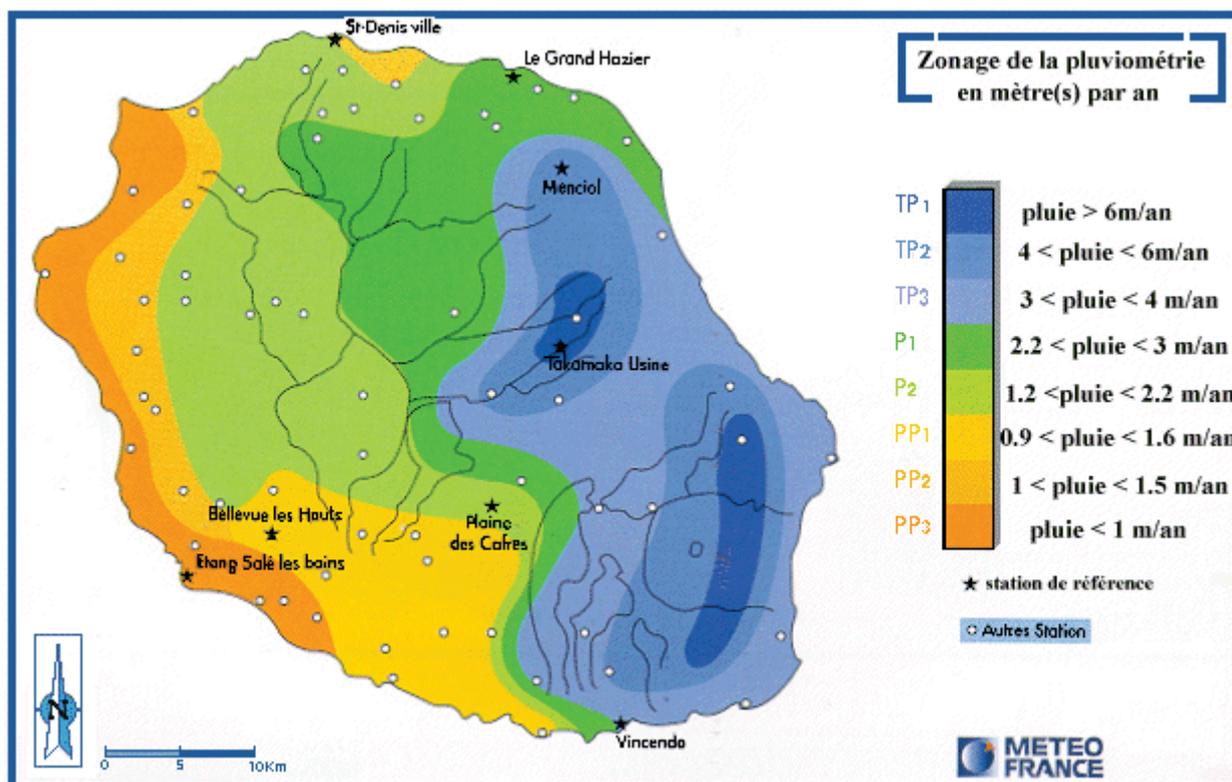
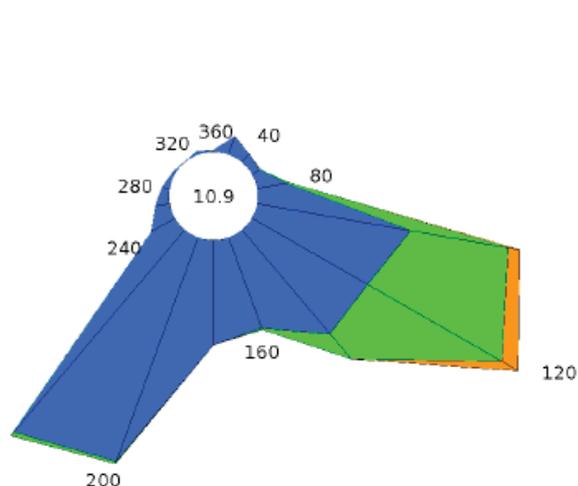


Figure 10 : Carte du zonage de la pluviométrie de la Réunion (Source : Météo France)

**CF. ANNEXE 4 : ROSE DES VENTS (SAINT-BENOIT – AOUT 2017)**

Ci-dessous, la rose des vents sur la zone de Saint-Benoît, station météo la plus proche de la zone d'étude :

Tableau de répartition  
 Nombre de cas étudiés : 744  
 Manquants : 0



Dir.	[ 1.5;4.5 [	[ 4.5;8.0 ]	> 8.0 m/s	Total
20	1.1	0.0	0.0	1.1
40	0.6	0.0	0.0	0.6
60	0.5	+	0.0	0.5
80	1.7	0.1	0.0	1.8
100	8.7	5.6	0.7	15.0
120	7.5	8.7	1.1	17.3
140	7.7	1.9	0.0	9.5
160	5.4	+	0.0	5.5
180	5.9	0.0	0.0	5.9
200	13.4	0.1	0.0	13.6
220	14.9	0.3	0.0	15.2
240	1.5	0.0	0.0	1.5
260	0.8	0.0	0.0	0.8
280	0.4	0.0	0.0	0.4
300	0.1	0.0	0.0	0.1
320	0.0	0.0	0.0	0.0
340	0.2	0.0	0.0	0.2
360	+	0.0	0.0	0.1
Total	70.6	16.8	1.7	89.1
[ 0;1.5 [				10.9

Groupes de vitesses (m/s)



Pourcentage par direction

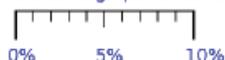


Figure 11 : Rose des vents – août 2017 (Source : METEO FRANCE)

Selon la rose des vents, la direction des vents est à hauteur de :

- 2,2 % compris entre 20° et 60° ;
- 55,0 % compris entre 80° et 180° ;
- 31,5 % compris entre 200° et 280°.

Les vents sont principalement de secteur Sud-Est (80° et 180°).

Sur le secteur dominant, la vitesse des vents est de :

- 70,6% entre 1,5 m/s et 4,5 m/s ;
- 16,8% entre 4,5 m/s et 8,0 m/s ;
- 1,7 % pour les vents supérieurs à 8,0 m/s.

⇒ L'origine des vents (sud-est et sud-ouest) pendant la campagne de prélèvement confirme le bon positionnement des jauges de collecte défini par le plan de gestion :

- en aval des vents dominants pour les jauges « installations » ;
- en amont des vents dominants pour la jauge « témoin ».

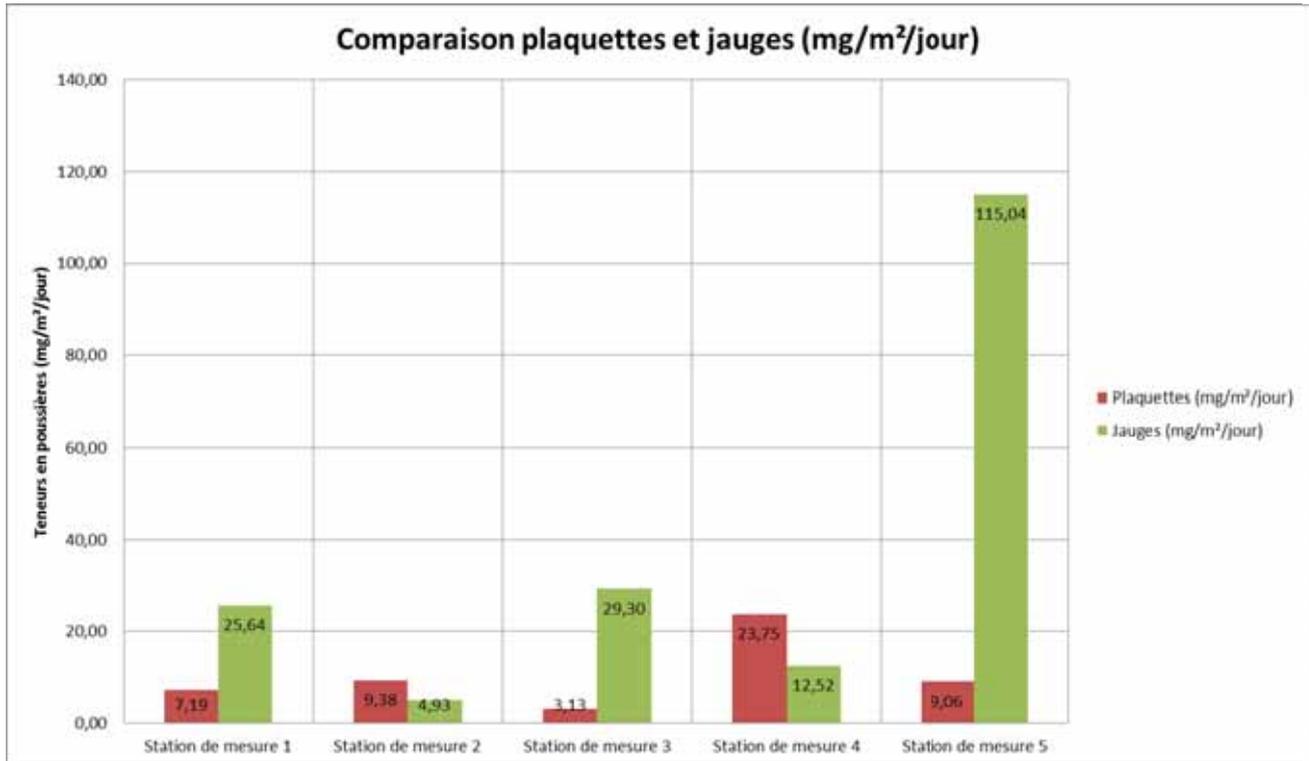
### 3.3 Interprétation des résultats et comparaison des résultats selon les 2 méthodes (jauges de collecte et plaquettes)

