

ANNEXE 2 - Pièce 9

Analyse chimique des fines de lavage (2017)



flandres-analyses

ZAC de la Grande Porte - 10 Rue des Saveurs - BP 29
59180 - CAPPELLE LA GRANDE
TEL : 03 28 65 88 88 - FAX : 03 28 63 91 08
contact@flandres-analyses.fr www.flandres-analyses.fr

Agréé par :
Les ports de Dunkerque,
de Calais et de Boulogne
pour les contrôles d'atmosphère

SIGEMAT
Mr. THIBAUT Bruno

501 route de l'Entre- Deux

97410 SAINT PIERRE

Vos Ref :

Le 02/08/2017

RAPPORT D'ANALYSES N° 2017.07.129/00 (v. 1)

Date de réception : 10/07/2017

Préleveur : CLIENT

Date de prélèvement : 04/07/2017

ANALYSE SUR BRUT

ECH : BOUE DU 04/07/17

Début d'analyses le : 20/07/2017

Analyse	Unité	Norme	Résultat	Observations
Matières sèches	g/kg	NF EN 14346	317	Cible > 300 g/kg
Broyage			OUI	
Carbone organique total (COT)	mg/kg	NF ISO 14235	1400	Cible < 30000 mg/kg
Extraction BTXE			28/07/17	
Benzène	mg/kg	Méthode interne GC/MS	< 0 . 05	
Toluène	mg/kg	Méthode interne GC/MS	< 0 . 05	
Xylènes	mg/kg	Méthode interne GC/MS	< 0 . 10	
Ethylbenzène	mg/kg	Méthode interne GC/MS	< 0 . 05	
Somme des BTEX (calcul)			---	Cible < 6 mg/kg
Extraction PCB			20/07/17	
PCB 28	mg/kg	Méthode interne GC/MS	< 0 . 01	
PCB 52	mg/kg	Méthode interne GC/MS	< 0 . 01	
PCB 101	mg/kg	Méthode interne GC/MS	< 0 . 01	

P. VANLERBERGHE, Technicien

Annule et remplace tout éventuel rapport (partiel ou complet) précédent qui doit être détruit.
Ce rapport comporte 5 page(s).





flandres-analyses

ZAC de la Grande Porte - 10 Rue des Saveurs - BP 29
59180 - CAPPELLE LA GRANDE
TEL : 03 28 65 88 88 - FAX : 03 28 63 91 08
contact@flandres-analyses.fr www.flandres-analyses.fr

Agréé par :
Les ports de Dunkerque,
de Calais et de Boulogne
pour les contrôles d'atmosphère

SIGEMAT
Mr. THIBAUT Bruno

501 route de l'Entre- Deux

97410 SAINT PIERRE

Vos Ref :

Le 02/08/2017

RAPPORT D'ANALYSES N° 2017.07.129/00 (v. 1)

Date de réception : 10/07/2017

Préleveur : CLIENT

Date de prélèvement : 04/07/2017

ANALYSE SUR BRUT

ECH : BOUE DU 04/07/17

Début d'analyses le : 20/07/2017

Analyse	Unité	Norme	Résultat	Observations
PCB 118	mg/kg	Méthode interne GC/MS	< 0.01	
PCB 138	mg/kg	Méthode interne GC/MS	< 0.01	
PCB 153	mg/kg	Méthode interne GC/MS	< 0.01	
PCB 180	mg/kg	Méthode interne GC/MS	< 0.01	
Somme des 7 PCB congénères (calcul)			---	Cible < 1 mg/kg
Indice hydrocarbure C10-C40 (CPG)	mg/kg		< 10	Cible < 500 mg/kg
Extraction HAP		selon NF EN 15527	20/07/17	
Fluoranthène	mg/kg	selon NF EN 15527	< 0.05	
Benzo (b) fluoranthène	mg/kg	selon NF EN 15527	< 0.05	
Benzo (k) fluoranthène	mg/kg	selon NF EN 15527	< 0.05	
Benzo (a) pyrène	mg/kg	selon NF EN 15527	< 0.05	
Indeno (1,2,3-cd) pyrène	mg/kg	selon NF EN 15527	< 0.05	
Benzo (ghi) pérylène	mg/kg	selon NF EN 15527	< 0.05	
Naphthalène	mg/kg	selon NF EN 15527	< 0.05	
Acénaphène	mg/kg	selon NF EN 15527	< 0.05	

P. VANLERBERGHE, Technicien

Annule et remplace tout éventuel rapport (partiel ou complet) précédent qui doit être détruit.
Ce rapport comporte 5 page(s).





flandres-analyses

ZAC de la Grande Porte - 10 Rue des Saveurs - BP 29
59180 - CAPPELLE LA GRANDE
TEL : 03 28 65 88 88 - FAX : 03 28 63 91 08
contact@flandres-analyses.fr www.flandres-analyses.fr

Agréé par :
Les ports de Dunkerque,
de Calais et de Boulogne
pour les contrôles d'atmosphère

SIGEMAT
Mr. THIBAUT Bruno

501 route de l'Entre- Deux

97410 SAINT PIERRE

Vos Ref :

Le 02/08/2017

RAPPORT D'ANALYSES N° 2017.07.129/00 (v. 1)

Date de réception : 10/07/2017

Préleveur : CLIENT

Date de prélèvement : 04/07/2017

ANALYSE SUR BRUT

ECH : BOUE DU 04/07/17

Début d'analyses le : 20/07/2017

Analyse	Unité	Norme	Résultat	Observations
Fluorène	mg/kg	selon NF EN 15527	< 0.05	
Phénanthrène	mg/kg	selon NF EN 15527	< 0.05	
Pyrène	mg/kg	selon NF EN 15527	< 0.05	
Benzo (a) anthracène	mg/kg	selon NF EN 15527	< 0.05	
Chrysène	mg/kg	selon NF EN 15527	< 0.05	
Acénaphthylène	mg/kg	selon NF EN 15527	< 0.05	
Dibenzo (a,h) anthracène	mg/kg	selon NF EN 15527	< 0.05	
Anthracène	mg/kg	selon NF EN 15527	< 0.05	
Somme des 6 HAP (calcul)			---	
Somme des HAP (calcul)			---	Cible < 50 mg/kg

Les valeurs limites font référence à l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux installations de stockage de déchets inertes.

P. VANLERBERGHE, Technicien

Annule et remplace tout éventuel rapport (partiel ou complet) précédent qui doit être détruit.
Ce rapport comporte 5 page(s).





Agréé par :
Les ports de Dunkerque,
de Calais et de Boulogne
pour les contrôles d'atmosphère

SIGEMAT
Mr. THIBAUT Bruno

501 route de l'Entre- Deux

97410 SAINT PIERRE

Vos Ref :

Le 02/08/2017

RAPPORT D'ANALYSES N° 2017.07.129/00 (v. 1)

Date de réception : 10/07/2017

Préleveur : CLIENT

Date de prélèvement : 04/07/2017

ANALYSE DE LIXIVIAT

ECH : BOUE DU 04/07/17 L1

Début d'analyses le : 20/07/2017

Analyse	Unité	Norme	Résultat	Observations
Essai de lixiviation sur 24h00		NF EN 12457-2	20/07/17	
Arsenic (ICP-MS)	mg/kg	Selon NF EN ISO 17294-2	< 0 . 20	Cible < 0.5 mg/kg
Baryum (ICP-MS)	mg/kg	Selon NF EN ISO 17294-2	7 . 60	Cible < 20 mg/kg
Cadmium (ICP-MS)	mg/kg	Selon NF EN ISO 17294-2	< 0 . 01	Cible < 0.04 mg/kg
Chrome (ICP-MS)	mg/kg	Selon NF EN ISO 17294-2	< 0 . 10	Cible < 0.5 mg/kg
Cuivre (ICP-MS)	mg/kg	Selon NF EN ISO 17294-2	< 0 . 10	Cible < 2 mg/kg
Mercure	mg/kg	Selon NF EN ISO 12846	< 0 . 005	Cible < 0.01 mg/kg
Molybdène (ICP-MS)	mg/kg	Selon NF EN ISO 17294-2	< 0 . 05	Cible < 0.5 mg/kg
Nickel (ICP-MS)	mg/kg	Selon NF EN ISO 17294-2	< 0 . 10	Cible < 0.4 mg/kg
Plomb (ICP-MS)	mg/kg	Selon NF EN ISO 17294-2	< 0 . 20	Cible < 0.5 mg/kg
Antimoine (ICP-MS)	mg/kg	Selon NF EN ISO 17294-2	< 0 . 02	Cible < 0.06 mg/kg
Selenium (ICP-MS)	mg/kg	Selon NF EN ISO 17294-2	< 0 . 02	Cible < 0.1 mg/kg

P. VANLERBERGHE, Technicien

Annule et remplace tout éventuel rapport (partiel ou complet) précédent qui doit être détruit.
Ce rapport comporte 5 page(s).





flandres-analyses

ZAC de la Grande Porte - 10 Rue des Saveurs - BP 29
59180 - CAPPELLE LA GRANDE
TEL : 03 28 65 88 88 - FAX : 03 28 63 91 08
contact@flandres-analyses.fr www.flandres-analyses.fr

Agréé par :
Les ports de Dunkerque,
de Calais et de Boulogne
pour les contrôles d'atmosphère

SIGEMAT
Mr. THIBAUT Bruno

501 route de l'Entre- Deux

97410 SAINT PIERRE

Vos Ref :

Le 02/08/2017

RAPPORT D'ANALYSES N° 2017.07.129/00 (v. 1)

Date de réception : 10/07/2017

Préleveur : CLIENT

Date de prélèvement : 04/07/2017

ANALYSE DE LIXIVIAT

ECH : BOUE DU 04/07/17 L1

Début d'analyses le : 20/07/2017

Analyse	Unité	Norme	Résultat	Observations
Zinc (ICP-MS)	mg/kg	Selon NF EN ISO 17294-2	0 . 54	Cible < 4 mg/kg
Chlorure (titrimétrie)	mg/kg	Selon NF ISO 9297	< 50 . 0	Cible < 800 mg/kg
Fluorure (chromatographie ionique)	mg/kg	Selon NF EN ISO 10304-1	4 . 0	Cible < 10 mg/kg
Sulfate (colo. automatisée)	mg/kg	NF T90-040	21	Cible < 1000 mg/kg
Indice phénol (flux continu)	mg/kg	NF EN ISO 14402	< 0 . 10	Cible < 1 mg/kg
COT	mg/kg	selon NF EN 1484	62 . 6	Cible < 500 mg/kg
Fraction soluble	mg/kg	selon NF T90-029	1492	Cible < 4000 mg/kg
Acrylamide	µg/l	LC-MS/MS	< 0 . 1	

Les valeurs limites font référence à l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux installations de stockage de déchets inertes.

P. VANLERBERGHE, Technicien

Annule et remplace tout éventuel rapport (partiel ou complet) précédent qui doit être détruit.

Ce rapport comporte 5 page(s).

Essai imprimé en italique sous traité dans un laboratoire partenaire.



S.A.S au capital de 250 000 € - R.C. Dunkerque A B 327 933 370 - APE 7120B - T.V.A. FR 29 327 933 370
Domiciliation Bancaire : BPN Dunkerque - IBAN : FR76 1350 7001 3434 0692 4210 025 - BIC : CCBPFRPPLIL

ANNEXE 2 - Pièce 10

Modélisation de la dispersion atmosphérique (Numtech,
2022)

SORECO

Carrière de Saint-Pierre – Île de la réunion

Modélisation de la dispersion des poussières et des polluants routiers

RAPPORT D'ÉTUDE

Réf.: 350.1122/ECI/V1.3 – Novembre 2022

INTERVENANTS

SORECO (CLIENT)

EMC2 ENVIRONNEMENT (PRESTATAIRE)

Adresse : **501 Route de l'Entre-Deux** – 97 410 Saint-Pierre

Contact : Tifenn Le Goffic, Ingénieur Environnement, E-mail : tlgemc2@orange.fr

EMC2 Environnement

Tél. : + 262 262 21 54 71

NUMTECH (SOUS-TRAITANT)

Adresse : 6 Allée Alan Turing - CS 60242 - Parc Technologique de La Pardieu - 63178 AUBIERE CEDEX

Tél. : (33) 4 73 28 75 95

Fax : (33) 4 73 28 75 99

Contact : Julien GALINEAU

E-mail : julien.galineau@numtech.fr

EVADIES (PARTENAIRE)

Adresse : 8, rue principale - 54470 BOUILLONVILLE



Tél. : +33 4 78 64 84 75

Contact : Remi MERLEN, Gérant

E-mail : remi.merlen@evadies.fr

Tél. : + 33 (0)6 64 87 93 17

VERSION	DATE	DESCRIPTION DES MODIFICATIONS
1.0	24/11/2022	Version initiale
1.1	28/11/2022	Correction de rédaction Comparaison de l'impact des carrières SORECO et TERALTA
1.3	29/11/2022	Ajout de résultats en CO + résultats poids lourds

REDACTION	VERIFICATION
Axel JOUAVILLE, ingénieur d'étude , NUMTECH 	Julien GALINEAU, chef de projet , NUMTECH 

I. INTRODUCTION

Ce rapport présente la modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques du projet **d'extension** de la carrière SORECO. Cette étude a été réalisée en deux phases :

- Estimation des émissions diffuses de poussières du site ;
- Modélisation de la dispersion des rejets quantifiés.

Ces émissions ont été estimées de façon à reproduire un scénario de fonctionnement annuel normal **du site afin d'évaluer son impact moyen sur son environnement.**

La modélisation de la dispersion a été réalisée sur la base des **projections d'exploitation de la carrière** sur deux phases de 5 ans. La méthodologie de quantification théorique des émissions en poussières, **se base en majeure partie sur les facteurs d'émissions proposés dans l'inventaire AP-42 de l'US EPA**, notamment les chapitres 11 et 13. La quantification des émissions routières repose quant à elle sur la méthodologie COPERT V.

Le site de SORECO étant juxtaposé à la carrière TERLATA, un impact cumulé des deux sites en plusieurs points spécifiques sera réalisé. Ce cumul se base sur les résultats de la présente modélisation **pour la carrière SORECO, et d'une modélisation de dispersion réalisée par GéoPlusEnvironnement** pour la carrière TERALTA.

Nous tenons à attirer l'attention sur les incertitudes importantes qui sont associées aux résultats obtenus.

L'estimation des émissions diffuses a été réalisée sur la base de méthodes théoriques, usuellement utilisées pour ce type d'émission. Ces méthodes impliquent la sélection de plusieurs paramètres propres au site, mais difficiles d'accès (tels que l'humidité dans les tas stockés par exemple, ou leur teneur en poussières), qui ont dû faire l'objet d'hypothèses à défaut de données spécifiques. Les incertitudes relatives à ces choix sont donc élevées, et discutées dans les paragraphes concernés.

2. MODELISATION DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT

2.1 Modèle de dispersion ADMS 5.2

Le modèle mathématique de dispersion utilisé pour cette étude, ADMS (version 5.2), est un modèle **gaussien à trajectoire spécialement développé pour évaluer l'impact des rejets atmosphériques d'une grande variété de sources industrielles sur des zones complexes.**

Développé depuis plus de 25 ans par le *Cambridge Environmental Research Consultant (CERC)*, cet outil numérique est largement utilisé et reconnu sur le territoire Français, en Europe et dans le monde

(1000 licences dans le monde). Préconisé par l'INERIS¹ dans ses guides méthodologiques pour la réalisation des ERS et IEM pour les ICPE, il est reconnu par l'US EPA (*Environmental Protection Agency of United-States*) comme un modèle « avancé » (« advanced model »). Validé par l'outil européen d'évaluation des modèles de dispersion, le « Model Validation Kit »², il se base sur les technologies et les connaissances les plus récentes dans le domaine.

ADMS est utilisé par de nombreuses références nationales et internationales : INERIS, ANSES, ARS Ile-de-France, IRSN, CEA Cadarache, Météo France, Ecole Centrale de Lyon, ATMO Grand Est, ATMO Sud, ATMO OCCITANIE, TOTAL, SOLVAY France & BELGIQUE, EDF, SAUR ainsi que de nombreuses sociétés d'ingénierie et bureaux d'études (EGIS, URS FRANCE, RAMBOLL, APAVE, SOGREAH, GINGER BURGEAP, AIRELE, BUREAU VERITAS, DEKRA, SAFEGE, TECHNIP...).

Une description technique du modèle ADMS est donnée en Annexe A.

¹ Evaluation des risques sanitaires liés aux substances chimiques dans l'étude d'impact des installations Classés pour la Protection de l'Environnement. INERIS, 30 novembre 2001, version 3.0 ; 181 pages.

Evaluation 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. INERIS, 2013.

² Hanna S.R., Egan B.A., Purdum J. and Wagler J. (1999), Evaluation of ISC3, AERMOD, and ADMS Dispersion Models with Observations from Five Field Sites. HC Report P020, API, 1220 L St. NW, Washington, DC 20005-4070, 1999

2.2 Phénomènes pris en compte par le modèle

Dans le cadre de cette étude, les phénomènes physiques pris en compte sont synthétisés dans le Tableau 1 suivant :

Hypothèses retenues	Pris en compte dans le modèle	Commentaires
Météorologie mesurée	Oui	Données horaires de la station Météo-France de Saint-Pierre (année 2021)
Description verticale de la turbulence atmosphérique	Oui	Analyse d'échelle de Monin-Obukhov.
Cycle diurne du développement de la couche de mélange atmosphérique	Oui	Les données météorologiques ne sont pas traitées de façon indépendante.
Surélévation des panaches à l'émission	Oui	Modèle intégral de trajectoire 3D
Nature des sols rencontrés	Oui	Hauteur de rugosité variable sur le domaine.
Évolution chimique des rejets gazeux dans l'environnement	Non	Les substances sont assimilées à des traceurs chimiquement passifs.
Variabilité temporelle des émissions	Oui	Les jours et heures d'activité du site sont considérés.
Effet aérodynamique des obstacles les plus proches des sources sur la dispersion des panaches	Non	Aucun bâtiment sur site
Effet de la topographie (relief) sur la dispersion des panaches	Oui	Le relief est non négligeable sur le domaine d'étude.
Prise en compte des conditions de vent calme (vent $\leq 0,75$ m/s)	Oui	Les conditions de vent calme sont traitées de façon spécifique par le modèle.
Phénomènes de dépôts secs et humides	Oui	Pris en compte pour les espèces particulières.
Phénomènes d'accumulation et de recirculation	Non	ADMS5 est un modèle qui calcule la contribution directe des panaches de la seule installation étudiée.

Tableau 1 – Phénomènes pris en compte par le modèle.

2.3 Définition du domaine d'étude

Les simulations ont été réalisées sur un carré de 3 km de côté, centré sur le site. Le maillage défini sur ce domaine d'étude est de résolution variable, il est défini comme suit :

- Un maillage de résolution 25m est employé en proximité directe de la carrière (carré de 1 km² centré sur site)
- Un maillage de résolution 75m est employé sur le reste du domaine d'étude
- Un maillage intelligent est défini autour des axes routiers emprunté par les poids lourds de transport. Ce maillage est défini par des transects de points de calcul espacés de 20m.

Le domaine d'étude et le maillage de la zone d'étude sont respectivement illustrés sur la Figure 1 et la Figure 2.

Les valeurs de concentration et de flux de dépôts sont simulées en chaque point de cette grille, permettant ainsi de cartographier les rejets autour du site et sur l'ensemble du domaine d'étude. Le système de coordonnées géographiques utilisé est la projection Lambert 93 (EPSG 2154).

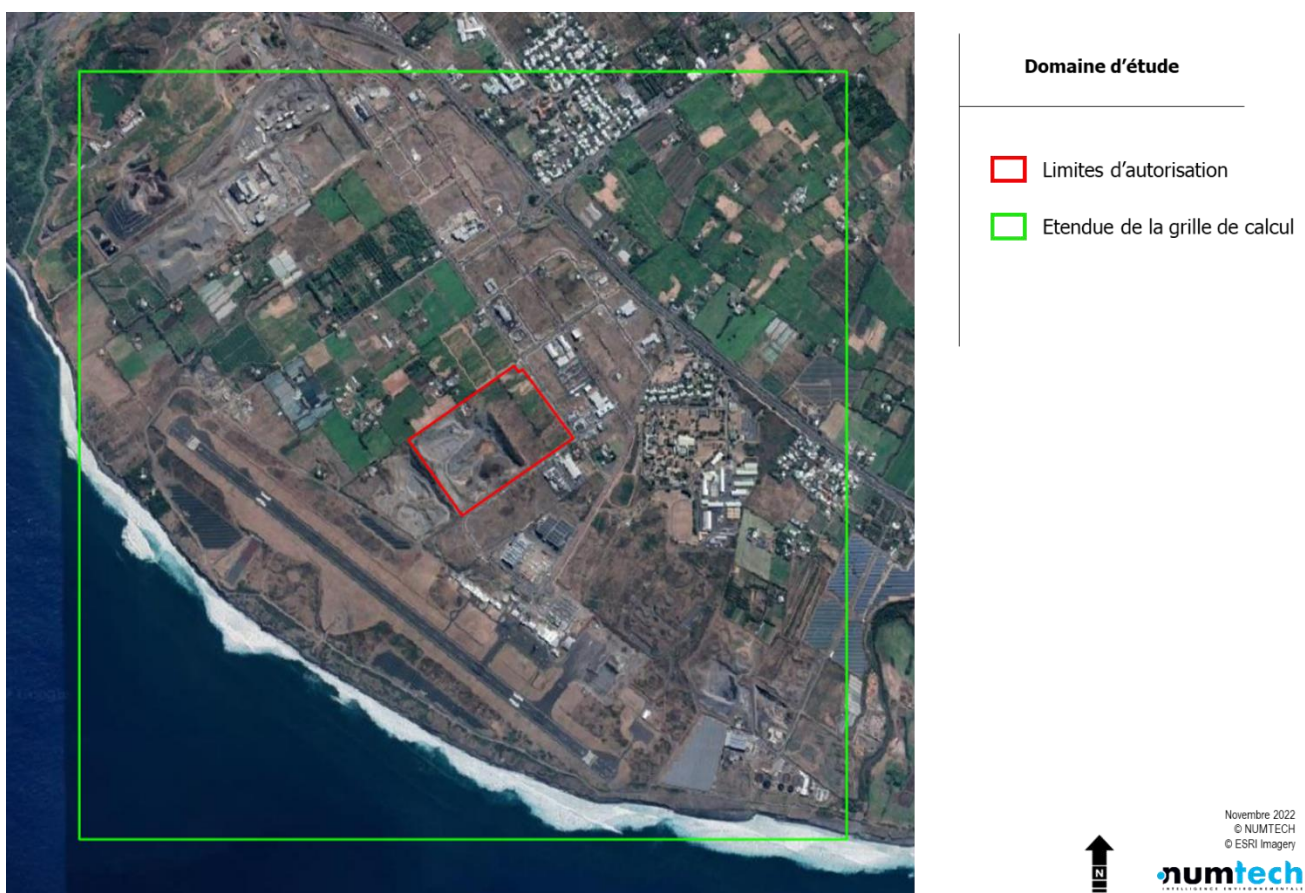


Figure 1 – Domaine d'étude, grille de calcul modélisée



Figure 2 – Illustration du maillage du domaine d'étude

2.4 Modélisation du site

2.4.1 TOPOGRAPHIE

Le modèle utilisé permet de prendre en compte la topographie dans le calcul de dispersion atmosphérique des émissions. Les données topographiques sont issues de la « Shuttle Radar Topography Mission » (SRTM) réalisée en 2000. Afin de minimiser les effets de bords, le domaine utilisé pour le relief est de taille supérieure à celui retenu pour le calcul de dispersion.

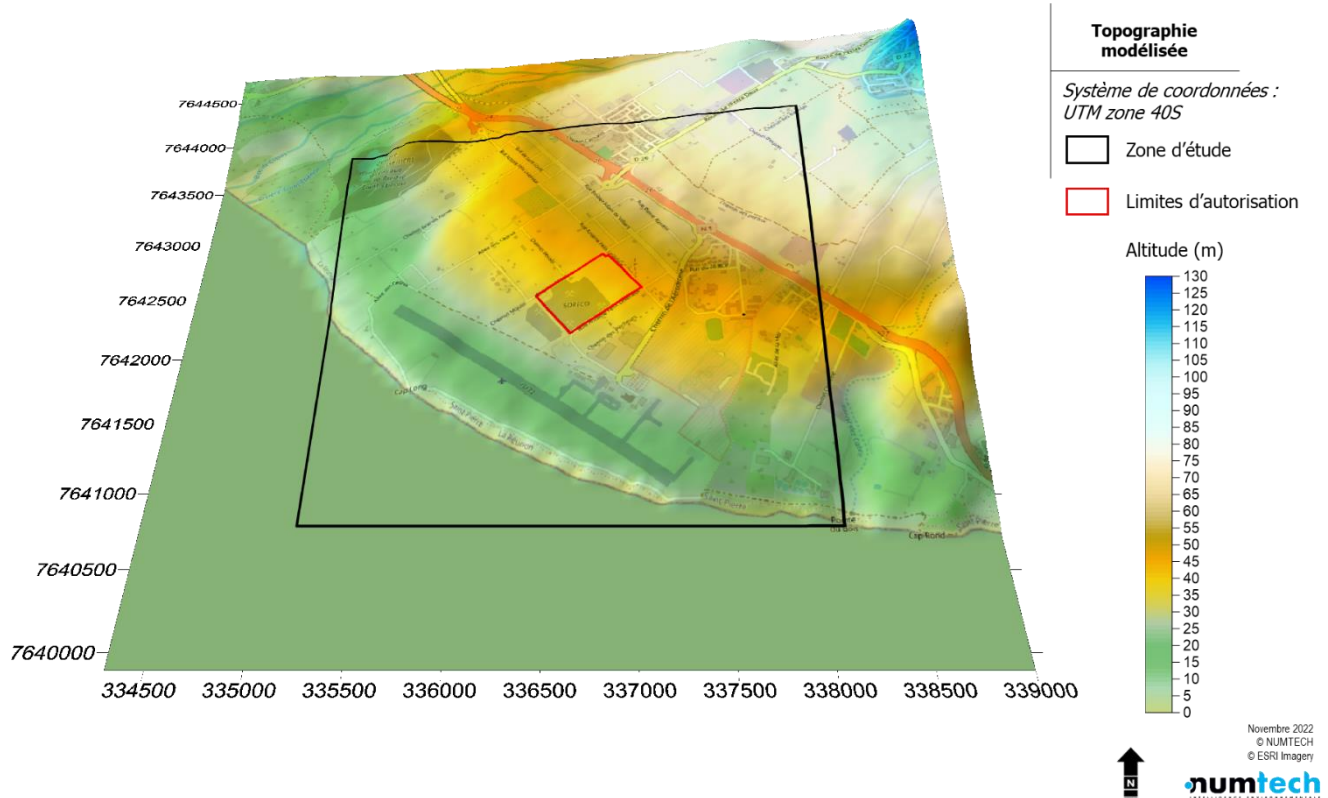


Figure 3 – Modèle numérique de terrain

2.4.2 NATURE DES SOLS

La nature des sols, pouvant influencer la progression des panaches, a été caractérisée grâce à un paramètre de rugosité. Ce paramètre, couramment utilisé dans les modèles de dispersion **atmosphérique**, **représente la nature rugueuse des obstacles occupant le sol. Il a la dimension d'une longueur variant entre 10^{-3} mètres (surface désertique) et environ 1,5 mètre pour les sols urbains les plus denses.**

Dans le cadre de cette étude, un paramètre de rugosité variable a été utilisé afin de représenter **l'hétérogénéité de l'occupation des sols sur le domaine d'étude. Ces données (cf. Figure 4) ont été intégrées dans le modèle sous la forme d'une grille dont les valeurs sont issues du World Cover de l'ESA.**

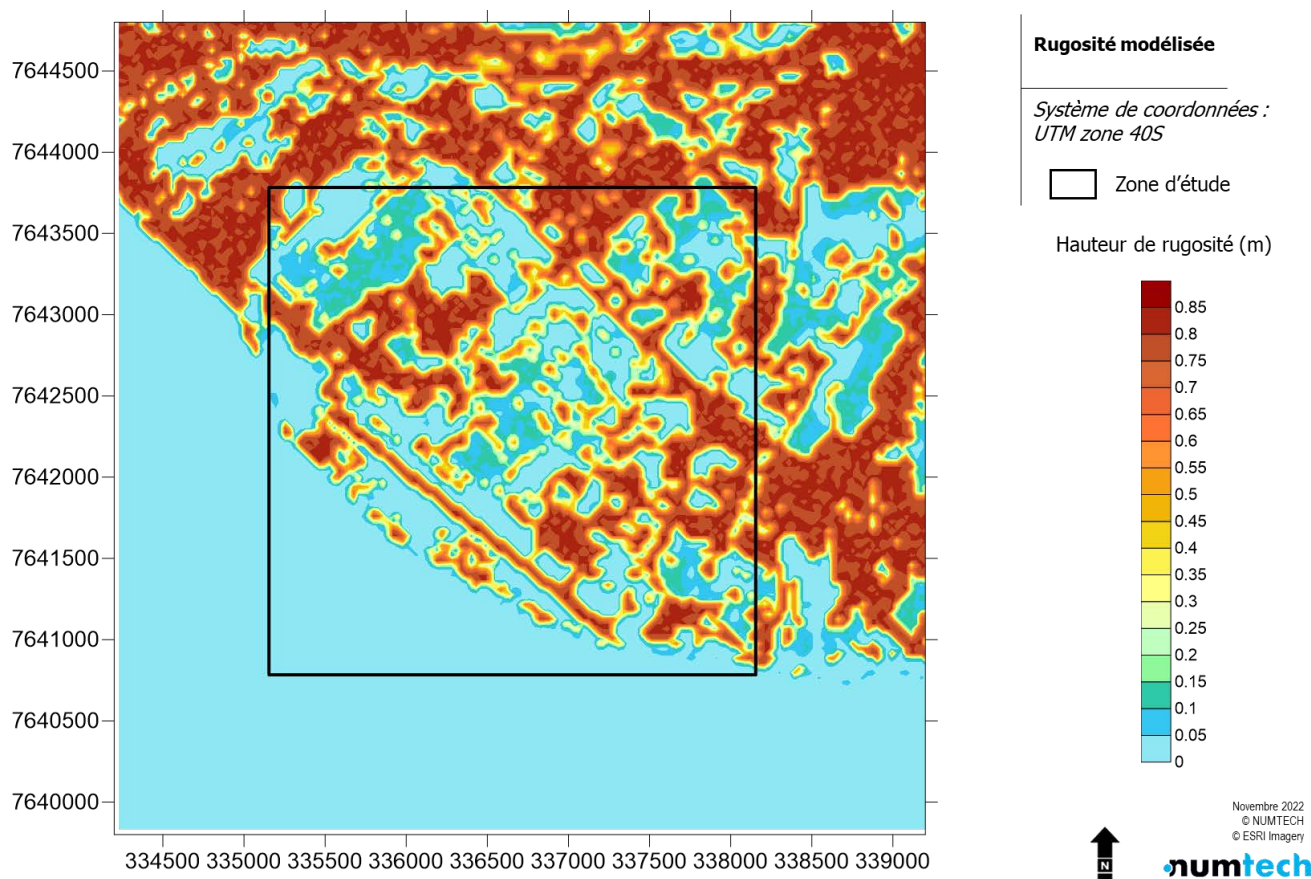


Figure 4 – Rugosité modélisée sur le domaine d'étude.

À partir de la nature des sols et du relief, le module dynamique FLOWSTAR (module intégré dans le **modèle ADMS**) **ajuste l'altitude réelle des sources, des obstacles, et de tous les points de grille.** Il recalcule également, pour chaque donnée météorologique, les champs de vent et de turbulence **modifiés par le relief et la nature des sols, sur le domaine d'étude, et sur plusieurs niveaux verticaux (jusqu'à 2000 mètres au-dessus du sol).**

2.5 Météorologie

Les données météorologiques retenues pour cette étude sont issues de la station Météo-France de Saint-Pierre. Elle fournit des données mesurées à un pas horaire pour les paramètres suivants :

- Vitesse du vent à 10m du sol
- Direction du vent à 10m du sol
- Température
- Cumul de précipitation horaire

Afin de décrire les conditions de stabilité atmosphérique, ces mesures sont complétées par des données issues du modèle Weather Research and Forecasting (WRF), **mis en œuvre** de façon opérationnelle par NUMTECH, avec une résolution de 3 km sur la France. Le point de grille le plus proche du site a été extrait pour les paramètres météorologiques suivants :

- Nébulosité
- Rayonnement solaire

La **rose des vents de l'année 2021**, issue des mesures de la station de Pierrefonds-Aéroport, est présentée sur la figure suivante :

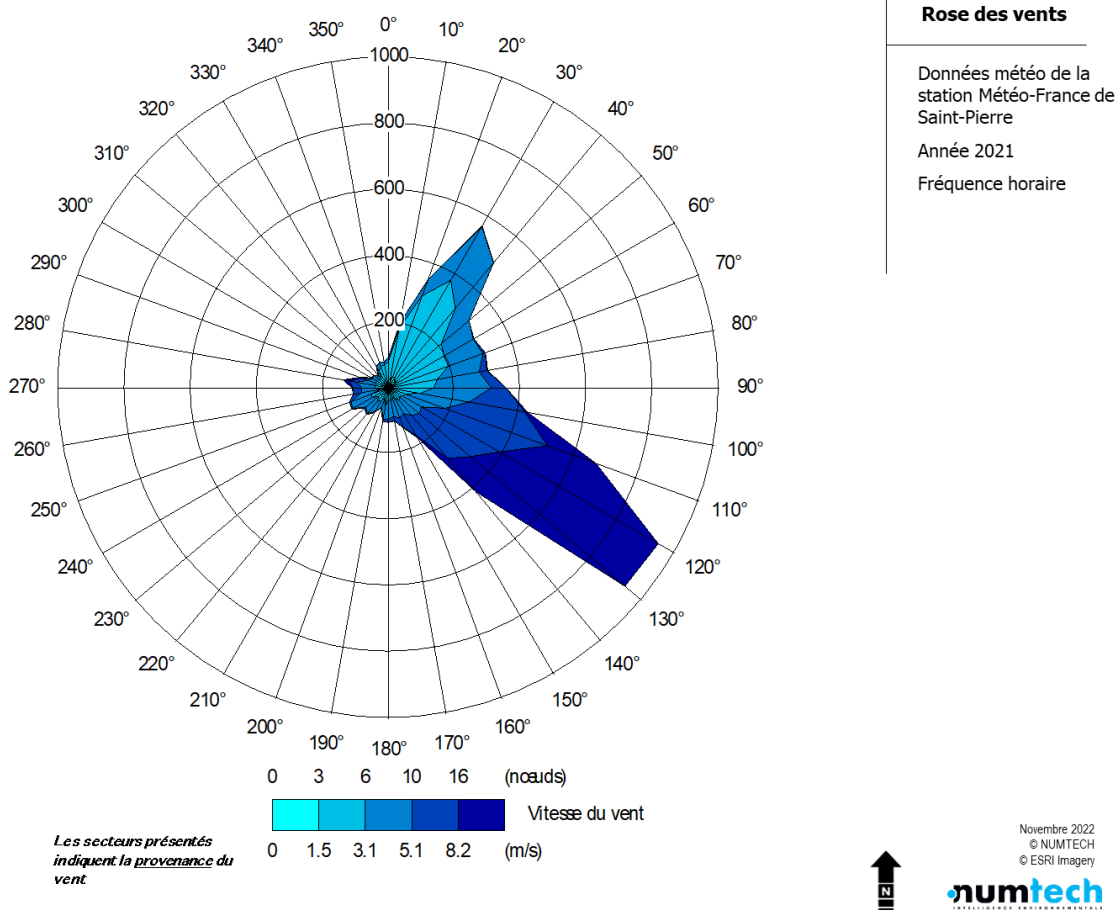


Figure 5 – Rose des vents mesurés à la station Météo-France de Pierrefonds-Aéroport

2.6 Substances étudiées

Les rejets **émis à l'atmosphère** qui sont étudiés par la suite dans les simulations, concernent les poussières et les polluants routier principaux :

- Particules fines de moins de 10 µm de diamètre (PM₁₀)
- Particules fines de moins de 2.5 µm de diamètre (PM_{2.5})
- Oxydes **d'azote (NO_x)**
- Monoxyde de carbone (CO)
- Butadiène
- Benzène
- Dioxyde de soufre
- Arsenic (forme particulaire)
- Nickel (forme particulaire)
- Benzo[a]pyrène (forme particulaire)

Les phénomènes de déposition sèche ou humide de ces espèces particulières ont été pris en compte dans la modélisation.