La campagne de mesure de retombées de poussières dans l'environnement a été réalisée sur jauges et sur plaquettes. Les résultats issus de la méthode des plaquettes sont présentés dans le rapport JS113/17/333 du 27/10/2017.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant à titre de comparaison :

N° Station	Campagne de mesure sur plaquettes		Campagne de mesure sur jauges de collecte	
	Concentration (mg/m <sup>2</sup> /jour)	Concentration (g/m <sup>2</sup> /mois)	Concentration (mg/m <sup>2</sup> /jour)	Concentration (g/m <sup>2</sup> /mois)
<b>Station 1</b> <i>(station au niveau des habitations ouest)</i>	7,19	0,23	25,64	0,82
<b>Station 2</b> <i>(station au niveau des installations est)</i>	9,38	0,30	4,93	0,16
<b>Station 3 bis et 3 (nouvelle campagne)</b> <i>(station témoin)</i>	3,13	0,10	29,30	0,94
<b>Station 4</b> <i>(station au niveau des installations ouest)</i>	23,75	0,76	12,52	0,40
<b>Station 5</b> <i>(station au niveau des habitations Chicots)</i>	9,06	0,29	115,04	3,68

Les graphiques suivants présentent le résultat des campagnes de mesures réalisées selon ces 2 méthodes :



**Figure 12 : Comparaison des campagnes de mesures sur plaquettes et jauges (mg/m<sup>2</sup>/jour)**

#### Interprétation des résultats : mesure sur jauges de collecte :

- Les teneurs en poussières mises en évidence au niveau de l'environnement de la future carrière sont toutes inférieures au seuil de 500 mg/m<sup>2</sup>/jour de l'arrêté du 22 septembre 1994 modifié. Le secteur du futur site d'exploitation, peut donc être actuellement qualifié de zone *faiblement empoussiérée* pendant la période concernée par notre étude.
- La station de mesure n°5 par la méthode des jauges présente les concentrations en poussières les plus élevées : 115,04 mg/m<sup>2</sup>/jour et 3,68 g/m<sup>2</sup>/mois. Il s'agit de la station de mesures située à proximité des habitations. Aucun indicateur de terrain ne permet d'expliquer cette forte concentration en poussières.
- la circulation d'engins constatée à proximité de la station de mesure n°4 n'a pas entraîné d'impact important sur les résultats de mesures par la méthode des jauges: 12,52 mg/m<sup>2</sup>/jour et 0,40 g/m<sup>2</sup>/mois.

#### Comparaison des 2 méthodes : sur jauges de collecte et sur plaquettes

Les concentrations en poussières les plus faibles ont été observées :

- Avec la méthode des plaquettes : au niveau de la station de mesure n°3 bis (station témoin) : 3,13 mg/m<sup>2</sup>/jour et 0,10 g/m<sup>2</sup>/mois.
- Avec la méthode des jauges de collecte : au niveau de la station de mesure n°2 (station au niveau des installations) 4,93 mg/m<sup>2</sup>/jour et 0,16 g/m<sup>2</sup>/mois.

Les concentrations en poussières les plus fortes ont été observées :

- Avec la méthode des plaquettes : au niveau de la station de mesure n°4 (station au niveau des installations) à proximité des circulations de camions : 23,75 mg/m<sup>2</sup>/jour et 0,76 g/m<sup>2</sup>/mois.
- Avec la méthode des jauges de collecte : au niveau de la station de mesure n°5 (station au niveau des habitations) à proximité de vergers et de zone agricole et d'habitation: 115,04 mg/m<sup>2</sup>/jour et 3,68 g/m<sup>2</sup>/mois.

⇒ En comparant les résultats d'analyses et les histogrammes associés, **il n'est pas possible d'identifier une corrélation entre les 2 méthodes de prélèvements : campagne de mesures sur plaquettes et la campagne de mesures sur jauges de collecte**, ce même en considérant les types de poussière considérées, à savoir solubles et insolubles

Ces 2 campagnes ont pourtant été réalisées durant la même période avec des conditions météorologiques similaires (pluviométrie, température et la direction et la vitesse du vent) et à des emplacements identiques.

Cathy TANTALE

Chargée de mission Environnement

## 4. ANNEXES

### 4.1 Annexe 1 : Méthodes de référence

Les méthodes de référence utilisées pour les mesures sont mentionnées dans le tableau ci-dessous.

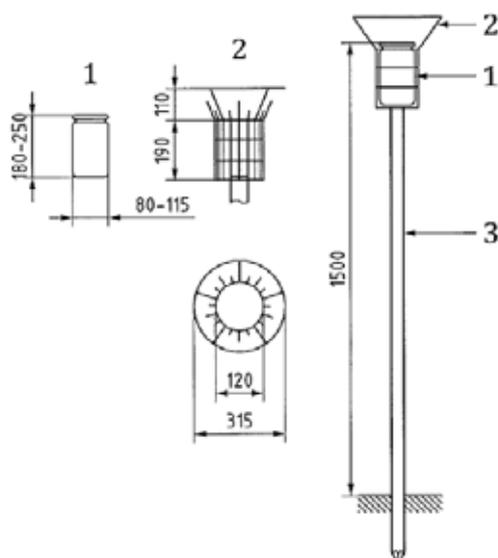
Paramètre	Méthode de référence	
Poussières	Détermination de la masse des retombées atmosphériques à l'aide de collecteurs conçus pour le dépôt total et le dépôt humide, Prélèvement sur jauges	NF X 43-014 de mars 2017

#### PRINCIPE DES MESURES

Les dépôts atmosphériques sont définis comme la somme des dépôts de particules sédimentables, de particules non sédimentables et de gaz. Les dépôts atmosphériques totaux correspondent à la somme des dépôts secs et des dépôts humides.

La détermination des dépôts secs exige des mesures micro-météorologiques tenant compte des processus turbulents de transports atmosphériques. Les dépôts humides et les dépôts totaux peuvent cependant être estimés au moyen de collecteurs appropriés.

Le collecteur de dépôts humides est conçu pour recueillir uniquement les particules humides sédimentables, alors que le collecteur de dépôts totaux est conçu pour recueillir toutes les particules sèches et humides sédimentables. Toutefois, puisque le processus de déposition est affecté par divers facteurs, comme la vitesse du vent, la température, la végétation et le type de surface, le collecteur de dépôts humides ne recevra pas toutes les particules humides sédimentables. En revanche, des particules sèches sédimentables, des particules non sédimentables et des gaz non recueillis. De même, le collecteur de dépôts totaux ne recevra pas toutes les particules sédimentables alors que certaines particules non sédimentables et des gaz seront recueillis.



### Ecart par rapport aux normes :

Il n'y a pas d'écart par rapport à la norme.

Les conditions de l'annexe A de la norme NFX 43-014 « Critères d'implantation de sites d'échantillonnage » sont respectées :

- « Selon la situation faisant l'objet de la surveillance, il convient de tenir compte des obstacles naturels et artificiels et de la direction des vents lors du choix du site de mesure ».
- « Il convient, dans la mesure du possible, que le collecteur ne soit pas exposé dans les zones où soufflent des vents violents non représentatifs comme des côtes, des falaises et le sommet des collines, mais il convient également qu'il ne soit abrité par des arbres hauts ou des bâtiments. Une distance minimale de 1 m de toute structure porteuse est recommandée avec un dégagement libre de tout obstacle d'au moins 180° pour un mur et de 270° sur un toit. Il convient que l'écoulement autour du collecteur soit sans restriction, sans aucune obstruction affectant le débit d'air dans le voisinage de l'échantillonneur. ».
- « Les critères dépendent des caractéristiques du site :
  - a) sites ruraux : il convient qu'il n'y ait pas d'obstacles, tels que des arbres de hauteur dépassant un angle de 30° par rapport au bord du collecteur de précipitations, ni de bâtiments, haies ou caractéristiques topographiques qui puissent donner lieu à des courants ascendants ou descendants [...]
  - b) sites urbains : il convient de chercher à répondre aux mêmes exigences, mais en s'éloignant de quelques mètres de bâtiments, arbres et autres obstacles ».
- « Le sol environnant le point de prélèvement doit être de préférence recouvert d'herbes ou de plantes afin de ne pas être à l'origine de ré-envols de constituants susceptibles d'être captés (poussières, pollens, spores...) ».
- « La hauteur recommandée doit être comprise entre 1,5 m et 2 m au minimum entre le sol et le bord du collecteur, surtout si le sol présente un risque de contamination de l'échantillon. ».