La densité des espèces particulières a été fixée à 1 000 kg/m³.

2.7 Sources émettrices et quantification des émissions

La modélisation a consisté à reproduire le fonctionnement annuel de la carrière pour deux futures **phases d'exploitations de 5 ans**. En raison des incertitudes élevées associées aux quantifications d'émissions il a été choisi de **retenir l'hypothèse majorante du tonnage annuel maximal extrait sur chaque phase**, soit 800 000 tonnes/an pour les **deux phases d'exploitation** selon les données transmises par SORECO. Les différences de modélisation entre ces deux scénarios porteront donc sur la répartition spatiale des émissions, en cohérence avec les zones exploitées. **L'hypothèse d'une quantification des émissions égale pour les deux phases du projet est confortée par la similitude des projections d'exploitation réalisée par SORECO**. Ces données sont présentées ci-dessous :

Paramètre	Phase 5	Phase 6
Volume extrait	975 000 m ³	998 964 m ³
Masse extraite	2 122 527 t	2 184 366 t
Tonnage marchand	2 094 869 t	2 177 052 t
Volume de remblais utilisés pour la remise en état au cours de la phase	406 819 m ³	391 511 m ³
Durée de la phase	5 ans	5 ans

Figure 6 – Projections d'exploitation de la carrière pour les phases 5 et 6

Les rejets atmosphériques **induit par les activités d'exploitation** se font par **l'intermédiaire** :

- Des échappements moteurs des installations de traitements,
- Des échappements des poids lourds de transport et des engins motorisés,
- de plusieurs sources diffuses, correspondant :
 - à **l'abattement des fronts de taille à l'aide** des pelles excavatrices,
 - à la manipulation des matériaux : mise en stock avant ou après traitement, transfert vers la trémie primaire, reprise des tas,
 - à la remise en suspension des particules par la circulation des engins et véhicules sur les pistes du site,
 - à **l'érosion éolienne** des tas de stockage ;
 - au soulèvement de poussières provoqué par les installations de traitement (concassage et criblage).

Les positions des **sources d'émissions** et les hypothèses justifiant leur configuration sont présentées dans les paragraphes suivants. **Elles sont issues de l'exploitation des informations fournies SORECO**.

■ Quantification des émissions routières

Les émissions liées à la circulation des poids-lourds ont été estimées à partir de la méthodologie COPERT V (Computer programme to calculate emissions from road transport – Methodology and emission factors) qui permet la quantification de la consommation et des émissions induites par un flux de véhicules donné, sur une infrastructure donnée et à un horizon donné, en France.

La méthodologie COPERT V fait partie intégrante du guide méthodologique EMEP CORINAIR3 de **l'Agence Européenne de l'Environnement pour la réalisation des inventaires d'émissions de polluants atmosphériques en Europe**. Elle est compatible avec les directives IPCC 2006⁴ pour le calcul des émissions de gaz à effet de serre.

Selon les informations fournies par SORECO, le parc automobile employé pour le transport de la production est principalement composé de poids lourds diesels de 44t à vide (27 t de charge utile), de norme Euro 4, Euro 5 et dans une moindre mesure de norme Euro 3. **En l'absence de données précises concernant les proportions de ces véhicules parmi ces normes de pollution, l'hypothèse majorante retenue a été de considérer la totalité des poids-lourds comme des véhicules diesels de norme Euro 5.**

Les émissions considérées dans cette quantification correspondent aux émissions globales des **véhicules à savoir la somme des émissions de l'échappement, de l'usure des véhicules (pneumatiques, freins, ...) et de l'usure et l'entretien des voies.**

Les données utilisées pour le calcul des émissions sont :

- le flux de véhicules par catégorie (véhicules légers VL, poids lourds PL) ;
- la vitesse des véhicules (km/h) ;
- la distance parcourue.

■ Quantification des émissions canalisées et des engins non-routiers

Les émissions canalisées des engins mobiles et des installations de traitement ont été calculées en **considérant les facteurs d'émission de l'OMINEA pour les engins spéciaux industriels (SNAP 080801) fonctionnant au gazole (NAPFUE 205)**. Les calculs d'émission reposent sur les données de consommation fournies par SORECO pour chaque engin.

■ Quantification des émissions diffuses de poussières

La quantification théorique des émissions diffuses repose **sur les facteurs d'émissions publié par l'US EPA, inventaire AP-42, Volume1**. Les chapitres considérés sont les suivants :

³ EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook,

⁴ Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre

- 13.2.2 – Unpaved Roads, Janvier 2011 : pour les émissions liées à la remise en suspension des poussières sur les pistes du site,
- 13.2.4 – Aggregate Handling and Storage Piles, Novembre 2006 : pour les émissions liées à la manipulation des matériaux,
- 13.2.5 – Industrial Wind Erosion, Novembre 2006 : pour les **émissions liées à l'érosion éolienne**,
- 11.19.2 – Crushed stone processing : pour les émissions liées au procédés de transformation des matériaux.

Chacun de ces calculs nécessite des données d'entrée et des hypothèses qui peuvent avoir une influence plus ou moins forte sur les résultats.

Le principe de calcul, les données d'entrée et les hypothèses, ainsi que les résultats obtenus, sont détaillés ci-dessous.

2.7.1 REJETS DES ECHAPPEMENTS MOTEURS DES ENGIN NON ROUTIERS ET DES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT

Les engins pris en compte pour le calcul des émissions liées à la combustion de gazole sont :

- Un concasseur à mâchoires,
- Un crible,
- Une chargeuse sur pneus,
- Une chargeuse sur chenilles,
- Deux pelles excavatrices.

■ Caractéristiques à l'émission

Source émettrice	Consommation de GNR	Nombre d'heures d'utilisation par jour
	L/h	h
Concasseur à mâchoires	46	5
Crible	10	5
Chargeuse sur pneus	20	12
Chargeuse sur chenilles	20	12
Pelle excavatrice (2)	50 L par pelle	12 h par pelle

Tableau 2 – Caractéristiques à l'émission des rejets canalisés des engins non routiers et des installations de traitement

■ Résultats

Le Tableau 3 présente les émissions calculées en lien avec la combustion du gazole des engins non routiers et des installations de traitement.

Sources émettrices	PM ₁₀ kg/an	PM _{2.5} kg/an	CO kg/an	NO ₂ kg/an	SO ₂ kg/an	BAP g/an	Buta kg/an	Benz g/an	As mg/an	Ni mg/an
Concasseur à mâchoires	10.54	9.99	201.14	112.26	0.18	0.43	0.77	16.29	0.92	0.92
Crible	2.29	2.17	43.73	24.40	0.04	0.09	0.17	3.54	0.20	0.20
Chargeuse sur pneus	11.00	10.42	209.89	117.14	0.19	0.44	0.80	17.00	0.96	0.96
Chargeuse sur chenilles	11.00	10.42	209.89	117.14	0.19	0.44	0.80	17.00	0.96	0.96
Pelle excavatrice (2)	55.01	52.12	1049.45	585.71	0.96	2.22	4.01	84.99	4.79	4.79
Concasseur à mâchoires	10.54	9.99	201.14	112.26	0.18	0.43	0.77	16.29	0.92	0.92

Tableau 3 – Emissions quantifiées des rejets canalisés des engins non routiers et des installations de traitement

2.7.2 EMISSIONS DIFFUSES DES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT

Outre les rejets moteurs des installations de traitement (paragraphe 2.7.1), les concasseurs, les cribles, et les points de transfert de la production traitée, sont des **sources diffuses d'émission de poussières**.

■ Méthodologie de calcul des émissions

Les équations relatives au calcul des émissions diffuses des installations de traitement sont présentées ci-dessous :

$$E_{PM_{10}criblage} = P \times 1.2 \times 10^{-3} \times (1 - ER)$$

$$E_{PM_{10}concassage} = P \times 4.3 \times 10^{-3} \times (1 - ER)$$

$$E_{PM_{10}transfert} = P \times 5.5 \times 10^{-4} \times (1 - ER)$$

Avec :

- $E_{PM_{10}}$, la quantité de poussière émise par le criblage, le concassage ou le transfert de la production traitée (kg)
- P , la production annuelle traitée (t)
- ER , le facteur d'abattement

Dans la littérature, il **n'existe pas de facteur d'émission en $PM_{2.5}$** pour ces activités. Afin de quantifier les émissions pour cette espèce particulière, **l'hypothèse majorante considérée est que les PM_{10} sont à 100% composés de $PM_{2.5}$** . Les émissions en PM_{10} et $PM_{2.5}$ sont donc égales.

■ Paramètres de calcul retenus

Selon les informations fournies par SORECO, le tonnage annuel maximal de matériaux extraits est de 800 000 tonnes, et seulement 20% de cette production serait traitée sur place, soit 160 000 t. Des **facteurs d'abattements liés à la présence d'asperseurs ont été pris en compte, ils sont directement issus de la méthodologie mise en place par le CITEPA dans le fichier GEREP de déclaration des émissions de poussières des exploitants de carrières.**

Trois points de transfert par équipement est considéré dans le calcul des émissions (étude statistique menée par l'UNICEM).

Les facteurs d'abattement liés à chaque étape de traitement sont présentés ci-dessous :

Traitement	Facteur d'abattement (%)
Concassage	50 %
Criblage	75 %

Tableau 4 – Facteurs d'abattement liés à la pulvérisation d'eau

■ Résultats

Traitement	Emissions	
	PM_{10} (kg/an)	$PM_{2.5}$ (kg/an)
Concassage	96	96
Criblage	14.8	14.8

Tableau 5 – Emissions diffuses des installations de traitement

2.7.3 EXCAVATION DES FRONTS DE TAILLE

■ Méthodologie de calcul des émissions

L'équation considérée pour le calcul des émissions diffuses de poussière lors de l'excavation des fronts de taille correspond à celle de l'utilisation d'un bulldozer pour le décapage de terrains. L'équation est la suivante :

$$E_{PM_{10}excavation} = \frac{0.3375 \times s^{1.2}}{M^{1.3}} \times h \times (1 - ER)$$

$$E_{PM_{2.5}excavation} = \frac{0.0572 \times s^{1.5}}{M^{1.4}} \times h \times (1 - ER)$$

Avec :

- E , la quantité de poussière émise par le criblage (kg)
- s , la teneur en fine des matériaux excavés (%)
- M , le **taux d'humidité des matériaux excavés (%)**
- h , le **nombre d'heures d'utilisation de l'engin**
- ER , le facteur **d'abattement**

■ Paramètres de calcul retenus

Le nombre journalier d'heures d'utilisation des pelles excavatrices a été fourni par SORECO. La teneur en fine des matériaux et le taux d'humidité sont issus de la littérature (AP 42) faute de données mesurées. Le facteur d'abattement empirique considéré est issu de la méthodologie du CITEPA.

Paramètre	Unité	Valeur
Teneur en fine des matériaux	%	6.9
Humidité de matériaux	%	7.9
Nombre d'heures d'utilisation par pelle excavatrice	h/an	5760
Facteur d'abattement	%	90

Tableau 6 – Paramètres de calculs des émissions – Excavation des fronts de taille

■ Résultats

	Emissions	
	PM ₁₀ (kg/an)	PM _{2.5} (kg/an)
Emissions totales liées à l'excavation	123.60	36.13

Tableau 7 – Emissions diffuses des activités d'excavation

2.7.4 TRANSPORTS INTERNES ET EXTERNES

■ Source d'émissions considérées

Les véhicules considérés pour le calcul des émissions routières sont le transport externe, correspondant au déplacement des matériaux non traités sur site (80% de la production) jusqu'aux installations de traitement (site des 3 cheminées), et le transport interne, correspondant aux déplacements des matériaux extraits, aux livraisons de remblais et à la vente de la production sur site. Les itinéraires empruntés par les poids lourds pour les transport interne et externe sont présentés en Figure 7.

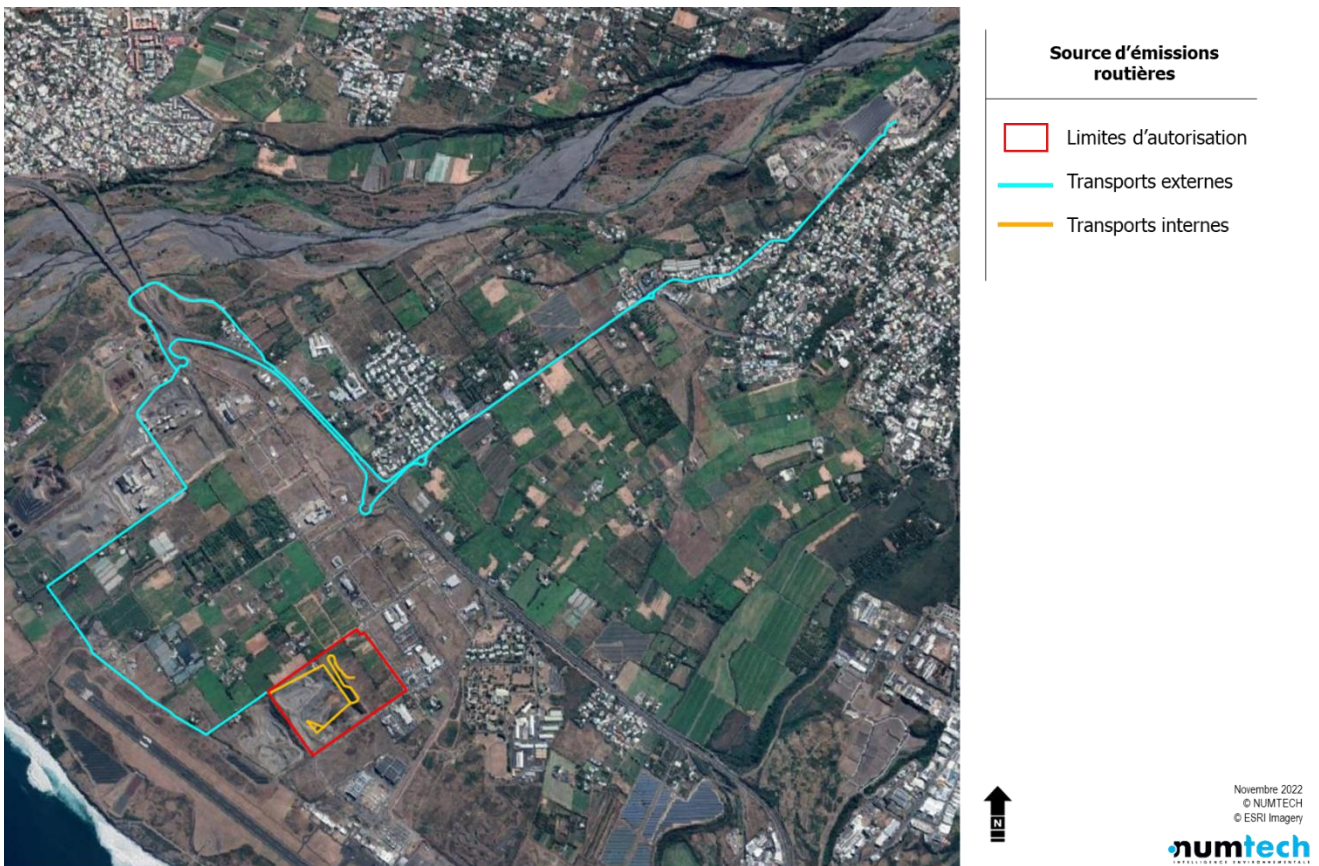


Figure 7 – Localisation des émissions liées aux transports

■ Méthodologie de calcul des émissions

Comme décrit en introduction de ce chapitre, la méthodologie COPERT 5 a été employée afin de quantifier les émissions liées à :

- l'échappement moteur (combustion de carburant),
- l'usure du véhicule (freins, pneumatiques...),
- l'usure et l'entretien des voiries.

Additionnellement, les véhicules sur site sont également responsables de soulèvement de poussière lorsqu'ils circulent. Ces émissions ont été quantifiées à l'aide de la méthodologie présentée dans l'AP-42 de l'US EPA pour les pistes non revêtues.

Les équations employées sont les suivantes :

$$E_{PM10} = 0,423 \times \left(\frac{s}{12}\right)^{0,9} \times \left(\frac{P_{véhicule}}{2,72}\right)^{0,45} \times \left(1 - \frac{p}{365}\right) \times (1 - ER)$$

$$E_{PM2.5} = 0,0423 \times \left(\frac{s}{12}\right)^{0,9} \times \left(\frac{P_{véhicule}}{2,72}\right)^{0,45} \times \left(1 - \frac{p}{365}\right) \times (1 - ER)$$

Avec :

- E , la quantité de poussières émises (kg/km)
- s , la teneur en fines (particules de moins de 75 µm de diamètre) des pistes (%)
- $P_{véhicule}$, le poids moyen d'un véhicule (kg)
- p , le nombre annuel de jours de pluie dans l'année (supérieures à 0.254 mm/jr)
- ER , le facteur d'abattement lié à l'arrosage des pistes (en %, varie en fonction des systèmes mis en place)

■ Paramètres de calcul retenus

Paramètre	Unité	Valeur
Poids moyen à vide des engins de transport	t	44
Charge utile moyenne	t	27
Facteur d'abattement de poussières (arrosage des pistes)	%	90
Teneur en fines des sols	%	6.5
Quantité transportée jusqu'aux installations de traitement sur site	t/an	160 000
Production vendue sur site	t/an	160 000
Quantité transportée jusqu'au site des 3 cheminées	t/an	640 000
Quantité de remblais livré sur site	t/an	89 750

Tableau 8 – Paramètres de calculs des émissions – Transports internes

La teneur en fines des sols est un paramètre non mesuré, et fixé à 6.5%. La valeur retenue pour cette étude est celle proposé dans le fichier GEREP de calcul des émissions polluante.

■ Résultats

Les Tableau 9 et Tableau 10 présentent les résultats des calculs d'émissions liées à la circulation des poids lourds sur site et sur leur parcours.

Emissions diffuses	
PM ₁₀ (kg/an)	PM _{2.5} (kg/an)
2845	286

Tableau 9 – Emissions diffuses en poussière liées à la circulation des poids lourds sur site

	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	NO ₂	SO ₂	BAP	Buta	Benz	As	Ni
	kg/an	kg/an	kg/an	kg/an	kg/an	g/an	kg/an	g/an	mg/an	mg/an
Transports externes	20.98	13.03	114.34	63.75	6.19	0.19	1.47	31.18	0.35	2.67
Transports internes	1.88	1.16	10.22	5.70	0.55	0.02	0.13	2.79	0.03	0.24
Total	22.86	14.19	124.57	69.45	6.74	0.21	1.60	33.96	0.38	2.91

Tableau 10 – Emissions à l'échappement liées à la circulation des poids lourds sur leur parcours

2.7.5 ÉROSION DES STOCKS ET MANIPULATIONS DE MATERIAUX

■ Méthodologie de calcul : manipulations de matières

Les équations utilisées afin de quantifier les émissions liées aux manipulations de matériaux sont les suivantes :

$$E_{PM10} = 5,60 \times 10^{-4} \times Q_{manipulée} \times \frac{\left(\frac{U}{2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}} \times (1 - ER)$$

$$E_{PM2.5} = 8,18 \times 10^{-5} \times Q_{manipul\acute{e}e} \times \frac{\left(\frac{U}{2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}} \times (1 - ER)$$

Avec :

- E , la quantité de poussières émises (kg)
- $Q_{manipul\acute{e}e}$, la quantité annuelle de matériaux manipulés (t)
- U , la vitesse moyenne annuelle du vent (m.s⁻¹)
- M , la teneur en humidité des matériaux manipulés (%)
- ER , le facteur d'abattement lié à l'arrosage (en %)

Les quantités annuelles manipulées sont directement issues des informations fournies par SORECO, elles comprennent les manipulations liées à l'extraction de roches, la mise en stock, l'alimentation des installations de traitement, et la vente de la production. Dans la littérature, on trouve des taux d'humidité compris entre 2% pour les matériaux les plus grossiers (gravillons) et 15% pour des matériaux susceptibles de stocker l'humidité (terre végétale). Une valeur par défaut de 6% est proposée par le Citepa dans le fichier de déclaration des émissions. En l'absence de données mesurées pour ce paramètre, cette valeur sera donc retenue pour l'ensemble des matières manipulées.

Un facteur d'abattement de 75% a été retenu pour rendre compte de la présence d'asperseurs

■ Méthodologie de calcul : érosion

Les équations utilisées pour quantifier les émissions liées à l'érosion des stocks sont les suivantes :

$$E_{PM10} = 1,12 \times 10^{-4} \times 0,85 \times \left(\frac{s}{1,5}\right) \times \left(365 \times \frac{(365 - P)}{235}\right) \times \left(\frac{I}{15}\right) \times A$$

$$E_{PM2.5} = 1,12 \times 10^{-4} \times 0,129 \times \left(\frac{s}{1,5}\right) \times \left(365 \times \frac{(365 - P)}{235}\right) \times \left(\frac{I}{15}\right) \times A$$

Avec :

- E , la quantité de poussières émises (kg)
- s , la teneur en fines (particules de moins de 75µm de diamètre) des stocks (%)
- P , le nombre annuel de jours de pluie dans l'année (supérieures à 0.254 mm/jr)
- I , le pourcentage annuel de jours où la vitesse du vent a été supérieure à 19.3 km.h⁻¹ (%)
- A , la surface exposée au vent calculée à partir du volume et de l'angle de repos des matériaux stockés (m²)

De la même façon que pour les manipulations des stocks, la quantification des émissions liées à **l'érosion est sensible aux mêmes paramètres**. A défaut de mesures pour la teneur en fine des stocks, une valeur de 7% a été retenue ; cette hypothèse est majorante aux vues des valeurs proposées dans la littérature pour des matériaux similaires. La géométrie et la masse des tas de stockage ont été considérées constantes au cours du temps.

Compte tenu de l'arrosage systématique des tas de stockages les jours d'activité du site, il a été considéré que tous les jours de semaine étaient des jours de pluie. Les samedis et dimanches pour lesquels la pluviométrie journalière était supérieure à 0.254 mm ont également été comptabilisés. Sur l'année 2021 le nombre de jours de pluie considéré a donc été de 264, soit 72 % sur l'année.

■ Paramètre de calculs : manipulations de matières

Les manipulations considérées pour le calcul des émissions sont présentées dans le tableau suivant :

Manipulation	Quantité manipulée (t/an)
Manipulations à l'extraction	800 000
Mise en stock des matériaux pour traitement	160 000
Alimentation du crible	160 000
Alimentation du concasseur	160 000
Vente sur site	160 000
Mise en stock de remblais	89 750
Manipulation de remblais pour remise en état	120 000

Tableau 11 – Manipulations considérées pour le calcul des émissions

■ Paramètres de calcul : érosion et manutention de stocks

Les différents stocks ainsi que leurs caractéristiques sont présentés dans le tableau suivants :

Stock	Volume (m ³)	Surface (m ²)
Stock de matériaux à traiter	25 000	4 500
Stocks de déchets inertes	27 500	5 000

Tableau 12 – Caractéristiques des stocks de matières

■ Résultats

Activité	Emission	
	PM ₁₀ (kg/an)	PM _{2.5} (kg/an)
Erosion	1246.29	236.14
Manipulations	138.40	20.22

Tableau 13 – Emissions diffuses de poussière liées à l'érosion des stocks et aux manipulations

2.7.6 BILAN DES EMISSIONS

Les émissions annuelles totales du site (canalisées et diffuses) estimées précédemment sont présentées ci-dessous :

	PM10	PM2.5	CO	NO2	SO2	BAP	Buta	Benz	AS	NI
	kg/an	kg/an	kg/an	kg/an	kg/an	g/an	kg/an	g/an	mg/an	mg/an
Emissions sur site	4555.82	775.57	1724.32	962.36	2.12	3.65	6.67	141.60	7.86	8.07
Emissions totales (dont transport externe)	4578.67	789.77	1848.89	1031.81	8.87	3.86	8.27	175.56	8.24	10.98

Tableau 14 – Bilan des émissions annuelles

2.8 Localisation des sources émettrices

Les émissions quantifiées dans le paragraphe précédent ont été réparties selon les localisations de chaque activité sur site :

- **Les zones d'extraction comprennent les émissions d'excavation, de manipulations des matériaux extraits lors du chargement des poids lourds, et des engins non-routiers employés pour l'extraction (deux pelles excavatrices, une chargeuse sur pneus et une chargeuse sur chenilles).**
- Les zones de remise en état comprennent les émissions diffuses de manipulation de remblais. **Il a été fait l'hypothèse que les engins non-routier n'était pas principalement employés sur ces zones et que leurs émissions sont négligeables sur ces zones.**
- **Les zones de stockages comprennent les émissions liées à l'érosion des matériaux, et liées aux manipulations de mise en stock.**
- Les emplacements des installations de traitement sont considérés émetteurs des rejets **à l'échappement du crible et du concasseur, des rejets diffus liés au traitement de la production, et enfin des rejets diffus provoqués par les manipulations de matériaux nécessaires à l'alimentation des installations.**
- Les pistes sur site ont été identifiées afin de leur affecter les émissions liées au trafic **sur site, c'est-à-dire, les émissions à l'échappement et les émissions diffuses liées au soulèvement de poussières.**

Les figures ci-dessous présente les localisations de ces activités pour chaque phase d'exploitation :



Figure 8 – Répartition spatiale des activités sur site, exploitation phase 5



Figure 9 – Répartition spatiale des activités sur site, exploitation phase 6

3. SIMULATION DE LA DISPERSION DES REJETS ATMOSPHERIQUES

À partir des données météorologiques **modélisées pour l'année 2021**, et des émissions estimées décrites au paragraphe 2.7, les simulations effectuées grâce au modèle ADMS5 ont permis de **quantifier les concentrations de poussières dans l'atmosphère, ainsi que les flux de dépôt qui leurs sont associés.**

Il est important de souligner que ces cartes ne sont pas représentatives des concentrations atmosphériques réelles, **puisqu'elles ne prennent pas en compte la pollution de fond naturelle ou issue des activités anthropiques présentes dans l'environnement proche. De même**, les ré-envols de poussières déposées ne sont pas considérés. Par conséquent, les analyses présentées dans la suite de ce rapport, concernent uniquement **les contributions du site à la pollution de l'air.**

Les concentrations et les flux de dépôt ont été calculés en chaque point du maillage de calcul, respectivement à 1.5m au-dessus du sol et au niveau du sol. Ces valeurs **ont permis d'établir des cartographies de concentrations et de flux de dépôt.**

3.1 Résultats cartographiques de dispersion

Les figures suivantes présentent les cartographies de dispersion obtenues.