## 4.2 Annexe 2 : Analyses du laboratoire

### 4.2.1 Résultats du 03/08/2017 au 04/09/2017 pour les stations de mesures 1, 2, 4 et 5

SOCOTEC REUNION  
Monsieur Olivier TISSOT  
13 rue Bory Saint Vincent  
Résidence Guetali - Bureau n° 22  
97451 SAINT PIERRE CEDEX - ILE DE LA  
REUNION

---

## RAPPORT D'ANALYSE

---

**Dossier N° : 17E083177**

Version du : 25/09/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-104290-01

Date de réception : 15/09/2017

Référence Dossier : N° Projet : IA

Nom Projet : TERALTA

Référence Commande :

Coordinateur de projet client : Nelly Albrecht / NellyAlbrecht@eurofins.com / +333 88 02 14 39

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Air ambiant	(AIA)	Point 1 - Volume
002	Air ambiant	(AIA)	Point 1 - Volume soluble
003	Air ambiant	(AIA)	Point 1 - Volume Insoluble
004	Air ambiant	(AIA)	Point 2 - Volume
005	Air ambiant	(AIA)	Point 2 - Volume soluble
006	Air ambiant	(AIA)	Point 2 - Volume Insoluble
007	Air ambiant	(AIA)	Point 4 - Volume
008	Air ambiant	(AIA)	Point 4 - Volume soluble
009	Air ambiant	(AIA)	Point 4 - Volume Insoluble
010	Air ambiant	(AIA)	Point 5 - Volume
011	Air ambiant	(AIA)	Point 5 - Volume soluble
012	Air ambiant	(AIA)	Point 5 - Volume Insoluble

## RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E083177

Version du : 25/09/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-104290-01

Date de réception : 15/09/2017

Référence Dossier : N° Projet : IA

Nom Projet : TERALTA

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

	001	002	003	004	005	006
	Point 1 - Volume	Point 1 - Volume soluble	Point 1 - Volume insoluble	Point 2 - Volume	Point 2 - Volume soluble	Point 2 - Volume insoluble
	AIA	AIA	AIA	AIA	AIA	AIA
	04/09/2017	04/09/2017	04/09/2017	04/09/2017	04/09/2017	04/09/2017
	19/09/2017	20/09/2017	20/09/2017	19/09/2017	20/09/2017	20/09/2017

## Paramètres in situ

LS000 : Mesure du volume (par pt de prélèvement)	ml	4190		2010		
--	----	------	--	------	--	--

## Mesures gravimétriques

<b>LS1JF : Retombées atmosphériques Insolubles</b>						
Masse de pouss. insolubles par aliquote	mg		<0.22			0.73
Masse de poussières insolubles / volume total	mg		<3.67			5.87
Incertitude	mg		0.11			0.11
<b>LS1JG : Retombées atmosphériques solubles</b>						
Masse de poussières solubles par aliquote	mg		2.59		0.39	
Masse de poussières solubles / volume total	mg		43.29		3.16	
Incertitude	mg		0.18		0.18	
LKX11 : Fractionnement Poussière	ml	251		250		

**RAPPORT D'ANALYSE**
**Dossier N° : 17E083177**

Version du : 25/09/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-104290-01

Date de réception : 15/09/2017

Référence Dossier : N° Projet : IA

Nom Projet : TERALTA

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

**007**Point 4 -  
Volume

AIA

04/09/2017

19/09/2017

**008**Point 4 -  
Volume  
soluble

AIA

04/09/2017

20/09/2017

**009**Point 4 -  
Volume  
insoluble

AIA

04/09/2017

20/09/2017

**010**Point 5 -  
Volume

AIA

04/09/2017

19/09/2017

**011**Point 5 -  
Volume  
soluble

AIA

04/09/2017

20/09/2017

**012**Point 5 -  
Volume  
insoluble

AIA

04/09/2017

20/09/2017

**Paramètres in situ**

LS000 : Mesure du volume (par pt de prélèvement)	ml	2010		2990	
--	----	------	--	------	--

**Mesures gravimétriques**

<b>LS1JF : Retombées atmosphériques Insolubles</b>						
Masse de pouss. insolubles par aliquote	mg		1.93			11.28
Masse de poussières insolubles / volume total	mg		15.46			134.91
Incertitude	mg		0.11			0.11
<b>LS1JG : Retombées atmosphériques solubles</b>						
Masse de poussières solubles par aliquote	mg		0.93		6.33	
Masse de poussières solubles / volume total	mg		7.47		75.75	
Incertitude	mg		0.18		0.18	
LOX11 : Fractionnement Poussière	ml	251		250		

D : détecté / ND : non détecté

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 6 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministre chargé de l'environnement : <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrain et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : [www.eurofins.fr](http://www.eurofins.fr) ou disponible sur demande.

---

**RAPPORT D'ANALYSE**

---

**Dossier N° : 17E083177**

Version du : 25/09/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-104290-01

Date de réception : 15/09/2017

Référence Dossier : N° Projet : IA

Nom Projet : TERALTA

Référence Commande :



Kevin Gomarín  
Coordinateur de Projets Clients

**Annexe technique**
**Dossier N° : 17E083177**

N° de rapport d'analyse :AR-17-LK-104290-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet :

Référence commande :

**Air ambiant**

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LX011	Fractionnement Poussière	Test interne -			Eurofins Analyse pour l'Environnement France
	Volume Fil Poussière			ml	
	Volume Fil Poussière		ml		
LS000	Mesure du volume (par pt de prélèvement)	Gravimétrie - Méthode interne			
	Volume total			ml	
	Volume total		ml		
LS1JF	Retombées atmosphériques insolubles	Gravimétrie - NF X 43-014			
	Masse de poussières insolubles par aliquote			0,22	mg
	Masse de poussières insolubles par aliquote			0,22	mg
	Masse de poussières insolubles / volume total				mg
	Masse de poussières insolubles / volume total				mg
	Incertitude				mg
	Incertitude		mg		
LS1JG	Retombées atmosphériques solubles				
	Masse de poussières solubles par aliquote			0,37	mg
	Masse de poussières solubles par aliquote			0,37	mg
	Masse de poussières solubles / volume total				mg
	Masse de poussières solubles / volume total				mg
	Incertitude				mg
	Incertitude		mg		

**Annexe de traçabilité des échantillons**
*Cette traçabilité recense les flaconnages des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire*
**Dossier N° : 17E083177**

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-104290-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-266345

 Nom projet : N° Projet : IA  
TERALTA

Référence commande :

**Air ambiant**

Référence Eurofins	Référence Client	Date&Heure Prélèvement	Code-barre	Nom flacon
17E083177-001	Point 1 - Volume	04/09/2017		
17E083177-002	Point 1 - Volume soluble	04/09/2017		
17E083177-003	Point 1 - Volume insoluble	04/09/2017		
17E083177-004	Point 2 - Volume	04/09/2017		
17E083177-005	Point 2 - Volume soluble			
17E083177-006	Point 2 - Volume insoluble			
17E083177-007	Point 4 - Volume			
17E083177-008	Point 4 - Volume soluble			
17E083177-009	Point 4 - Volume insoluble			
17E083177-010	Point 5 - Volume			
17E083177-011	Point 5 - Volume soluble			
17E083177-012	Point 5 - Volume insoluble			

**EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT  
FRANCE SAS**

**SOCOTEC REUNION**  
**Monsieur Olivier TISSOT**  
13 rue Bory Saint Vincent  
Résidence Guetali - Bureau n° 22  
97451 SAINT PIERRE CEDEX - ILE DE LA  
REUNION

---

**RAPPORT D'ANALYSE**

---

**Dossier N° : 17E101002**

Version du : 06/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-123762-01

Date de réception : 31/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : IA

Nom Projet : TERALTA

Référence Commande :

Coordinateur de projet client : Nelly Albrecht / NellyAlbrecht@eurofins.com / +333 88 02 14 39

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Air ambiant	(AIA)	Jauge 3 totale
002	Air ambiant	(AIA)	Jauge 3 soluble
003	Air ambiant	(AIA)	Jauge 3 Insoluble

**RAPPORT D'ANALYSE**
**Dossier N° : 17E101002**

Version du : 06/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-123762-01

Date de réception : 31/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : IA

Nom Projet : TERALTA

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

001	002	003
Jauge 3 totale AIA	Jauge 3 soluble AIA	Jauge 3 insoluble AIA
26/10/2017	26/10/2017	26/10/2017
02/11/2017	02/11/2017	02/11/2017

**Paramètres in situ**
**LS000 : Mesure du volume (par pt  
de prélèvement)** ml 1260

**Mesures gravimétriques**
**LS1JF : Retombées atmosphériques insolubles**

Masse de pouss. insolubles par aliquote	mg	5.53
Masse de poussières insolubles / volume total	mg	* 27.89
Incertitude	mg	0.11

**LS1JG : Retombées atmosphériques solubles**

Masse de poussières solubles par aliquote	mg	4.78
Masse de poussières solubles / volume total	mg	* 24.09
Incertitude	mg	0.18

**LK011 : Fractionnement Poussière** ml 250

D : détecté / ND : non détecté

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 5 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole \*.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe \* correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrain et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : [www.eurofins.fr](http://www.eurofins.fr) ou disponible sur demande.

---

**RAPPORT D'ANALYSE**

---

**Dossier N° : 17E101002**

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-123762-01

Référence Dossier : N° Projet : IA

Nom Projet : TERALTA

Référence Commande :

Version du : 06/11/2017

Date de réception : 31/10/2017



Camille Lincker  
Coordinateur Projets Clients

---

**Annexe technique**


---

**Dossier N° : 17E101002**

N° de rapport d'analyse :AR-17-LK-123762-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-283195

Nom projet : TERALTA

Référence commande :

**Air ambiant**

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :	
L0X11	Fractionnement Poussières	Test Interne -		ml	Eurofins Analyses pour l'Environnement France	
L50DD	Mesure du volume (par pt de prélèvement)	Gravimétrie - Méthode interne		ml		
L51JF	Retombées atmosphériques insolubles	Gravimétrie - NF X 43-014	0,22	Masse de pouss. insolubles par aliquote		mg
	Masse de poussières insolubles / volume total			mg		
	Incertitude			mg		
L51JG	Retombées atmosphériques solubles	Gravimétrie [Pesée après évaporation] - NF X 43-014	0,37	Masse de poussières solubles par aliquote	mg	
	Masse de poussières solubles / volume total			mg		
	Incertitude			mg		

**Annexe de traçabilité des échantillons***Cette traçabilité recense les flaconnages des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire***Dossier N° : 17E101002**

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-123762-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-263195

Nom projet : N° Projet : IA  
TERALTA

Référence commande :

**Air ambiant**

Référence Eurofins	Référence Client	Date&Heure Prélèvement	Code-barre	Nom flacon
17E101002-001	Jauge 3 totale	26/10/2017		
17E101002-002	Jauge 3 soluble			
17E101002-003	Jauge 3 insoluble			

### 4.3 Annexe 3 : Données quotidiennes pluviométrie Météo-France

Mnémonique	Libellé	Unité
RR1	HAUTEUR DE PRECIPITATIONS HORAIRE	MILLIMETRES ET 1/10
T	TEMPERATURE SOUS ABRI HORAIRE	DEG C ET 1/10
FF	VITESSE DU VENT HORAIRE	M/S ET 1/10
DD	DIRECTION DU VENT A 10 M HORAIRE	ROSE DE 360

STATION	DATE	RR1	T	FF	DD
97410238	2017080300	0,00	19,20	3,80	130
97410238	2017080301	0,00	19,20	4,20	130
97410238	2017080302	0,00	19,50	4,00	120
97410238	2017080303	0,00	18,20	2,10	130
97410238	2017080304	0,60	17,00	1,70	130
97410238	2017080305	0,00	18,00	2,30	140
97410238	2017080306	0,00	18,80	4,60	120
97410238	2017080307	0,00	18,60	3,10	150
97410238	2017080308	0,00	19,20	2,50	160
97410238	2017080309	0,00	21,40	2,80	130
97410238	2017080310	0,00	21,60	3,90	130
97410238	2017080311	0,00	21,90	4,60	130
97410238	2017080312	0,00	22,50	6,20	110
97410238	2017080313	0,00	23,20	5,80	110
97410238	2017080314	0,00	22,60	7,20	100
97410238	2017080315	0,00	22,90	7,10	110
97410238	2017080316	0,00	22,30	6,40	110
97410238	2017080317	0,00	21,50	6,30	110
97410238	2017080318	0,00	20,20	5,50	110
97410238	2017080319	0,00	19,80	4,80	120
97410238	2017080320	0,00	19,90	3,90	140
97410238	2017080321	0,00	18,70	1,90	160
97410238	2017080322	0,00	18,70	1,70	170
97410238	2017080323	0,00	19,40	4,00	120
97410238	2017080400	0,00	17,50	2,20	170
97410238	2017080401	0,00	19,40	5,10	120
97410238	2017080402	0,00	18,90	3,20	160
97410238	2017080403	0,00	19,10	4,00	130
97410238	2017080404	0,00	19,20	3,60	130
97410238	2017080405	0,00	18,80	1,90	180
97410238	2017080406	0,00	19,00	4,80	140
97410238	2017080407	0,00	19,30	2,70	150
97410238	2017080408	0,00	19,90	3,50	140
97410238	2017080409	0,00	20,40	3,90	130
97410238	2017080410	0,00	22,40	6,10	120
97410238	2017080411	0,00	22,80	6,20	110
97410238	2017080412	0,00	22,80	7,50	110
97410238	2017080413	0,00	23,00	8,80	110
97410238	2017080414	0,00	22,90	7,10	110
97410238	2017080415	0,00	22,90	7,60	110
97410238	2017080416	0,00	22,00	8,10	110
97410238	2017080417	0,00	21,50	7,80	120
97410238	2017080418	0,00	20,40	8,00	110

STATION	DATE	RR1	T	FF	DD
97410238	2017080419	0,00	19,80	4,70	130
97410238	2017080420	0,00	18,50	2,10	160
97410238	2017080421	0,00	18,20	2,60	150
97410238	2017080422	0,00	18,50	2,60	150
97410238	2017080423	0,00	18,60	3,10	170
97410238	2017080500	0,00	17,80	2,60	150
97410238	2017080501	0,20	16,50	1,40	200
97410238	2017080502	0,00	18,30	1,80	180
97410238	2017080503	0,40	18,00	2,20	200
97410238	2017080504	0,20	17,40	2,40	210
97410238	2017080505	0,00	17,80	2,00	200
97410238	2017080506	0,00	17,90	2,50	210
97410238	2017080507	0,20	17,90	2,50	190
97410238	2017080508	0,20	21,00	4,30	120
97410238	2017080509	0,00	20,70	2,10	150
97410238	2017080510	0,00	20,90	3,70	110
97410238	2017080511	0,20	22,10	2,40	140
97410238	2017080512	0,00	23,90	4,80	110
97410238	2017080513	0,00	23,90	5,30	110
97410238	2017080514	0,00	24,00	5,60	110
97410238	2017080515	0,00	24,10	4,60	100
97410238	2017080516	0,00	23,50	4,40	100
97410238	2017080517	0,00	22,00	4,80	110
97410238	2017080518	0,00	21,10	3,60	130
97410238	2017080519	0,00	19,40	1,70	170
97410238	2017080520	0,00	19,70	2,00	150
97410238	2017080521	0,20	19,50	3,40	120
97410238	2017080522	0,00	19,30	3,00	200
97410238	2017080523	0,00	20,10	2,00	190
97410238	2017080600	0,60	19,20	1,40	150
97410238	2017080601	1,00	18,60	2,20	200
97410238	2017080602	0,00	18,00	2,70	200
97410238	2017080603	0,00	17,70	2,20	200
97410238	2017080604	0,00	17,90	1,50	280
97410238	2017080605	0,00	17,70	3,30	210
97410238	2017080606	0,00	17,80	2,80	210
97410238	2017080607	0,00	17,60	3,40	220
97410238	2017080608	0,00	19,70	2,20	200
97410238	2017080609	0,00	20,70	1,60	340
97410238	2017080610	0,00	24,00	3,00	90
97410238	2017080611	0,00	24,70	3,80	100
97410238	2017080612	0,00	23,10	2,50	120
97410238	2017080613	0,00	24,70	4,30	110
97410238	2017080614	0,00	24,30	3,30	100
97410238	2017080615	0,00	24,40	3,70	110
97410238	2017080616	0,00	23,40	3,90	110
97410238	2017080617	0,00	22,80	2,10	130
97410238	2017080618	0,00	21,10	1,30	180
97410238	2017080619	0,00	20,10	1,90	210
97410238	2017080620	0,00	19,50	2,10	210
97410238	2017080621	0,00	19,70	2,40	220
97410238	2017080622	0,00	19,60	2,10	210
97410238	2017080623	0,00	19,30	2,40	210
97410238	2017080700	0,00	20,00	2,60	210

STATION	DATE	RR1	T	FF	DD
97410238	2017080701	0,00	19,60	3,40	220
97410238	2017080702	0,00	19,50	3,00	220
97410238	2017080703	0,20	19,10	3,30	210
97410238	2017080704	0,00	18,90	3,10	220
97410238	2017080705	0,00	19,40	3,20	220
97410238	2017080706	0,00	19,00	0,60	70
97410238	2017080707	0,00	19,20	2,60	220
97410238	2017080708	0,00	20,50	2,60	220
97410238	2017080709	0,00	24,20	1,30	180
97410238	2017080710	0,00	24,80	2,40	120
97410238	2017080711	0,00	25,80	2,70	90
97410238	2017080712	0,00	25,30	4,80	100
97410238	2017080713	0,00	25,20	4,40	100
97410238	2017080714	0,00	24,90	5,10	110
97410238	2017080715	0,00	25,00	4,50	100
97410238	2017080716	0,00	24,10	4,70	100
97410238	2017080717	0,00	22,90	4,40	110
97410238	2017080718	0,00	22,30	4,00	120
97410238	2017080719	0,00	22,10	2,40	130
97410238	2017080720	0,00	21,50	2,60	120
97410238	2017080721	0,00	19,90	2,90	260
97410238	2017080722	0,00	18,60	1,70	180
97410238	2017080723	0,00	20,50	2,50	150
97410238	2017080800	0,00	20,40	2,70	150
97410238	2017080801	0,00	20,70	3,00	140
97410238	2017080802	0,00	20,30	1,80	140
97410238	2017080803	0,00	20,40	3,50	120
97410238	2017080804	0,00	19,60	1,40	150
97410238	2017080805	0,00	19,30	0,90	240
97410238	2017080806	1,20	18,70	1,80	240
97410238	2017080807	0,20	18,70	1,60	180
97410238	2017080808	2,20	19,50	3,10	120
97410238	2017080809	0,60	19,40	4,70	210
97410238	2017080810	0,00	20,60	3,90	210
97410238	2017080811	0,00	24,10	3,50	220
97410238	2017080812	0,00	25,80	3,30	100
97410238	2017080813	0,00	25,20	4,10	100
97410238	2017080814	0,00	25,60	3,40	120
97410238	2017080815	0,00	24,70	4,30	110
97410238	2017080816	0,00	23,70	4,10	120
97410238	2017080817	0,00	21,80	4,90	140
97410238	2017080818	0,00	21,50	4,30	190
97410238	2017080819	0,00	21,90	2,20	210
97410238	2017080820	0,00	21,60	1,20	190
97410238	2017080821	0,00	20,80	1,60	200
97410238	2017080822	0,00	20,80	4,00	130
97410238	2017080823	3,00	18,60	3,80	220
97410238	2017080900	0,00	19,00	3,20	210
97410238	2017080901	1,20	19,00	1,80	250
97410238	2017080902	0,20	18,60	1,30	160
97410238	2017080903	0,00	18,30	1,90	200
97410238	2017080904	0,00	18,70	1,50	180
97410238	2017080905	0,00	19,00	1,50	170
97410238	2017080906	0,00	18,70	1,40	190