Scénario d'exploitation phase 5 PM₁₀ – Concentration annuelle moyenne

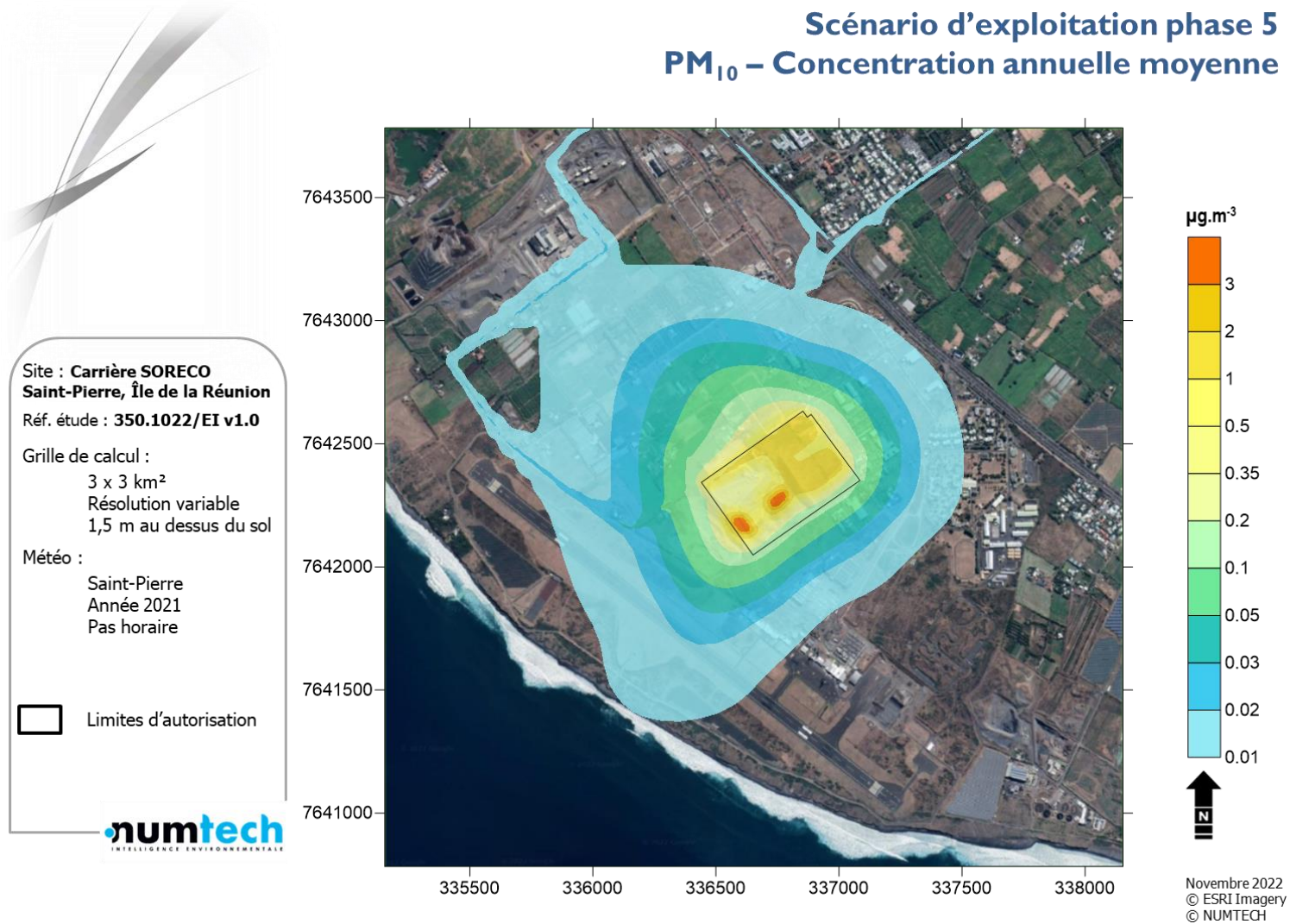


Figure 10 – PM₁₀ – Concentration annuelle moyenne – Phase 5

Scénario d'exploitation phase 5 PM₁₀ – Percentile 100 journalier

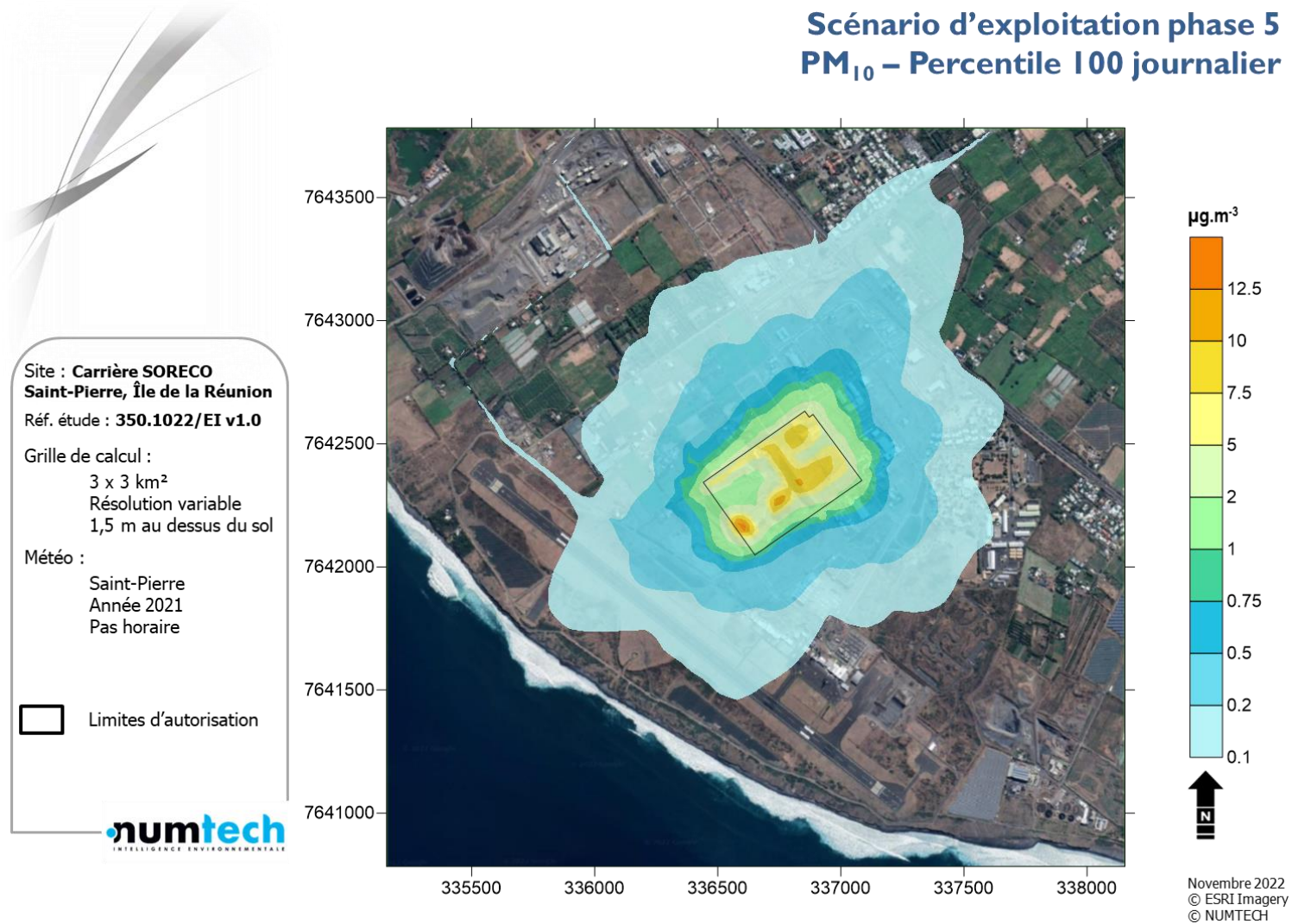


Figure 11 – PM₁₀ – Percentile 100 – Phase 5

Scénario d'exploitation phase 5 PM₁₀ – Flux de dépôt annuel moyen

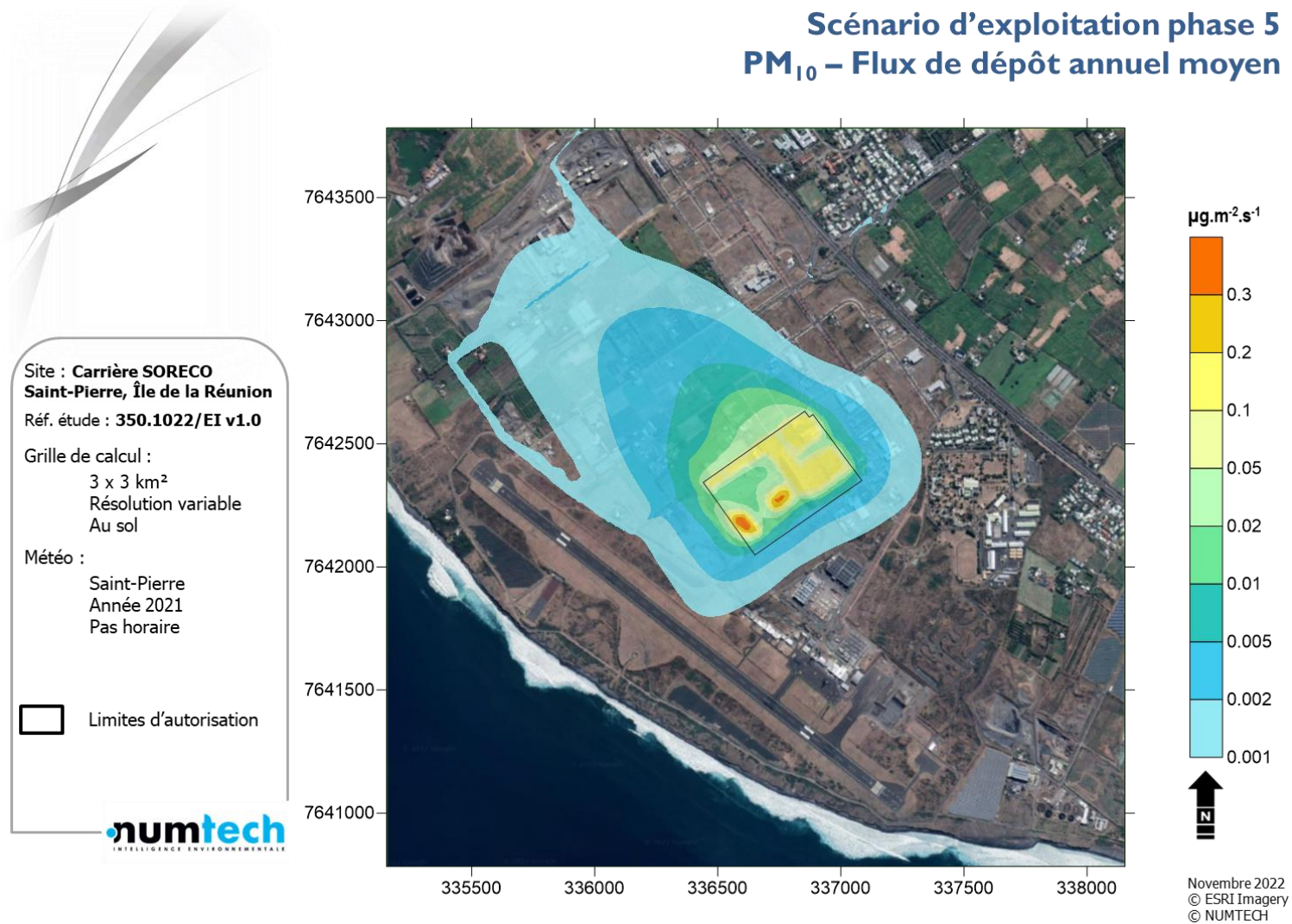


Figure 12 – PM₁₀ – Flux de dépôt annuel moyen – Phase 5

Scénario d'exploitation phase 5 NO₂ – Concentration annuelle moyenne

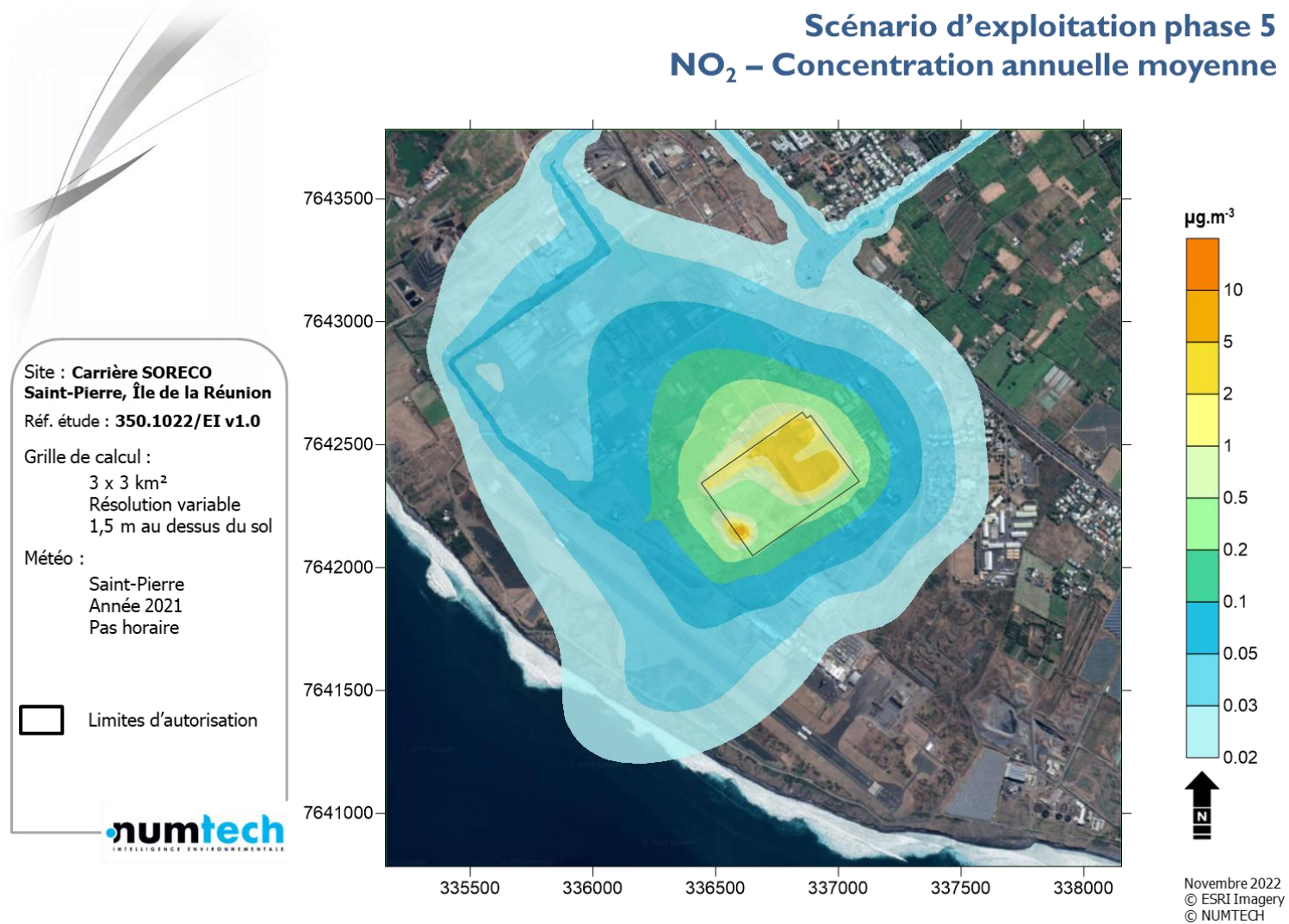


Figure 13 – NO₂ – Concentration annuelle moyenne – Phase 5

Scénario d'exploitation phase 5 NO₂ – Percentile 100 horaire