STATION	DATE	RR1	T	FF	DD
97410238	2017080907	0,00	19,10	1,90	160
97410238	2017080908	0,00	22,30	4,70	120
97410238	2017080909	0,00	23,60	5,50	110
97410238	2017080910	0,00	24,10	6,60	100
97410238	2017080911	0,00	24,30	7,50	100
97410238	2017080912	0,00	24,30	8,00	100
97410238	2017080913	0,00	24,40	8,50	100
97410238	2017080914	0,00	24,20	8,50	100
97410238	2017080915	0,00	24,20	7,30	110
97410238	2017080916	0,00	23,80	8,20	110
97410238	2017080917	0,00	22,60	6,80	110
97410238	2017080918	0,00	21,80	5,80	110
97410238	2017080919	0,00	21,50	5,20	110
97410238	2017080920	0,00	21,70	6,50	110
97410238	2017080921	0,00	21,80	6,60	110
97410238	2017080922	0,00	20,90	4,10	130
97410238	2017080923	0,00	20,80	3,30	130
97410238	2017081000	0,00	21,40	4,30	130
97410238	2017081001	0,00	21,30	5,00	120
97410238	2017081002	0,00	20,90	4,20	130
97410238	2017081003	0,00	20,80	4,70	130
97410238	2017081004	0,20	20,00	2,20	150
97410238	2017081005	0,00	20,00	3,20	140
97410238	2017081006	0,00	19,70	3,40	140
97410238	2017081007	0,80	19,40	3,40	140
97410238	2017081008	0,00	20,90	3,90	130
97410238	2017081009	1,60	20,30	2,10	140
97410238	2017081010	0,00	22,60	5,10	130
97410238	2017081011	0,00	23,80	7,50	120
97410238	2017081012	1,00	22,90	6,40	120
97410238	2017081013	0,00	23,10	6,90	120
97410238	2017081014	0,00	23,50	7,70	110
97410238	2017081015	0,00	22,60	5,90	120
97410238	2017081016	0,00	20,40	6,70	120
97410238	2017081017	0,00	20,10	7,50	120
97410238	2017081018	0,20	20,40	4,50	130
97410238	2017081019	0,00	20,30	4,50	140
97410238	2017081020	0,00	20,30	4,90	130
97410238	2017081021	0,00	19,40	4,00	150
97410238	2017081022	0,20	19,40	4,30	140
97410238	2017081023	0,00	19,40	3,50	150
97410238	2017081100	0,00	19,50	3,00	140
97410238	2017081101	0,00	19,50	4,40	140
97410238	2017081102	0,00	19,70	4,70	130
97410238	2017081103	0,00	19,70	5,30	130
97410238	2017081104	0,00	19,80	5,00	130
97410238	2017081105	0,00	19,50	4,50	130
97410238	2017081106	0,00	17,80	2,50	180
97410238	2017081107	0,00	17,60	2,60	170
97410238	2017081108	0,00	21,20	3,40	140
97410238	2017081109	0,00	21,60	4,20	140
97410238	2017081110	0,00	22,00	5,20	120
97410238	2017081111	0,00	23,50	6,10	120
97410238	2017081112	0,00	23,50	7,00	110

STATION	DATE	RR1	T	FF	DD
97410238	2017081113	0,00	24,00	7,90	110
97410238	2017081114	0,00	24,40	7,20	110
97410238	2017081115	0,00	23,80	5,10	110
97410238	2017081116	0,00	23,20	6,00	110
97410238	2017081117	1,00	19,60	4,20	120
97410238	2017081118	0,00	19,80	2,50	150
97410238	2017081119	1,20	18,80	2,00	190
97410238	2017081120	0,20	19,10	2,50	180
97410238	2017081121	2,80	18,70	1,80	170
97410238	2017081122	0,20	19,60	2,60	160
97410238	2017081123	0,60	19,20	1,90	150
97410238	2017081200	0,20	20,90	5,20	120
97410238	2017081201	0,00	19,10	2,40	170
97410238	2017081202	0,00	19,10	1,50	170
97410238	2017081203	0,00	20,30	5,40	110
97410238	2017081204	0,80	18,80	5,00	120
97410238	2017081205	0,00	17,40	3,10	200
97410238	2017081206	1,20	17,00	2,40	220
97410238	2017081207	0,00	18,50	2,20	170
97410238	2017081208	0,00	21,10	1,90	150
97410238	2017081209	0,00	22,40	4,30	130
97410238	2017081210	0,00	23,20	5,80	100
97410238	2017081211	0,00	23,70	5,70	120
97410238	2017081212	0,00	23,80	5,20	120
97410238	2017081213	0,00	23,60	5,80	120
97410238	2017081214	0,00	23,70	6,90	110
97410238	2017081215	0,00	23,40	6,90	110
97410238	2017081216	0,00	23,10	5,30	120
97410238	2017081217	0,00	22,40	5,70	120
97410238	2017081218	0,00	21,10	5,80	120
97410238	2017081219	0,00	20,30	5,10	130
97410238	2017081220	0,00	18,60	5,80	130
97410238	2017081221	0,20	19,50	4,30	130
97410238	2017081222	0,00	19,50	2,40	150
97410238	2017081223	0,60	19,10	6,10	120
97410238	2017081300	0,40	19,20	6,50	100
97410238	2017081301	0,80	19,60	7,40	110
97410238	2017081302	0,00	19,80	5,70	100
97410238	2017081303	2,40	18,90	4,00	130
97410238	2017081304	2,80	18,70	3,70	140
97410238	2017081305	0,00	18,60	2,70	150
97410238	2017081306	1,40	18,40	3,30	140
97410238	2017081307	0,40	19,10	4,20	110
97410238	2017081308	0,00	19,40	2,20	160
97410238	2017081309	0,00	21,80	2,90	130
97410238	2017081310	0,00	23,10	6,40	120
97410238	2017081311	0,00	23,10	5,90	120
97410238	2017081312	0,00	23,60	6,80	110
97410238	2017081313	0,00	23,50	7,50	110
97410238	2017081314	0,00	22,70	6,10	120
97410238	2017081315	0,00	22,90	5,90	120
97410238	2017081316	0,00	22,10	4,10	120
97410238	2017081317	0,00	21,60	3,70	130
97410238	2017081318	0,40	18,90	3,40	140

STATION	DATE	RR1	T	FF	DD
97410238	2017081319	0,00	19,10	3,10	150
97410238	2017081320	0,20	19,10	2,90	150
97410238	2017081321	0,00	18,90	2,80	180
97410238	2017081322	0,20	18,30	3,20	190
97410238	2017081323	0,20	18,30	3,50	210
97410238	2017081400	0,00	18,40	2,70	190
97410238	2017081401	0,00	17,70	2,50	200
97410238	2017081402	0,60	18,30	2,30	170
97410238	2017081403	0,00	17,40	2,70	210
97410238	2017081404	0,00	16,60	2,30	210
97410238	2017081405	1,00	16,50	2,90	200
97410238	2017081406	0,20	18,00	2,90	180
97410238	2017081407	1,60	17,60	2,90	140
97410238	2017081408	0,40	19,30	2,80	150
97410238	2017081409	1,20	19,30	2,30	170
97410238	2017081410	0,40	19,70	3,70	140
97410238	2017081411	0,00	21,40	3,70	130
97410238	2017081412	1,00	20,50	2,80	140
97410238	2017081413	1,20	20,10	1,90	180
97410238	2017081414	0,80	20,00	3,80	90
97410238	2017081415	0,20	20,50	1,50	200
97410238	2017081416	0,00	20,40	3,10	160
97410238	2017081417	1,80	19,20	2,80	190
97410238	2017081418	5,90	18,50	2,60	220
97410238	2017081419	3,60	18,90	2,90	210
97410238	2017081420	3,00	19,30	3,30	160
97410238	2017081421	0,00	19,50	3,10	140
97410238	2017081422	8,90	19,10	3,50	50
97410238	2017081423	1,00	20,90	5,50	110
97410238	2017081500	0,00	21,30	5,00	110
97410238	2017081501	0,00	21,50	4,30	110
97410238	2017081502	0,00	21,40	4,70	100
97410238	2017081503	0,60	21,10	4,30	120
97410238	2017081504	0,60	20,60	3,00	150
97410238	2017081505	0,00	19,20	1,70	170
97410238	2017081506	0,00	18,90	2,90	190
97410238	2017081507	0,00	19,30	2,20	190
97410238	2017081508	0,00	21,40	1,50	160
97410238	2017081509	0,00	22,80	3,60	140
97410238	2017081510	0,00	24,00	4,00	110
97410238	2017081511	0,00	24,40	4,50	110
97410238	2017081512	0,00	23,60	3,80	110
97410238	2017081513	0,00	23,10	3,90	110
97410238	2017081514	0,00	23,10	3,40	110
97410238	2017081515	0,00	22,20	1,30	150
97410238	2017081516	0,00	22,30	1,60	160
97410238	2017081517	0,00	22,20	1,60	180
97410238	2017081518	0,00	21,40	1,80	200
97410238	2017081519	0,40	19,10	2,30	200
97410238	2017081520	0,60	18,60	2,90	230
97410238	2017081521	0,80	18,70	2,70	220
97410238	2017081522	0,00	18,60	2,40	210
97410238	2017081523	0,00	18,60	2,80	210
97410238	2017081600	0,00	19,20	2,20	190

STATION	DATE	RR1	T	FF	DD
97410238	2017081601	0,80	18,90	1,70	210
97410238	2017081602	0,20	18,90	2,00	200
97410238	2017081603	1,60	18,30	2,50	220
97410238	2017081604	0,20	18,90	1,10	200
97410238	2017081605	0,80	18,60	1,70	270
97410238	2017081606	0,00	19,00	1,80	210
97410238	2017081607	0,00	19,40	2,50	220
97410238	2017081608	0,40	19,50	2,60	130
97410238	2017081609	1,60	19,40	2,00	210
97410238	2017081610	0,80	19,90	1,90	230
97410238	2017081611	3,00	20,00	1,90	240
97410238	2017081612	2,60	21,20	2,30	130
97410238	2017081613	1,00	21,00	2,30	140
97410238	2017081614	0,60	20,90	2,50	180
97410238	2017081615	0,00	23,50	1,80	200
97410238	2017081616	0,00	23,60	1,60	170
97410238	2017081617	1,60	20,80	1,90	210
97410238	2017081618	0,00	20,60	1,80	200
97410238	2017081619	0,60	19,90	1,60	240
97410238	2017081620	0,00	19,90	1,10	110
97410238	2017081621	0,20	19,40	3,00	210
97410238	2017081622	1,80	19,50	2,50	190
97410238	2017081623	3,80	19,60	2,90	190
97410238	2017081700	3,00	21,70	4,00	100
97410238	2017081701	0,00	21,90	4,00	110
97410238	2017081702	0,00	20,60	1,80	180
97410238	2017081703	0,00	20,30	2,30	200
97410238	2017081704	0,00	20,40	2,20	190
97410238	2017081705	0,00	19,40	2,60	210
97410238	2017081706	0,40	19,30	1,30	220
97410238	2017081707	0,40	19,10	2,70	210
97410238	2017081708	0,00	20,30	3,10	210
97410238	2017081709	0,00	22,00	2,10	170
97410238	2017081710	0,00	25,60	1,60	180
97410238	2017081711	0,00	25,10	3,10	110
97410238	2017081712	0,00	24,40	3,60	100
97410238	2017081713	1,60	23,30	1,60	190
97410238	2017081714	0,00	23,30	4,30	100
97410238	2017081715	0,00	23,90	3,50	120
97410238	2017081716	0,00	22,80	4,00	90
97410238	2017081717	0,00	22,70	0,80	140
97410238	2017081718	0,60	20,30	2,60	180
97410238	2017081719	0,40	19,90	2,80	210
97410238	2017081720	0,00	20,70	2,80	160
97410238	2017081721	0,80	20,60	2,60	160
97410238	2017081722	0,80	20,90	1,80	170
97410238	2017081723	0,00	22,00	2,30	100
97410238	2017081800	0,00	22,20	3,80	120
97410238	2017081801	0,60	20,60	1,90	190
97410238	2017081802	0,00	21,90	2,80	110
97410238	2017081803	0,20	21,80	2,90	110
97410238	2017081804	0,00	20,50	2,00	180
97410238	2017081805	0,40	19,90	2,40	190
97410238	2017081806	0,80	19,80	2,20	180

STATION	DATE	RR1	T	FF	DD
97410238	2017081807	0,00	19,60	2,10	200
97410238	2017081808	0,00	19,90	2,00	190
97410238	2017081809	0,00	23,20	1,90	140
97410238	2017081810	0,00	24,40	5,00	110
97410238	2017081811	0,00	24,60	5,30	110
97410238	2017081812	0,00	25,10	4,70	110
97410238	2017081813	0,00	25,10	5,00	110
97410238	2017081814	0,00	24,90	5,60	100
97410238	2017081815	0,00	24,70	4,80	100
97410238	2017081816	0,00	24,00	3,80	110
97410238	2017081817	0,00	23,60	4,40	120
97410238	2017081818	0,00	21,80	3,20	130
97410238	2017081819	4,20	19,60	2,60	190
97410238	2017081820	0,00	20,00	1,90	200
97410238	2017081821	0,20	20,10	2,30	210
97410238	2017081822	0,00	20,30	2,00	200
97410238	2017081823	0,00	19,40	1,90	210
97410238	2017081900	0,00	18,70	2,00	200
97410238	2017081901	0,00	18,00	2,00	200
97410238	2017081902	0,00	19,00	3,80	210
97410238	2017081903	0,00	18,50	3,10	220
97410238	2017081904	0,00	18,70	3,00	210
97410238	2017081905	0,00	19,10	3,20	210
97410238	2017081906	0,00	19,10	3,00	220
97410238	2017081907	0,00	20,00	1,50	100
97410238	2017081908	7,50	18,70	3,40	210
97410238	2017081909	0,00	20,40	2,80	210
97410238	2017081910	0,00	23,20	3,00	210
97410238	2017081911	0,00	25,30	2,40	120
97410238	2017081912	0,00	26,00	1,70	90
97410238	2017081913	0,00	25,80	2,50	100
97410238	2017081914	0,00	25,70	3,00	100
97410238	2017081915	0,00	23,20	6,10	120
97410238	2017081916	0,00	24,60	1,50	180
97410238	2017081917	0,00	24,40	1,60	130
97410238	2017081918	0,00	23,20	1,70	140
97410238	2017081919	1,20	20,10	3,00	210
97410238	2017081920	0,00	20,30	2,20	200
97410238	2017081921	0,00	20,70	2,00	200
97410238	2017081922	2,80	20,20	2,20	200
97410238	2017081923	0,00	20,00	2,40	210
97410238	2017082000	0,00	19,90	2,00	200
97410238	2017082001	0,00	19,30	2,80	210
97410238	2017082002	0,20	19,10	3,30	210
97410238	2017082003	0,00	19,00	3,60	210
97410238	2017082004	1,00	19,00	2,40	160
97410238	2017082005	0,60	18,80	4,00	220
97410238	2017082006	0,00	19,00	3,10	220
97410238	2017082007	0,00	19,60	3,50	220
97410238	2017082008	0,00	21,20	2,50	210
97410238	2017082009	0,00	23,00	1,60	220
97410238	2017082010	0,00	24,80	1,80	100
97410238	2017082011	0,00	21,40	2,60	130
97410238	2017082012	3,60	21,40	1,90	220

STATION	DATE	RR1	T	FF	DD
97410238	2017082013	0,00	24,30	1,40	190
97410238	2017082014	0,00	24,80	2,10	110
97410238	2017082015	0,00	23,60	3,90	110
97410238	2017082016	0,00	23,60	3,80	100
97410238	2017082017	0,20	22,00	2,80	120
97410238	2017082018	0,00	21,00	3,00	130
97410238	2017082019	0,00	20,30	0,90	180
97410238	2017082020	4,80	19,80	1,80	220
97410238	2017082021	14,40	19,60	2,80	200
97410238	2017082022	2,60	19,00	4,10	220
97410238	2017082023	1,80	19,40	5,20	220
97410238	2017082100	0,20	19,30	3,40	230
97410238	2017082101	2,00	19,10	2,80	220
97410238	2017082102	0,40	19,00	3,20	220
97410238	2017082103	0,00	19,40	2,80	210
97410238	2017082104	0,00	19,60	2,50	220
97410238	2017082105	0,00	20,00	2,40	210
97410238	2017082106	0,00	19,90	2,20	210
97410238	2017082107	0,00	20,30	1,90	200
97410238	2017082108	0,00	23,20	0,90	200
97410238	2017082109	0,00	24,70	2,40	100
97410238	2017082110	0,00	25,70	2,40	100
97410238	2017082111	0,00	26,00	2,80	90
97410238	2017082112	0,00	25,60	2,10	110
97410238	2017082113	0,00	25,50	2,70	100
97410238	2017082114	0,00	25,90	2,20	90
97410238	2017082115	0,00	25,50	3,20	100
97410238	2017082116	0,00	24,60	2,00	70
97410238	2017082117	0,00	24,00	1,00	140
97410238	2017082118	0,00	23,60	0,90	220
97410238	2017082119	0,00	20,70	2,10	220
97410238	2017082120	0,00	21,10	0,80	260
97410238	2017082121	0,00	20,30	1,60	220
97410238	2017082122	0,00	20,40	1,20	200
97410238	2017082123	0,00	19,40	1,90	220
97410238	2017082200	0,00	20,40	2,10	180
97410238	2017082201	0,00	20,90	0,90	190
97410238	2017082202	0,00	20,10	0,00	0
97410238	2017082203	0,00	19,90	2,70	270
97410238	2017082204	0,80	19,60	0,00	0
97410238	2017082205	0,00	19,40	0,70	150
97410238	2017082206	0,00	19,10	1,20	280
97410238	2017082207	0,00	19,10	0,00	0
97410238	2017082208	0,00	20,00	0,00	0
97410238	2017082209	0,00	23,20	2,40	250
97410238	2017082210	0,00	24,60	1,90	20
97410238	2017082211	0,00	26,00	2,70	350
97410238	2017082212	0,00	26,90	3,40	40
97410238	2017082213	0,00	26,40	2,30	20
97410238	2017082214	0,00	24,70	1,40	90
97410238	2017082215	0,00	26,50	1,60	60
97410238	2017082216	0,00	24,90	1,30	90
97410238	2017082217	0,00	24,40	0,50	90
97410238	2017082218	0,00	23,50	0,00	0

STATION	DATE	RR1	T	FF	DD
97410238	2017082219	0,00	21,80	1,00	230
97410238	2017082220	0,00	20,30	1,40	210
97410238	2017082221	0,00	19,40	2,90	220
97410238	2017082222	0,00	19,10	0,60	250
97410238	2017082223	0,00	18,30	0,00	0
97410238	2017082300	0,00	18,20	1,80	200
97410238	2017082301	0,00	18,00	1,70	160
97410238	2017082302	0,00	18,00	1,90	220
97410238	2017082303	0,00	17,90	1,30	250
97410238	2017082304	0,00	17,60	2,20	230
97410238	2017082305	0,00	17,60	3,00	220
97410238	2017082306	0,00	18,00	2,70	200
97410238	2017082307	0,00	17,50	1,90	210
97410238	2017082308	0,00	23,20	0,80	200
97410238	2017082309	0,00	25,10	1,80	130
97410238	2017082310	0,00	25,30	2,90	100
97410238	2017082311	0,00	25,70	4,40	100
97410238	2017082312	0,00	25,80	3,60	90
97410238	2017082313	0,00	25,70	3,00	80
97410238	2017082314	0,00	25,60	2,70	100
97410238	2017082315	0,00	25,40	3,60	90
97410238	2017082316	0,00	25,20	2,60	100
97410238	2017082317	0,00	24,10	2,50	100
97410238	2017082318	0,00	22,30	1,00	180
97410238	2017082319	0,00	20,60	1,90	210
97410238	2017082320	0,00	19,60	2,70	220
97410238	2017082321	0,00	19,60	2,50	210
97410238	2017082322	0,00	19,80	2,80	220
97410238	2017082323	0,00	20,50	2,80	220
97410238	2017082400	0,00	19,50	3,00	220
97410238	2017082401	0,00	19,30	3,10	220
97410238	2017082402	0,00	19,30	3,80	220
97410238	2017082403	0,00	20,20	1,50	200
97410238	2017082404	0,00	20,70	2,80	220
97410238	2017082405	0,00	20,10	2,30	210
97410238	2017082406	0,00	19,40	3,20	220
97410238	2017082407	0,00	19,80	2,40	210
97410238	2017082408	0,00	23,70	1,60	220
97410238	2017082409	0,00	25,60	2,40	100
97410238	2017082410	0,00	25,80	3,00	100
97410238	2017082411	0,00	25,30	3,60	90
97410238	2017082412	0,00	26,40	2,90	100
97410238	2017082413	0,00	26,20	2,90	90
97410238	2017082414	0,00	26,10	3,60	100
97410238	2017082415	0,00	26,00	3,70	100
97410238	2017082416	0,00	25,80	3,30	90
97410238	2017082417	0,00	25,40	3,20	110
97410238	2017082418	0,00	24,10	2,50	110
97410238	2017082419	0,00	23,40	1,40	170
97410238	2017082420	0,20	22,10	2,20	130
97410238	2017082421	0,00	21,20	1,60	190
97410238	2017082422	0,00	21,30	2,00	210
97410238	2017082423	0,00	21,30	1,40	200
97410238	2017082500	0,00	20,90	1,60	210