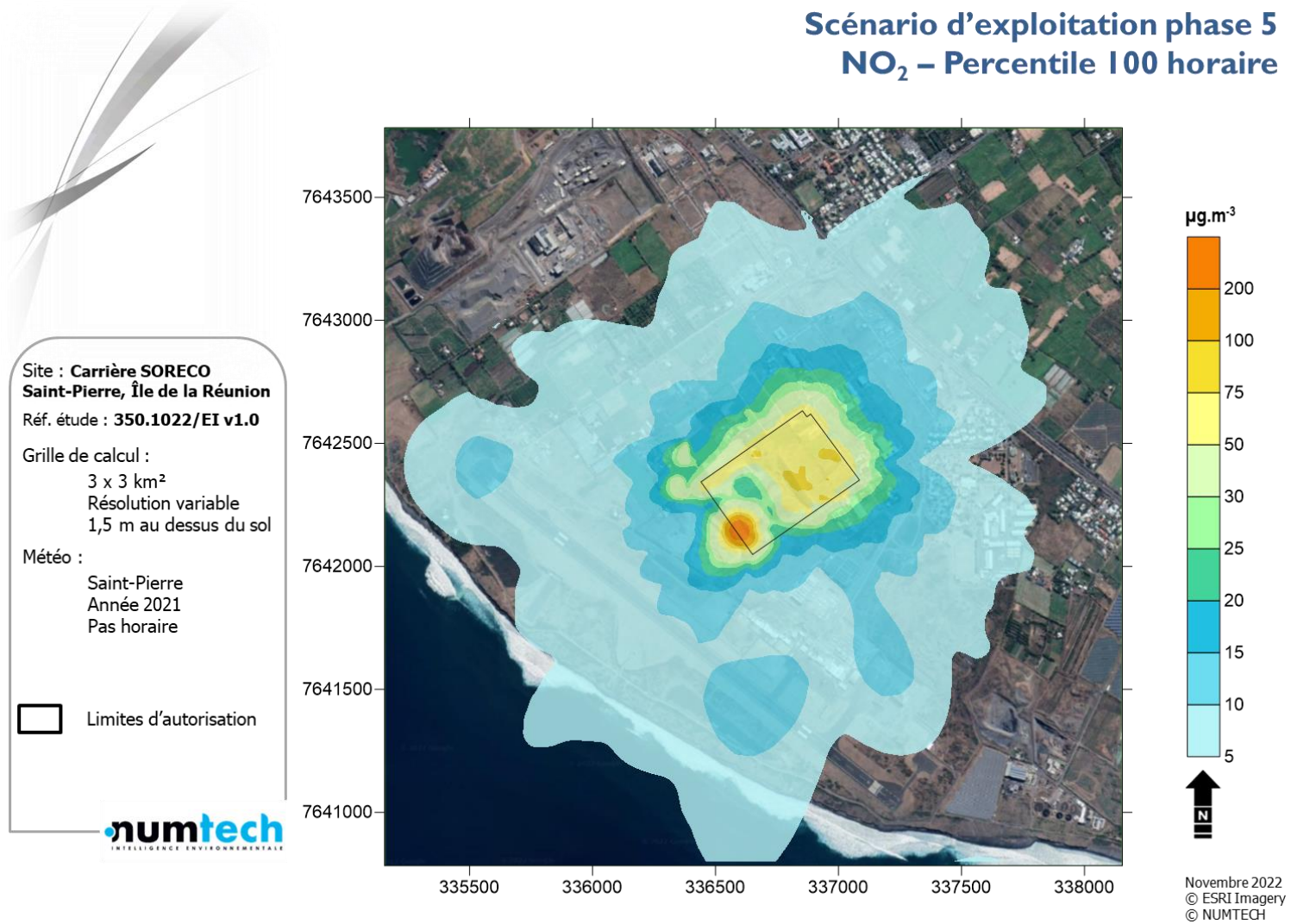


Figure 14 – NO₂ – Percentile 100 horaire – Phase 5

Scénario d'exploitation phase 5 NO₂ – Percentile 100 journalier

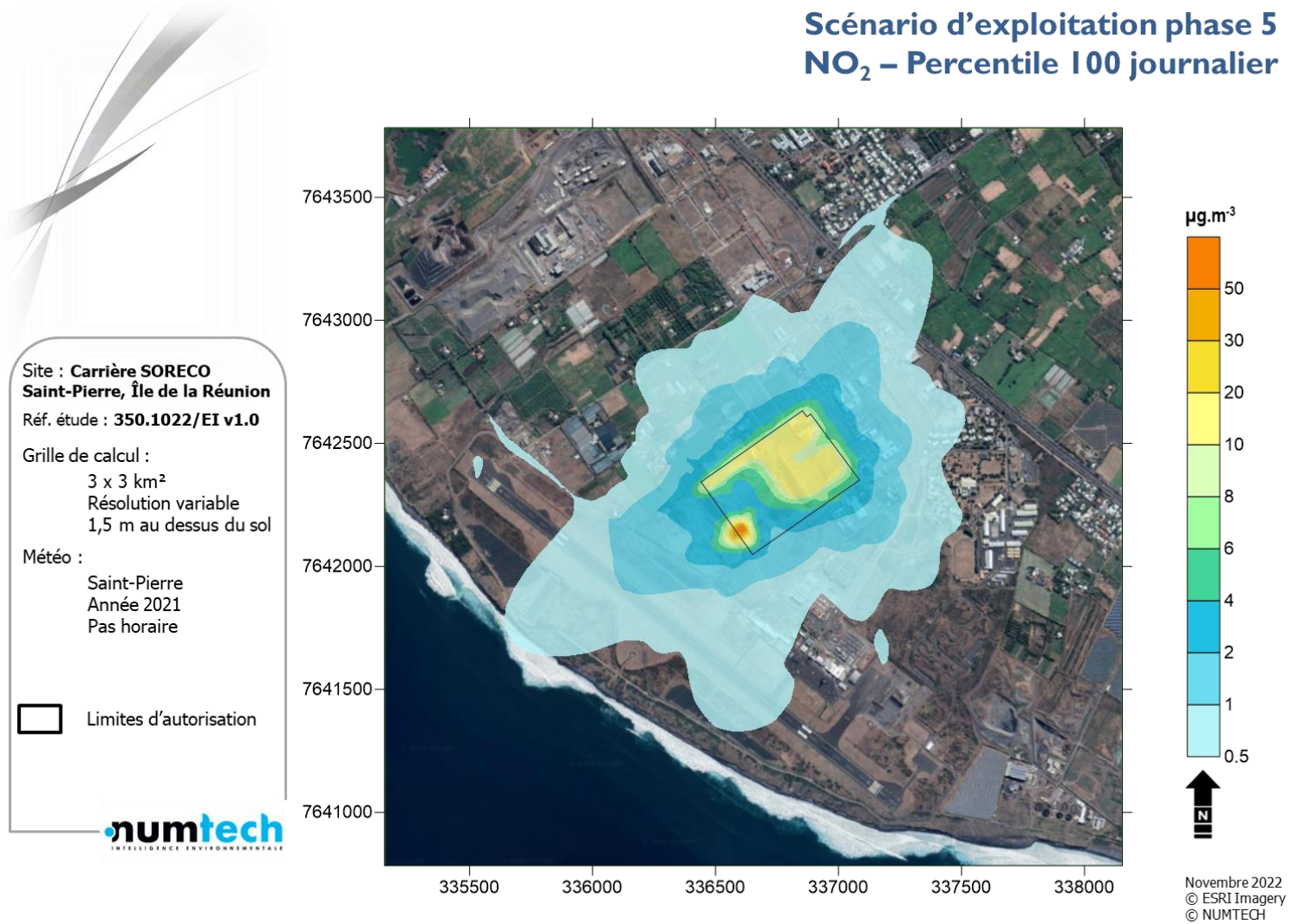


Figure 15 – NO₂ – Percentile 100 journalier – Phase 5

Scénario d'exploitation phase 6 PM₁₀ – Concentration annuelle moyenne

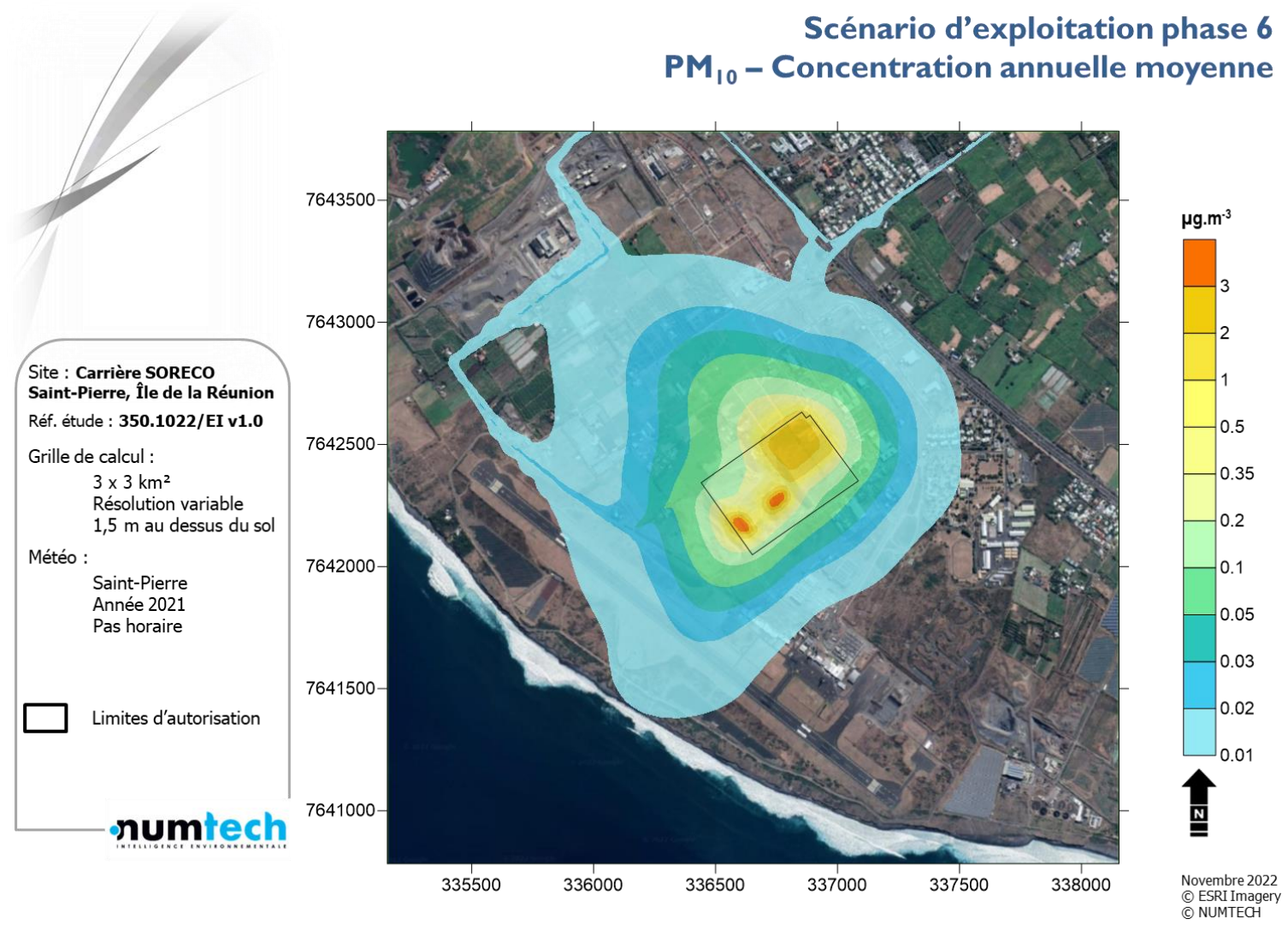


Figure 16 – PM₁₀ – Concentration annuelle moyenne – Phase 6

Scénario d'exploitation phase 6 PM₁₀ – Percentile 100 journalier

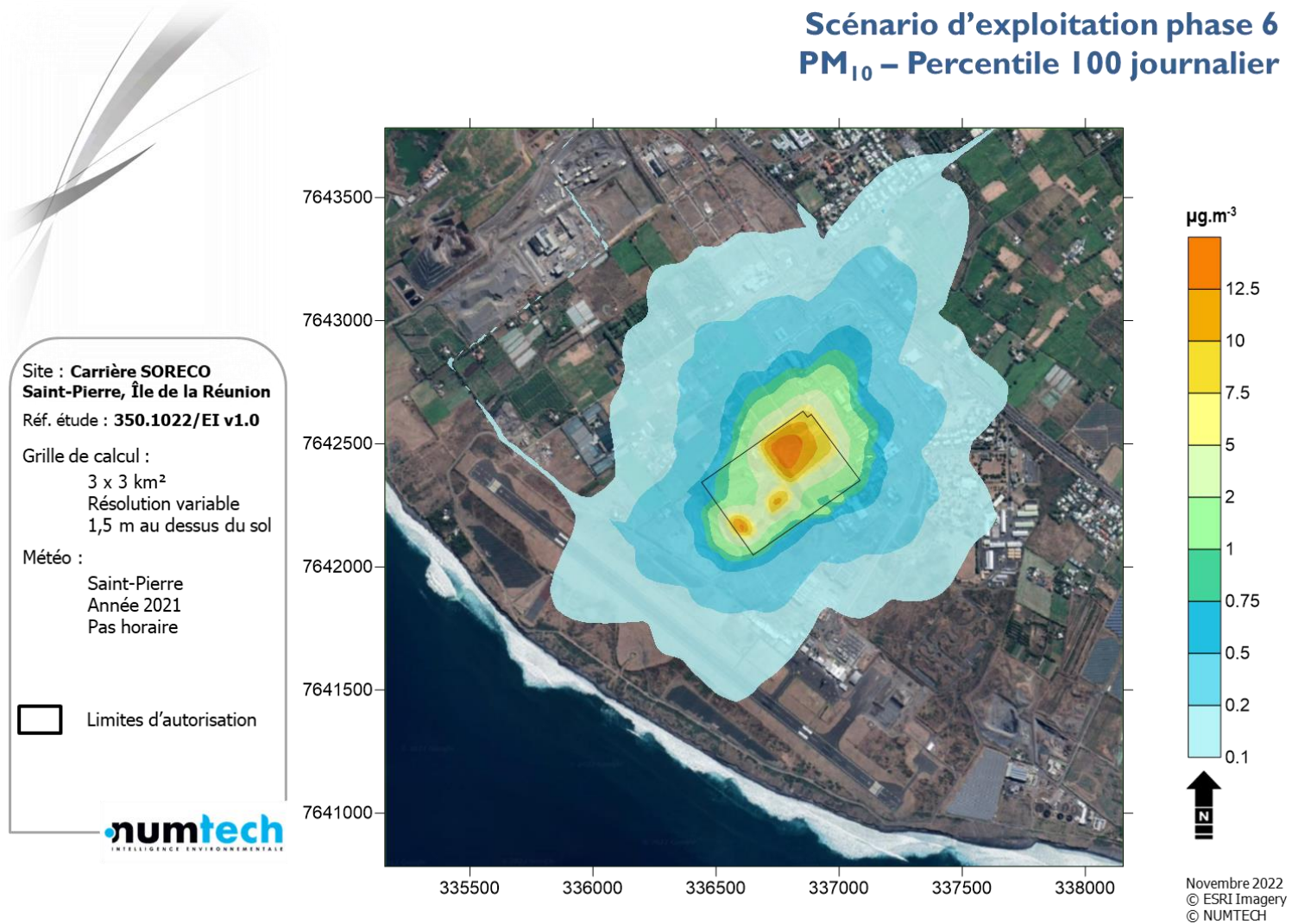


Figure 17 – PM₁₀ – Percentile 100 – Phase 6

Scénario d'exploitation phase 6 PM₁₀ – Flux de dépôt annuel moyen

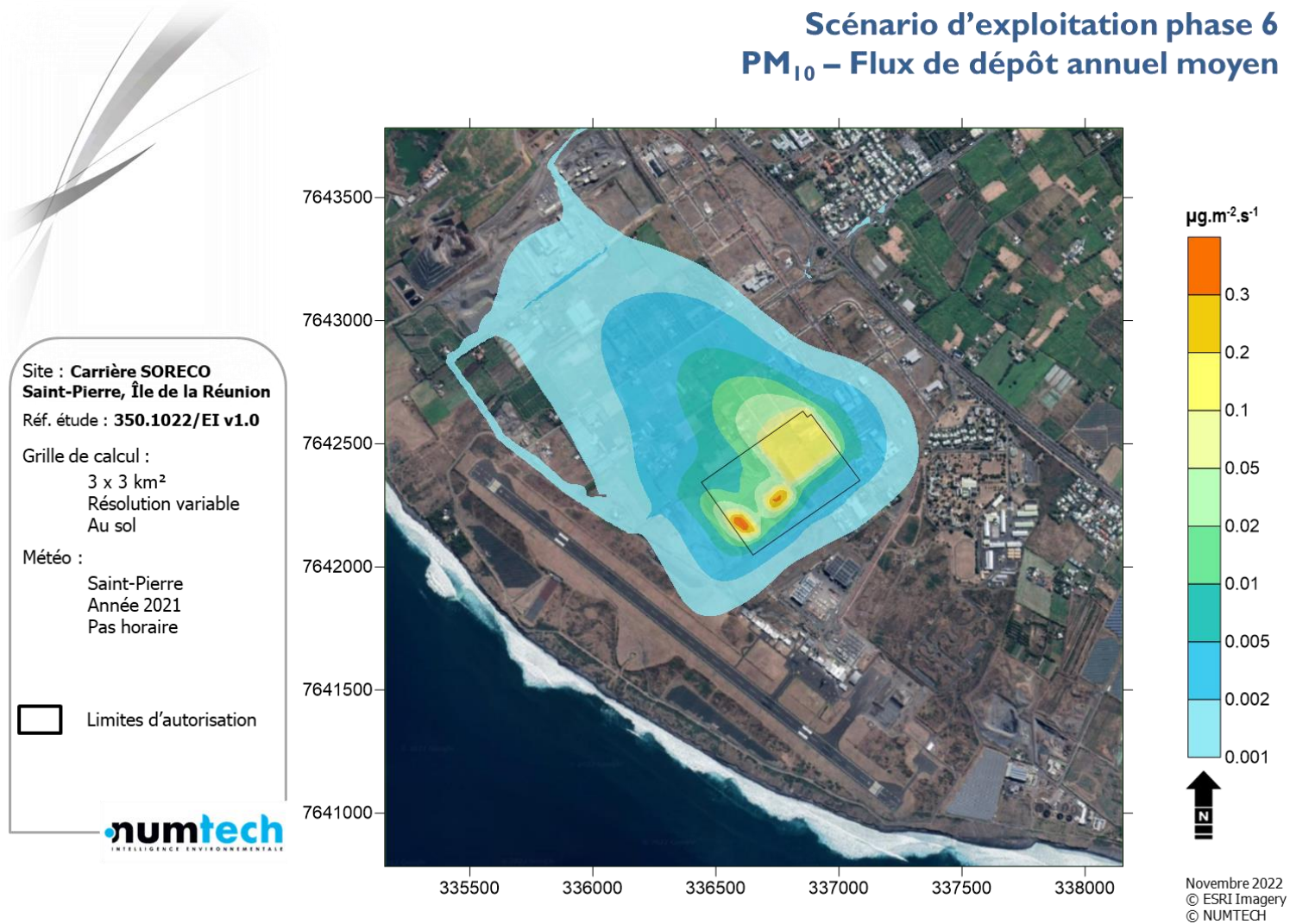
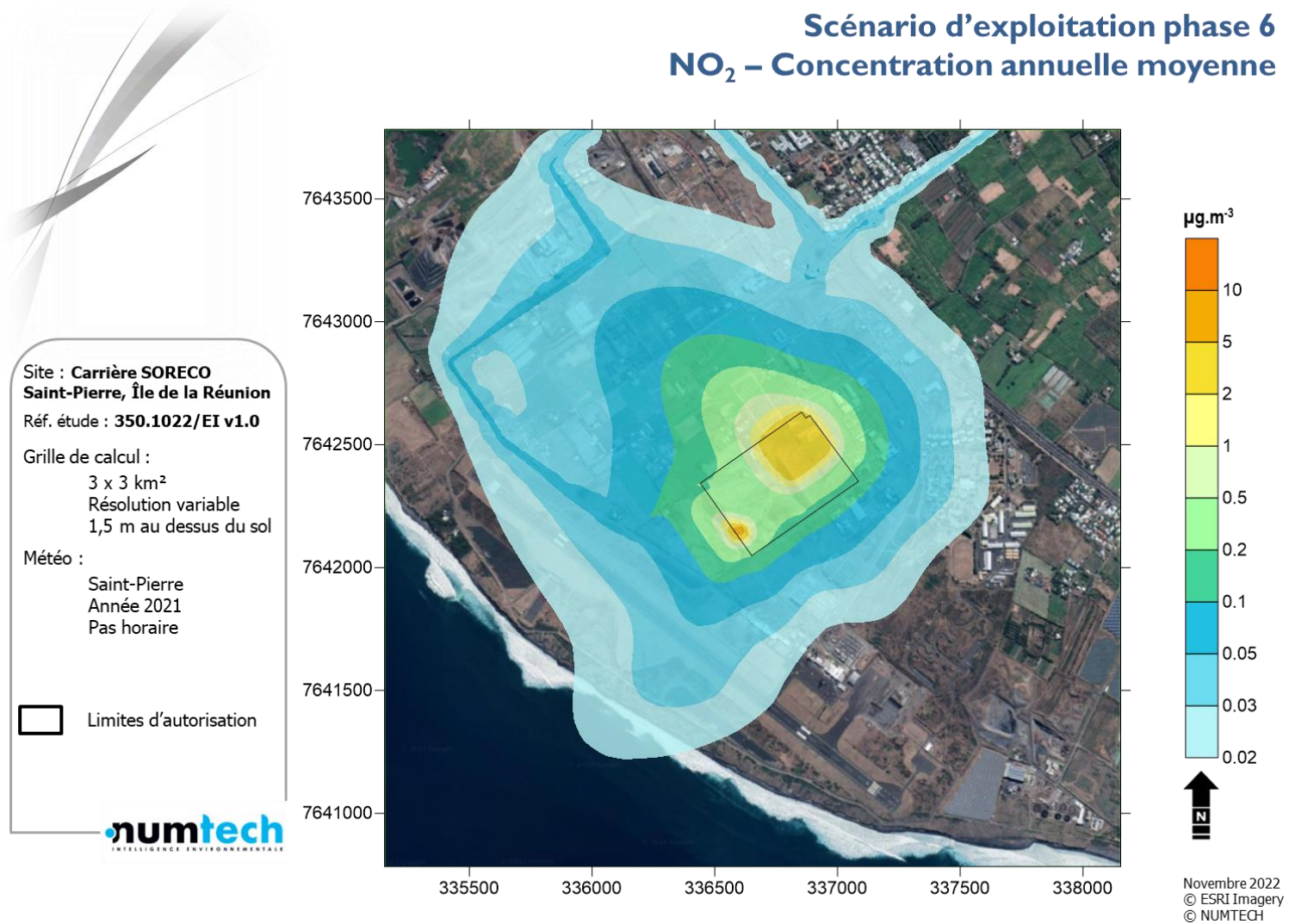


Figure 18 – PM₁₀ – Flux de dépôt annuel moyen – Phase 6

Scénario d'exploitation phase 6 NO₂ – Concentration annuelle moyenne



*

Figure 19 – NO₂ – Concentration annuelle moyenne – Phase 6

Scénario d'exploitation phase 6 NO₂ – Percentile 100 horaire

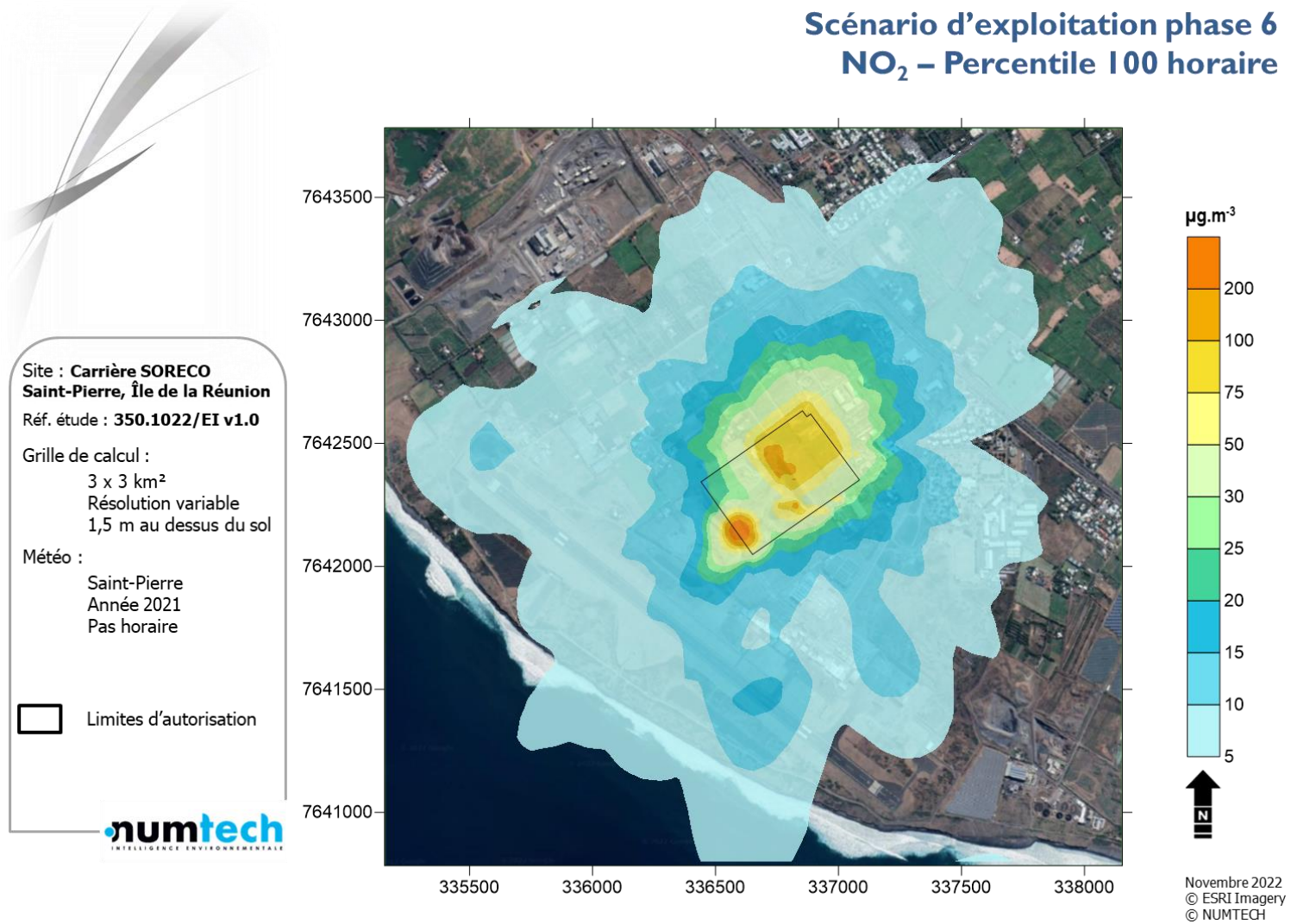


Figure 20 – NO₂ – Percentile 100 horaire – Phase 6

Scénario d'exploitation phase 6 NO₂ – Percentile 100 journalier

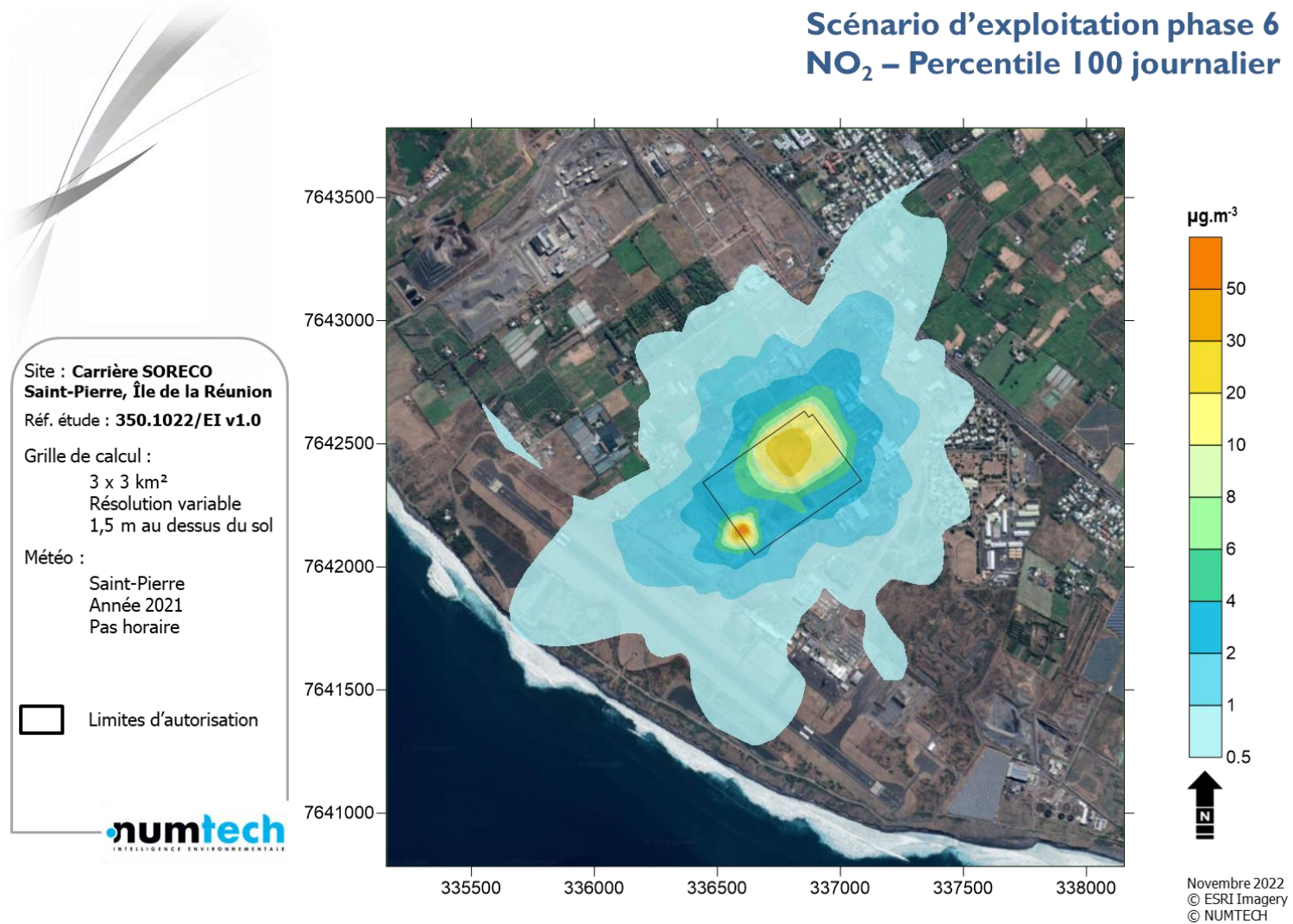


Figure 21 – NO₂ – Percentile 100 journalier – Phase 6

3.2 Comparaison et impact cumulé avec la carrière TERALTA

Le site de TERALTA ayant lui-même fait l'objet d'une modélisation de la dispersion de ses émissions polluantes, une comparaison des émissions annuelles des deux sites, ainsi qu'un cumul de leur impact sur l'environnement ont été réalisés.

Les émissions annuelles de la carrière TERALTA ont été estimées à partir des flux d'émissions de chaque source, présentés dans le rapport d'étude de dispersion de GéoPlusEnvironnement. Les résultats sont présentés ci-dessous. Il est à noter que les méthodes de quantification des émissions utilisées sont différentes de celles utilisées par NUMTECH. La comparaison est donc donnée à titre indicatif.

	PM ₁₀ kg/an	NO ₂ kg/an	SO ₂ kg/an	BAP g/an
SORECO	4554	957	1.57	3.63
TERALTA	45460	2452	1.15	2.63

Tableau 15 – Comparaison des émissions annuelles quantifiées pour la carrière SORECO et la carrière TERALTA

Le cumul de l'impact des deux sites a été calculé en 4 points récepteurs issus de la modélisation de la carrière TERALTA. Il a été calculé en prenant en compte le scénario (Phase 5 ou 6) le plus impactant en ces points. La localisation des points est présentée en Figure 22, les résultats du cumul d'impact sont présentés dans le Tableau 16.



Figure 22 – Points récepteurs de calcul d'impact cumulé

Site	Point récepteur	PM ₁₀	NO ₂	SO ₂	BAP
		mg/m ² /j	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
TERALTA	1	4.2	2.40 10 ⁻¹	1.03 10 ⁻⁴	2.25 10 ⁻⁷
	2	23.9	4.70 10 ⁻¹	2.05 10 ⁻⁴	4.51 10 ⁻⁷
	3	19.7	8.53 10 ⁻¹	3.52 10 ⁻⁴	7.50 10 ⁻⁷
	4	1.5	5.12 10 ⁻²	2.20 10 ⁻⁵	4.81 10 ⁻⁸
SORECO Phase 5	1	1.51	5.00 10 ⁻¹	4.85 10 ⁻²	1.76 10 ⁻⁶
	2	0.22	7.41 10 ⁻²	1.83 10 ⁻²	2.49 10 ⁻⁷
	3	0.10	6.27 10 ⁻²	8.38 10 ⁻²	1.94 10 ⁻⁷
	4	0.03	2.50 10 ⁻²	2.36 10 ⁻³	7.80 10 ⁻⁸
SORECO Phase 6	1	1.88	5.79 10 ⁻¹	4.86 10 ⁻²	2.04 10 ⁻⁶
	2	0.30	1.03 10 ⁻¹	1.84 10 ⁻²	3.49 10 ⁻⁷
	3	0.10	6.91 10 ⁻²	8.38 10 ⁻²	2.15 10 ⁻⁷
	4	0.03	2.94 10 ⁻²	2.37 10 ⁻³	9.19 10 ⁻⁸
Cumul	1	6.08	8.19 10 ⁻¹	4.88 10 ⁻²	2.27 10 ⁻⁶
	2	24.20	5.73 10 ⁻¹	1.86 10 ⁻²	8.00 10 ⁻⁷
	3	19.80	9.22 10 ⁻¹	8.42 10 ⁻²	9.65 10 ⁻⁷
	4	1.53	8.06 10 ⁻²	2.39 10 ⁻³	1.40 10 ⁻⁷

Tableau 16 – Comparaison et cumul de l'impact environnemental des deux sites

Les résultats des calculs de concentration cumulés sur les points d'impact identifiés montrent des résultats globalement faibles à la fois pour les dépôts moyens en poussières fines PM₁₀ et pour les concentrations moyennes annuelles en polluants gazeux.

On peut noter que globalement les contributions sur site de TERALTA sont plus importantes pour les poussières et plus faibles pour les polluants gazeux. Ces comparaisons restent indicatives du fait que les résultats proviennent de deux études aux hypothèses différentes, aussi bien pour la quantifications des émissions que pour la réalisation des calculs de dispersion

ANNEXE A Caractéristiques techniques du modèle de dispersion ADMS5

A.1 Modélisation atmosphérique

Grâce à ses performances techniques, ADMS est considéré par l'INERIS[1], l'InVS[2] et l'US EPA comme la nouvelle génération (Advanced model) des modèles gaussiens de dispersion atmosphérique. Ses principales caractéristiques techniques sont les suivantes :

Description verticale de la couche atmosphérique (entre la surface et 2000 mètres d'altitude)

L'un des points forts de ADMS est de ne plus décrire la stabilité de l'atmosphère grâce aux classes de Pasquill-Gifford (utilisées depuis les années 60), mais grâce à des paramètres physiques qui varient de façon continue (analyse d'échelle permettant notamment de caractériser le niveau de turbulence atmosphérique dans les 3 dimensions). Cette nouvelle approche présente deux avantages majeurs :

- Une description continue de l'atmosphère, et non plus sous forme de classes limitant le nombre de situations météorologiques.
- Une description verticale de l'atmosphère, prenant en compte la turbulence atmosphérique générée par le frottement du vent au sol et le réchauffement de la surface par le rayonnement solaire. La couche atmosphérique n'est donc plus considérée comme une couche homogène et les paramètres de dispersion varient dans les 3 dimensions.

Pré-processeur météorologique

ADMS intègre par ailleurs un pré-processeur météorologique, qui recalcule les profils verticaux des paramètres météorologiques (vent, température, turbulence), à partir des données de surface fournies par Météo France et des paramètres du site (occupation des sols et topographie). Une fois les profils verticaux établis, ADMS peut simuler la dispersion des panaches.

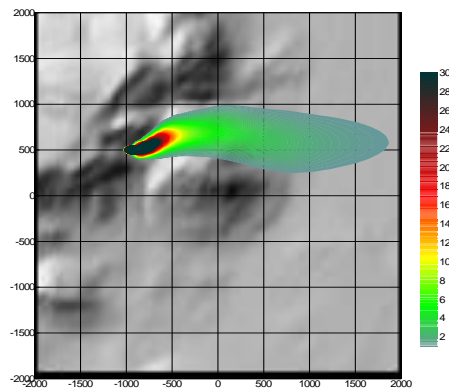
ADMS travaille en mode séquentiel horaire

Beaucoup de gaussiens « classiques » travaillent en mode statistique : à partir de données météorologiques horaires ou tri-horaires, ils regroupent les situations météorologiques par classes, et effectuent le calcul de dispersion en attribuant un poids statistique à chacun des résultats. ADMS effectue un calcul de dispersion pour chaque donnée météorologique horaire (de façon automatique et transparente pour l'utilisateur), et cela sur du long-terme (jusqu'à 5 années). De plus, le pré-processeur intégré à ADMS tient compte des conditions météorologiques passées, ce qui permet de prendre en compte l'évolution diurne de la couche atmosphérique (situation convective par exemple), ce qui n'est pas le cas des gaussiens classiques.

Prise en compte du relief

ADMS intègre un modèle fluide diagnostique, FLOWSTAR, qui calcule au besoin les champs de vent et de turbulence en 3D (résolution horizontale de l'ordre de 100 mètres, sur 10 niveaux verticaux) sur tout le domaine d'étude, pour chaque situation météorologique horaire ou tri-horaire. Il utilise les données topographiques directement disponibles auprès de l'IGN. Les modèles gaussiens « classiques » ne prennent généralement en compte le relief que de façon très grossière, en ré-évaluant de façon approximative la hauteur des panaches par rapport au sol. Le vent reste néanmoins constant sur

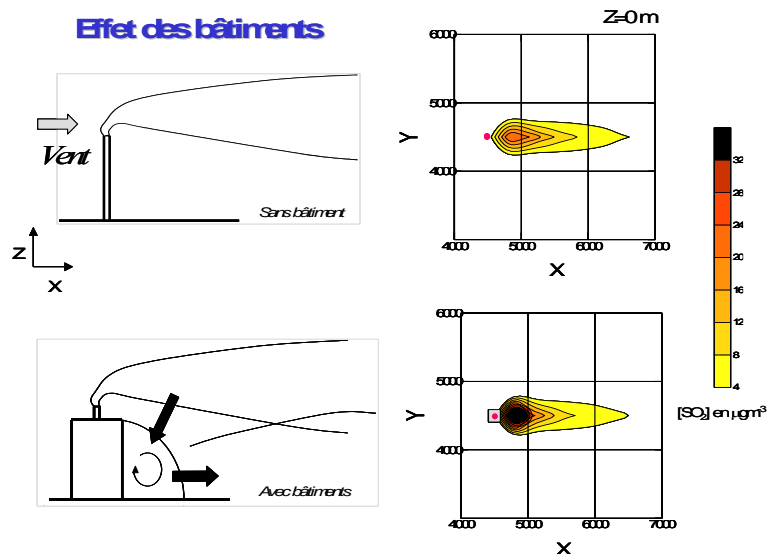
tout le domaine d'étude. La modification de la trajectoire d'un panache liée à la présence d'une colline n'est pas envisageable, contrairement à ce qui est calculé par ADMS (exemple de résultat ci-dessous).



Dispersion d'un panache par ADMS sur un relief complexe.

Le module bâtiment

Un module de bâtiment (« Buildings Option ») permet de prendre en compte l'influence des bâtiments d'un site industriel sur la dispersion des panaches. A titre d'exemple, un exutoire situé en toiture d'un bâtiment industriel de 30 mètres, sera considéré comme une cheminée de 30 mètres de hauteur placée sur un terrain plat par les modèles gaussiens « classiques ». Au contraire, ADMS peut prendre en compte l'influence des bâtiments susceptibles de fortement perturber la dispersion (rabattement de panache, zones de re-circulation...).



Effet d'un bâtiment industriel sur la dispersion d'un panache

Le modèle de dépôt des particules intégré

Un module de calcul de dépôt intégré à ADMS permet de prendre en compte les phénomènes de dépôt sec (diffusion au sol des panaches et chute par gravité) et de dépôt humide (lessivage par les précipitations) pour les effluents particulaires.

Pour le dépôt sec, le module utilise une formulation du type :

$$F_d = V_d C(x, y, 0)$$

(1)

où F_d est le flux de déposition en masse par unité de surface et par unité de temps, V_d la vitesse de déposition et $C(x, y, 0)$ la concentration au sol au point de coordonnées (x, y) pour le polluant considéré.