STATION	DATE	RR1	T	FF	DD
97410238	2017082501	0,00	21,10	1,50	200
97410238	2017082502	0,00	21,50	2,10	200
97410238	2017082503	0,00	20,40	2,00	210
97410238	2017082504	1,60	20,90	1,70	230
97410238	2017082505	0,20	21,30	1,70	190
97410238	2017082506	0,00	21,70	1,40	190
97410238	2017082507	0,00	22,20	1,10	160
97410238	2017082508	0,00	24,60	1,30	120
97410238	2017082509	0,00	25,90	2,30	100
97410238	2017082510	0,00	26,10	2,90	90
97410238	2017082511	0,00	26,50	2,90	90
97410238	2017082512	0,00	26,30	3,20	90
97410238	2017082513	0,00	26,70	3,00	100
97410238	2017082514	0,00	26,50	3,30	100
97410238	2017082515	0,00	26,60	2,50	90
97410238	2017082516	0,00	25,90	2,80	100
97410238	2017082517	0,00	25,10	2,80	120
97410238	2017082518	0,00	23,30	1,20	190
97410238	2017082519	0,00	22,30	2,20	200
97410238	2017082520	0,00	22,80	1,70	190
97410238	2017082521	0,00	22,20	1,10	160
97410238	2017082522	0,00	22,60	1,10	140
97410238	2017082523	0,00	22,30	2,00	190
97410238	2017082600	0,00	21,30	2,10	210
97410238	2017082601	1,00	20,30	3,00	220
97410238	2017082602	0,20	19,70	2,80	220
97410238	2017082603	0,00	20,00	3,00	210
97410238	2017082604	0,00	19,80	3,60	220
97410238	2017082605	0,00	19,50	3,20	210
97410238	2017082606	0,00	20,00	3,40	210
97410238	2017082607	6,10	19,00	2,80	250
97410238	2017082608	1,20	19,70	2,10	250
97410238	2017082609	0,00	22,30	1,80	210
97410238	2017082610	10,60	21,70	2,30	200
97410238	2017082611	0,00	24,50	2,20	120
97410238	2017082612	0,00	25,40	4,40	100
97410238	2017082613	0,00	25,60	4,60	100
97410238	2017082614	0,00	25,30	4,10	110
97410238	2017082615	0,00	25,20	4,20	110
97410238	2017082616	0,00	24,90	4,20	100
97410238	2017082617	0,00	24,10	2,90	120
97410238	2017082618	0,00	22,20	1,00	160
97410238	2017082619	0,00	20,00	2,00	210
97410238	2017082620	0,00	18,90	2,20	200
97410238	2017082621	0,00	18,60	1,70	200
97410238	2017082622	0,00	18,60	2,30	210
97410238	2017082623	0,00	19,00	2,50	210
97410238	2017082700	0,00	19,20	2,40	210
97410238	2017082701	0,00	18,80	3,20	220
97410238	2017082702	0,00	19,10	3,40	210
97410238	2017082703	0,00	19,40	3,20	210
97410238	2017082704	0,00	20,00	2,60	200
97410238	2017082705	0,00	18,70	3,30	220
97410238	2017082706	0,00	18,90	1,40	230

STATION	DATE	RR1	T	FF	DD
97410238	2017082707	0,00	19,80	3,10	220
97410238	2017082708	0,00	24,00	1,80	220
97410238	2017082709	0,00	23,70	1,30	120
97410238	2017082710	0,20	23,80	1,50	120
97410238	2017082711	0,00	25,70	2,90	90
97410238	2017082712	0,00	25,60	3,30	100
97410238	2017082713	0,00	25,80	3,40	90
97410238	2017082714	0,00	25,70	4,10	90
97410238	2017082715	0,00	25,30	4,00	100
97410238	2017082716	0,00	25,30	3,60	110
97410238	2017082717	0,00	23,80	2,80	110
97410238	2017082718	0,00	23,10	2,10	110
97410238	2017082719	0,00	22,50	1,00	140
97410238	2017082720	0,00	21,40	1,80	200
97410238	2017082721	0,00	19,70	2,90	220
97410238	2017082722	0,00	19,30	2,50	210
97410238	2017082723	0,00	18,60	3,00	220
97410238	2017082800	0,00	19,20	2,70	210
97410238	2017082801	0,00	19,10	3,50	220
97410238	2017082802	0,20	19,90	0,90	160
97410238	2017082803	0,80	18,90	2,40	200
97410238	2017082804	0,00	19,00	1,70	200
97410238	2017082805	1,20	19,60	1,50	190
97410238	2017082806	0,00	19,20	2,50	210
97410238	2017082807	0,20	19,70	1,40	170
97410238	2017082808	0,40	19,80	2,40	170
97410238	2017082809	6,30	20,80	1,80	170
97410238	2017082810	0,00	22,50	1,20	150
97410238	2017082811	0,00	26,20	2,10	190
97410238	2017082812	0,00	26,00	1,40	70
97410238	2017082813	0,00	25,60	3,20	100
97410238	2017082814	0,00	25,60	2,60	90
97410238	2017082815	0,00	25,50	3,30	110
97410238	2017082816	0,00	24,70	2,60	100
97410238	2017082817	0,00	24,10	1,30	150
97410238	2017082818	0,00	23,00	1,10	150
97410238	2017082819	0,00	21,80	1,10	200
97410238	2017082820	0,00	21,90	1,50	190
97410238	2017082821	0,00	21,10	1,50	210
97410238	2017082822	0,00	21,60	1,80	190
97410238	2017082823	0,00	20,90	2,20	210
97410238	2017082900	2,00	20,70	2,30	190
97410238	2017082901	0,40	19,80	1,80	200
97410238	2017082902	0,00	19,20	2,90	220
97410238	2017082903	4,00	20,20	2,30	170
97410238	2017082904	8,70	20,00	2,50	180
97410238	2017082905	5,60	19,80	2,60	210
97410238	2017082906	0,60	19,30	3,00	210
97410238	2017082907	0,00	19,80	3,30	220
97410238	2017082908	2,00	19,90	1,00	210
97410238	2017082909	3,00	21,30	3,00	220
97410238	2017082910	0,00	25,30	1,00	350
97410238	2017082911	0,00	26,70	2,70	40
97410238	2017082912	0,00	26,70	2,60	20

STATION	DATE	RR1	T	FF	DD
97410238	2017082913	0,00	26,70	2,40	40
97410238	2017082914	0,00	26,50	2,00	30
97410238	2017082915	0,00	26,20	1,80	20
97410238	2017082916	0,00	25,40	1,70	30
97410238	2017082917	0,00	24,20	1,10	50
97410238	2017082918	0,00	23,10	0,50	220
97410238	2017082919	0,00	22,00	1,80	200
97410238	2017082920	0,80	21,00	2,90	240
97410238	2017082921	0,40	20,50	3,00	220
97410238	2017082922	0,80	21,20	0,90	200
97410238	2017082923	5,80	20,90	3,30	230
97410238	2017083000	2,80	20,70	3,20	300
97410238	2017083001	9,20	19,80	5,60	210
97410238	2017083002	24,50	20,00	1,90	230
97410238	2017083003	14,40	19,30	1,30	200
97410238	2017083004	3,20	19,00	1,70	280
97410238	2017083005	1,00	18,80	0,70	220
97410238	2017083006	0,00	18,50	0,50	240
97410238	2017083007	0,00	18,40	1,00	220
97410238	2017083008	0,00	20,20	0,00	0
97410238	2017083009	0,00	22,20	0,90	40
97410238	2017083010	0,00	24,00	1,40	50
97410238	2017083011	0,00	24,80	1,50	70
97410238	2017083012	0,00	25,80	2,00	20
97410238	2017083013	0,00	24,70	2,90	20
97410238	2017083014	0,40	23,30	2,10	20
97410238	2017083015	5,00	22,20	0,70	110
97410238	2017083016	2,80	21,10	1,00	280
97410238	2017083017	0,00	21,20	2,00	220
97410238	2017083018	0,00	21,20	0,00	0
97410238	2017083019	0,00	19,20	2,00	220
97410238	2017083020	0,00	18,50	2,10	220
97410238	2017083021	0,00	18,20	1,50	210
97410238	2017083022	0,00	18,40	2,30	220
97410238	2017083023	0,00	18,30	2,50	220
97410238	2017083100	0,00	18,30	2,60	210
97410238	2017083101	0,00	17,60	2,20	210
97410238	2017083102	0,00	17,90	3,20	210
97410238	2017083103	0,00	18,20	3,10	220
97410238	2017083104	0,00	17,80	2,40	230
97410238	2017083105	0,00	17,60	2,90	210
97410238	2017083106	0,00	17,70	3,50	220
97410238	2017083107	0,00	18,70	2,30	210
97410238	2017083108	0,00	23,30	0,80	180
97410238	2017083109	0,00	25,80	1,00	80
97410238	2017083110	0,00	25,70	2,30	60
97410238	2017083111	0,00	26,30	2,80	90
97410238	2017083112	0,00	25,80	5,00	100
97410238	2017083113	0,00	26,20	4,70	100
97410238	2017083114	0,00	25,50	4,90	90
97410238	2017083115	0,00	24,90	4,20	110
97410238	2017083116	0,00	24,70	2,50	130
97410238	2017083117	0,00	24,70	0,50	230
97410238	2017083118	0,00	23,50	2,40	110

STATION	DATE	RR1	T	FF	DD
97410238	2017083119	0,00	22,10	0,90	80
97410238	2017083120	0,00	20,30	2,50	260
97410238	2017083121	0,00	19,80	1,40	260
97410238	2017083122	0,00	19,50	1,20	210
97410238	2017083123	0,00	19,10	1,40	230
97410238	2017090100	0,00	19,10	1,40	230
97410238	2017090101	0,00	18,60	1,90	210
97410238	2017090102	0,00	18,60	1,90	180
97410238	2017090103	0,00	18,80	3,40	220
97410238	2017090104	0,00	19,10	2,80	210
97410238	2017090105	0,00	19,30	3,10	220
97410238	2017090106	0,00	19,20	3,50	220
97410238	2017090107	0,00	19,50	3,20	220
97410238	2017090108	0,00	24,20	1,60	220
97410238	2017090109	0,00	25,50	2,20	90
97410238	2017090110	0,00	25,80	3,00	110
97410238	2017090111	0,00	25,60	4,50	100
97410238	2017090112	0,00	25,90	4,60	110
97410238	2017090113	0,00	25,80	5,40	110
97410238	2017090114	0,00	25,60	5,00	110
97410238	2017090115	0,00	25,00	4,70	100
97410238	2017090116	0,00	24,90	4,00	110
97410238	2017090117	0,00	24,30	4,30	110
97410238	2017090118	0,00	23,90	3,40	130
97410238	2017090119	0,00	22,70	1,60	120
97410238	2017090120	0,00	22,10	2,90	120
97410238	2017090121	0,00	21,40	1,10	190
97410238	2017090122	2,40	21,00	3,00	140
97410238	2017090123	0,40	20,30	1,40	190
97410238	2017090200	1,60	20,70	2,60	170
97410238	2017090201	0,20	20,80	2,10	160
97410238	2017090202	0,00	20,50	1,80	200
97410238	2017090203	0,20	20,30	2,70	200
97410238	2017090204	0,00	20,40	2,10	210
97410238	2017090205	0,40	20,40	1,70	200
97410238	2017090206	0,00	20,50	1,50	190
97410238	2017090207	1,00	20,90	1,20	200
97410238	2017090208	0,00	21,70	1,00	180
97410238	2017090209	0,00	24,90	3,00	120
97410238	2017090210	0,00	25,40	3,80	110
97410238	2017090211	0,00	25,40	4,50	110
97410238	2017090212	0,00	25,80	4,40	100
97410238	2017090213	0,00	25,70	4,50	100
97410238	2017090214	0,00	25,60	4,80	100
97410238	2017090215	0,00	25,60	4,50	100
97410238	2017090216	0,00	25,80	3,30	110
97410238	2017090217	0,00	25,00	3,10	120
97410238	2017090218	0,00	23,40	1,20	140
97410238	2017090219	0,00	21,20	1,60	210
97410238	2017090220	0,00	20,80	2,00	210
97410238	2017090221	1,60	20,60	1,90	160
97410238	2017090222	0,80	20,30	1,70	190
97410238	2017090223	3,60	20,00	2,30	220
97410238	2017090300	2,80	19,90	1,80	180

STATION	DATE	RR1	T	FF	DD
97410238	2017090301	0,20	19,40	0,90	200
97410238	2017090302	6,80	19,00	4,00	220
97410238	2017090303	1,20	19,10	1,90	190
97410238	2017090304	0,00	19,60	2,00	240
97410238	2017090305	0,00	20,40	2,70	200
97410238	2017090306	0,00	20,40	2,20	210
97410238	2017090307	0,00	20,40	2,70	220
97410238	2017090308	0,00	23,60	1,60	220
97410238	2017090309	0,00	26,40	1,10	90
97410238	2017090310	0,00	26,30	1,90	60
97410238	2017090311	0,00	26,20	2,10	90
97410238	2017090312	0,00	26,10	3,00	70
97410238	2017090313	0,00	26,20	3,00	90
97410238	2017090314	0,00	26,30	2,60	90
97410238	2017090315	0,00	25,60	2,50	60
97410238	2017090316	0,00	24,90	2,20	80
97410238	2017090317	0,00	24,80	1,70	100
97410238	2017090318	0,00	23,30	0,70	130
97410238	2017090319	0,00	22,20	1,20	190
97410238	2017090320	0,00	20,90	2,40	210
97410238	2017090321	0,00	21,70	1,40	160
97410238	2017090322	0,00	21,00	1,60	200
97410238	2017090323	0,00	19,50	3,00	220
97410238	2017090400	0,00	19,40	3,10	220
97410238	2017090401	0,00	19,80	2,90	220
97410238	2017090402	0,00	19,60	3,30	210
97410238	2017090403	0,00	19,10	3,10	210
97410238	2017090404	0,00	18,90	3,50	220
97410238	2017090405	0,00	19,00	3,60	220
97410238	2017090406	0,00	18,80	3,50	220
97410238	2017090407	0,00	19,60	3,20	220
97410238	2017090408	0,00	24,20	1,40	220
97410238	2017090409	0,00	26,30	0,90	80
97410238	2017090410	0,00	26,30	2,00	60
97410238	2017090411	0,00	26,30	2,50	60
97410238	2017090412	0,00	26,10	2,70	60
97410238	2017090413	0,00	26,10	2,40	80
97410238	2017090414	0,00	26,80	2,50	40
97410238	2017090415	0,00	25,20	2,10	40
97410238	2017090416	0,00	25,80	1,50	70
97410238	2017090417	0,00	24,60	2,00	100
97410238	2017090418	0,00	24,10	1,10	140
97410238	2017090419	0,00	22,70	0,70	260
97410238	2017090420	0,00	20,90	1,80	240
97410238	2017090421	0,00	20,50	1,10	210
97410238	2017090422	0,00	20,90	2,00	200
97410238	2017090423	0,00	20,80	1,30	180
<b>SOMME</b>		<b>301,70</b>	<b>16 977,10</b>	<b>2 437,20</b>	<b>124 500</b>
<b>MOYENNE</b>		<b>0,38</b>	<b>21,44</b>	<b>2,96</b>	<b>157</b>
<b>MINIMUM</b>		<b>0,00</b>	<b>16,50</b>	<b>0,000</b>	<b>0,00</b>
<b>MAXIMUM</b>		<b>24,50</b>	<b>26,90</b>	<b>8,80</b>	<b>350</b>

#### 4.4 Annexe 4 : Rose des vents



## ROSE DES VENTS

Vent horaire à 10 mètres, moyenné sur 10 mn

Année 2017 – Mois d'AOÛT

11672181

SAINT-BENOIT (974)

Indicatif : 97410238, alt : 43 m., lat : 21°03'30"S, lon : 55°43'06"E

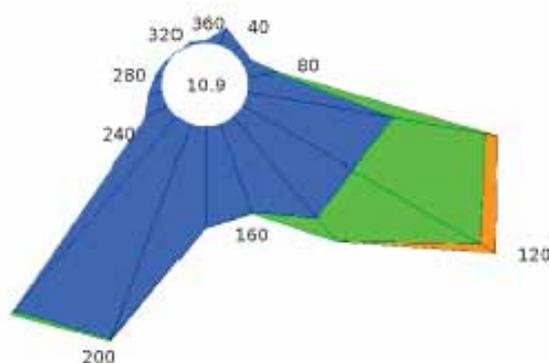
Fréquence des vents en fonction de leur provenance en %

Valeurs horaires entre 0h00 et 23h00, heure fuseau

Tableau de répartition

Nombre de cas étudiés : 744

Manquants : 0

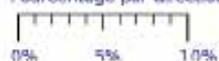


Dir.	[1.5;4.5[	[4.5;8.0]	> 8.0 m/s	Total
20	1.1	0.0	0.0	1.1
40	0.6	0.0	0.0	0.6
60	0.5	+	0.0	0.5
80	1.7	0.1	0.0	1.8
100	8.7	5.6	0.7	15.0
120	7.5	8.7	1.1	17.3
140	7.7	1.9	0.0	9.5
160	5.4	+	0.0	5.5
180	5.9	0.0	0.0	5.9
200	13.4	0.1	0.0	13.6
220	14.9	0.3	0.0	15.2
240	1.5	0.0	0.0	1.5
260	0.8	0.0	0.0	0.8
280	0.4	0.0	0.0	0.4
300	0.1	0.0	0.0	0.1
320	0.0	0.0	0.0	0.0
340	0.2	0.0	0.0	0.2
360	+	0.0	0.0	0.1
Total	70.6	16.8	1.7	89.1
[0;1.5[				10.9

Groupes de vitesses (m/s)



Pourcentage par direction



Dir. : Direction d'où vient le vent en rose de 360° : 90° = Est, 180° = Sud, 270° = Ouest, 360° = Nord  
le signe + Indique une fréquence non nulle mais inférieure à 0.1%

Page 1/1

Édité le : 12/10/2017 dans l'état de la base

N.B. : La vente, redistribution ou rediffusion des informations reçues, en l'état ou sous forme de produits dérivés, est strictement interdite sans l'accord de METEO-FRANCE

Météo-France  
73 avenue de Paris 94165 SAINT MANDE  
Tél. : 0 890 71 14 15 – Email : contactmail@meteo.fr