Contrairement aux modèles classiques qui utilisent une vitesse de déposition constante dans le temps et sur le domaine, le module de dépôt de ADMS calcule (pour chaque type de particule) les vitesses de déposition toutes les heures et pour chaque point de la grille de calcul. Ce calcul tient compte des conditions météorologiques (vents et stabilité), de la nature variable des sols (rugosité) et des propriétés des particules (granulométrie et densité). Le taux de lessivage intervenant dans le calcul du dépôt humide est quant à lui homogène sur le domaine, mais est cependant recalculé toutes les heures à partir des données horaires (ou à défaut tri-horaires) de précipitation (données Météo France). Le taux de lessivage appliqué au panache est calculé suivant la formulation suivante :

$$\Lambda = a \times P^b$$

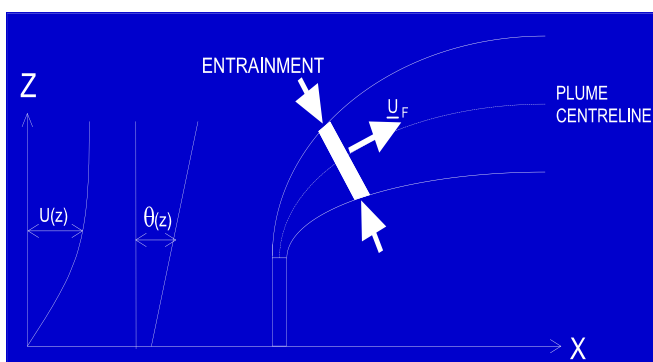
(2)

où Λ est le taux de lessivage (en s^{-1}), P le taux de précipitation (en mm/h) et a et b deux constantes déterminées expérimentalement.

Le modèle intégral de trajectoire de panache

Afin de tenir compte des effets de vitesse et de température en sortie de cheminée sur l'élévation des panaches, beaucoup de modèles utilisent une simple « sur-hauteur » estimée empiriquement (formules de Holland, Briggs...). ADMS utilise un modèle intégral qui calcule précisément la trajectoire des panaches en sortie de cheminée, en fonction des paramètres d'émission (vitesse et température) et des conditions atmosphériques (profils de vent et de température). Ce modèle améliore nettement la précision des concentrations calculées. Il prend également en compte les effets de sillage des cheminées (turbulence), lorsque celles-ci ont un diamètre important.

Remarque : ce sont principalement ces phénomènes turbulents induits par les bâtiments, la turbulence en sortie de cheminée et les effets de sillage qui font que les modèles gaussiens « classiques » ne sont pas valides dans un rayon inférieur à 100 mètres de la source, ce qui n'est pas le cas de ADMS dont le module bâtiment a par exemple été complètement validé par des tests en soufflerie.

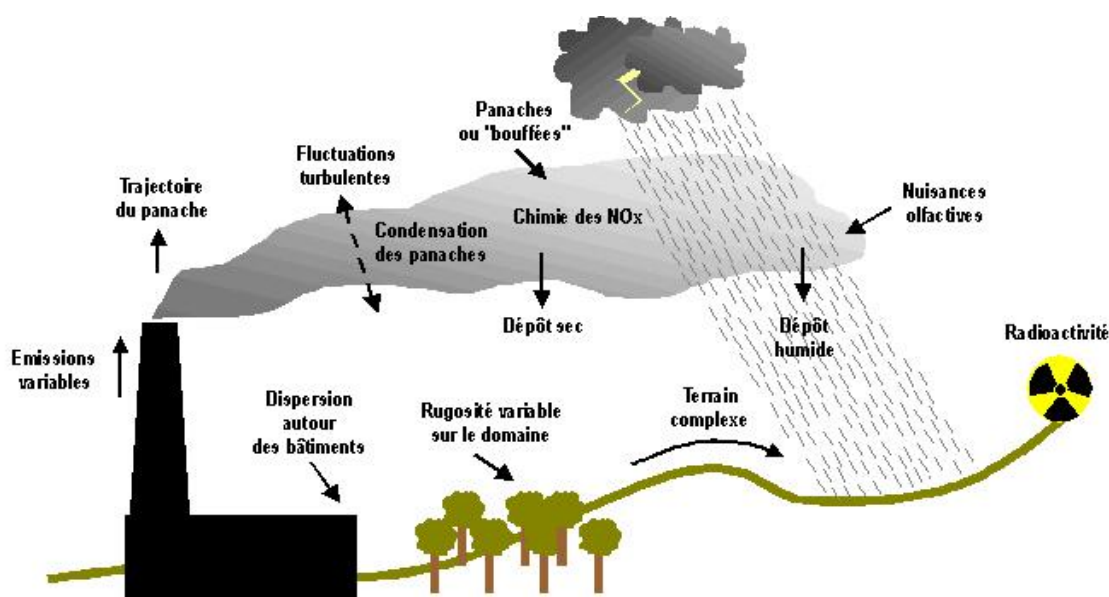


Ci-contre, modèle intégral de trajectoire utilisé dans ADMS

A.2 Modules intégrés au logiciel ADMS

Outre ses avantages techniques, ADMS intègre dans sa version de base de nombreux modules permettant de faire des calculs spécifiques, qui ne sont souvent pas proposés par les autres modèles de sa catégorie.

- Un module de « bouffée » (« Puff »), qui permet d'étudier la dispersion d'émissions accidentelles en fonction du temps (régime non-stationnaire). Ce module permet de calculer des doses pour des points spécifiques.
- Un module chimique qui permet de calculer la répartition NO/NO₂ et la concentration en ozone : en général, les taux d'émissions concernent en effets les NO_x, et les valeurs réglementaires le NO₂. Un calcul photochimique est donc nécessaire.
- Un module de côte qui permet de prendre en compte l'interface terre/mer lorsque les sites sont situés en bordure de mer.
- Un module qui permet d'entrer des profils temporaires d'émission (exemple : arrêt des installations la nuit ou le week-end), mais également des données horaires d'émission.
- Un module qui permet de modéliser les nuisances olfactives (résultats en unités odeurs et calcul statistique de nombre de dépassement de seuil annuel), et de prendre en compte les fluctuations turbulentes des concentrations à très court-terme (quelques secondes).
- Un module qui permet de calculer les nuisances visuelles des panaches (condensation des panaches en fonction des conditions météorologiques).
- Un module « Radioactivité » qui permet de calculer la décroissance radioactive de polluants spécifiques et la décomposition des isotopes en éléments fils.



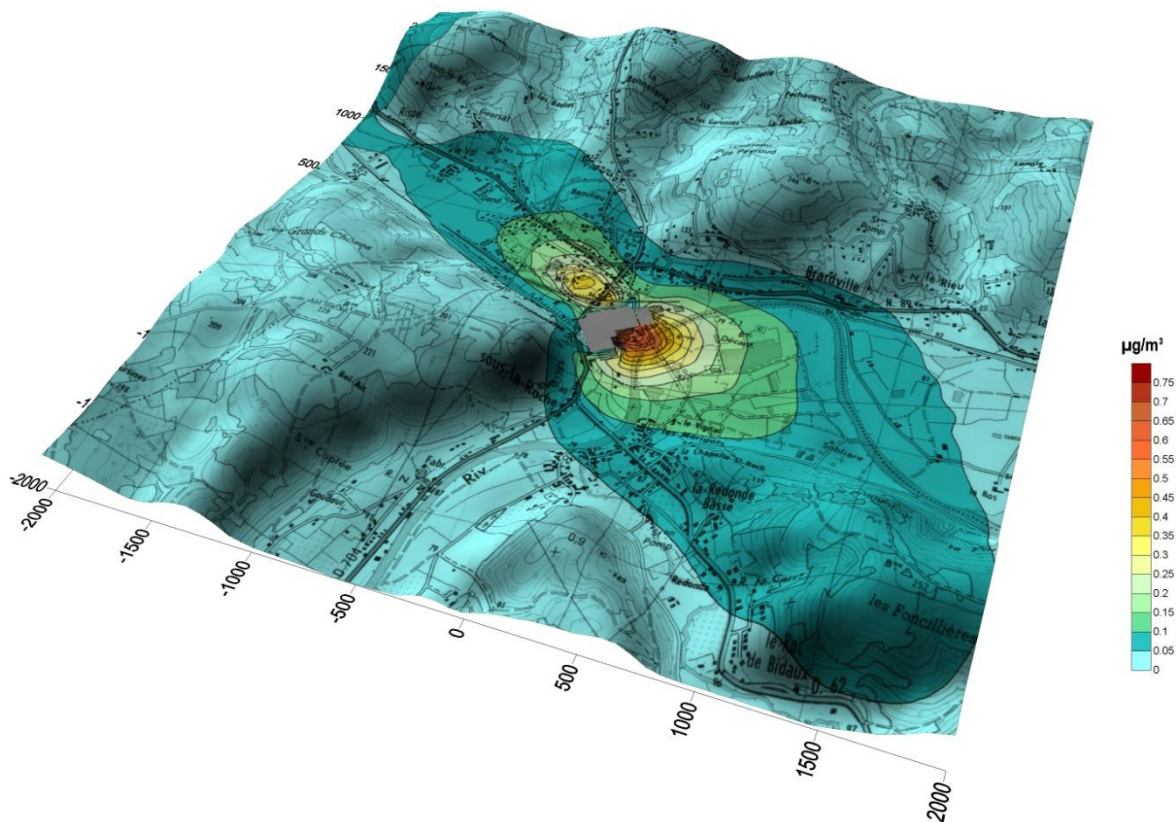
Phénomènes et processus pris en compte par ADMS

A.3 Exploitation des résultats

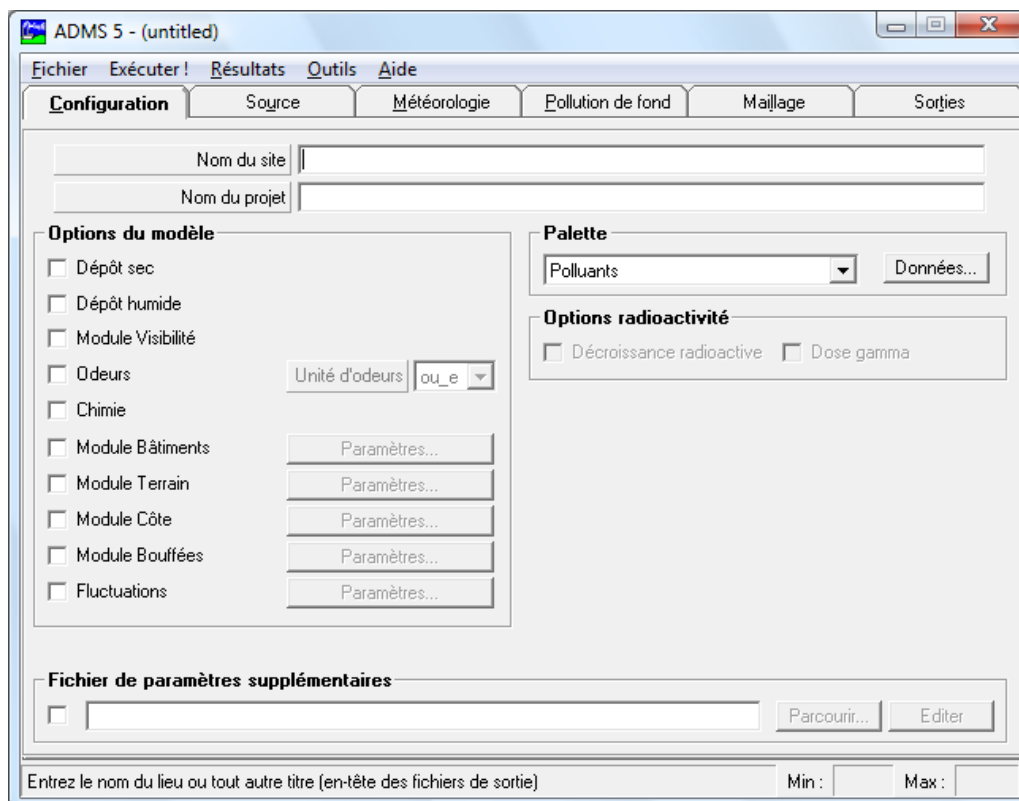
Bien que pouvant prendre en compte des phénomènes complexes, le logiciel ADMS reste l'un des plus convivial du marché des logiciels de dispersion :

- Interfaçage Windows complet (Windows 95, 98, NT, 2000, XP, 7).

- Le logiciel intègre un convertisseur de données topographiques, qui permet d'entrer directement les données de relief (données DAD fournies par NUMTECH ou IGN par exemple) dans ADMS. De même, un convertisseur développé par NUMTECH permet d'intégrer directement les données météorologiques nécessaires au calcul de dispersion (données DAD fournies par NUMTECH1 ou Météo France par exemple).
- ADMS sort les résultats sous format texte (grille, ou tableaux pour des points particuliers). Il possède d'autre part un lien direct avec le logiciel graphique SURFER, qui permet de tracer directement les résultats sous forme de cartographies couleurs (voir ci-dessous). Il intègre également un outil « le Mapper » qui permet désormais le tracé de contours.
- Un lien direct avec les SIG ArcView et MapInfo qui permet d'entrer directement des sources d'émissions à partir de cartes (en « cliquant » sur des cartes), mais aussi de visualiser directement les résultats au format SIG.
- Les simulations ADMS peuvent d'autre part être lancées en procédure automatique « batch », c'est-à-dire les unes après les autres sans intervention de l'utilisateur.



Exemple de résultat obtenu grâce aux logiciels ADMS/SURFER
(concentrations en effluent au niveau du sol)



Interface du logiciel ADMS5

A.4 Validations et références

- ADMS a été validé internationalement : comparaison modèle/mesures, publication dans des revues scientifiques internationales, présentation régulière aux Conférences internationales d'harmonisation, validation grâce à l'outil européen d'évaluation « Model Validation Kit »,...
- A ce titre, ADMS est utilisé par de nombreuses références nationales et internationales : INERIS, AFSSET, DRASS Ile de France, IRSN, CEA Cadarache, Météo France, Ecole Centrale de Lyon, ASPA, AIRFOBEP, AIR Languedoc Roussillon, TOTAL, RHODIA, SOLVAY France, BP, Shell, Exxon, Texaco, Conoco, PowerGen, Nuclear Electric, Astra Zeneca, ainsi que de nombreuses sociétés d'ingénierie et bureaux d'études (Rhoditech, SNPE, URS France, APAVE, SOGREAH, BURGEAP...).
- ADMS est préconisé par l'INERIS dans le Guide Méthodologique de l'Evaluation des risques liés aux substances chimiques dans l'étude d'impact des ICPE, 2003. Il est considéré par l'InVS (rapport Incinérateur et santé, 2003) comme étant « à la pointe des dernières mises à jour scientifiques en matière de modèle gaussien ».



ADMS4 : « L'Etat de l'art » de la modélisation gaussienne

La « nouvelle génération »
des modèles de dispersion
INERIS, Guide ERS 2003



« An advanced model
for calculating concentrations »
US EPA, Center for Regulatory Air Models, 2003





NUMTECH

6, Allée Alan Turing

CS 60242

Parc Technologique de La Pardieu

63178 AUBIERE CEDEX

www.numtech.fr

ANNEXE 2 - Pièce 11

ERS (Evadies, 2022)



PROJET D'EXTENSION DE LA CARRIERE SORECO SUR LA PLAINE DE PIERREFONDS A SAINT-PIERRE, ILE DE LA REUNIONS

IEM ET ERS

ETUDE 350.1022

Rapport 08822 – version 1.1

Adressé le 28 novembre 2022



Evaluation & Diagnostic
Impact / Environnement / Santé

Bureau d'expertise en santé environnementale

EVADIES • 8, rue principale 54 470 BOUILLONVILLE • Tél : 09 71 06 70 81

Courriel : remi.merlen@evadies.fr

N° Siret : 821 717 501 00026 • A.P.E. : 7120 B

SARL au capital de 10 000 €

PROJET D'EXTENSION DE LA CARRIERE SORECO SUR LA PLAINE DE PIERREFONDS A SAINT-PIERRE, ILE DE LA REUNION

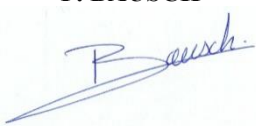


IEM ET ERS

Etude 350.1022 - RAPPORT 08822

Destiné à



Référence devis : D/MC/350.1022/EI_v2

Version	Date	Rédaction	Vérification	Validation
1.1	28/11/2022	P. BAUSCH 	R. MERLEN 	R. MERLEN 

Pour nous joindre :

EVADIES • 8, rue principale 54 470 BOUILLONVILLE

Pierre BAUSCH
06 59 74 33 19
pierre.bausch@evadies.fr

Rémi MERLEN
06 64 87 93 17
remi.merlen@evadies.fr

Avertissement

Ce rapport d'étude est la propriété du bureau d'expertise EVADIES. Il ne peut être reproduit, tout ou partie, sans l'autorisation écrite d'EVADIES. Toute utilisation de ce rapport et/ou de ces données doit faire référence à EVADIES. EVADIES ne saurait être tenu pour responsable des événements pouvant résulter de l'interprétation et/ou de l'utilisation des informations faites par un tiers.

TABLE DES MATIERES

1. CONTEXTE, OBJECTIFS ET DEMARCHE DE L'ETUDE.....	8
2. CADRE REGLEMENTAIRE, REFERENTIELS METHODOLOGIQUES ET SOURCES D'INFORMATIONS	10
3. ORGANISATION DU DOCUMENT	10
4. DOMAINE DE L'ETUDE	11
5. L'ENVIRONNEMENT ET LES ENJEUX LOCAUX.....	12
5.1. LOCALISATION DES HABITATIONS LES PLUS PROCHES.....	12
5.2. POPULATION FREQUENTANT LE PERIMETRE D'ETUDE.....	13
5.3. USAGES DE L'ENVIRONNEMENT	14
5.4. CONTEXTE EMISSIF A PROXIMITE.....	15
6. RECENSEMENT DES SUBSTANCES EMISES ET IDENTIFICATION DES SOURCES.....	17
6.1. OBJECTIFS.....	17
6.2. IDENTIFICATION ET CARACTERISTIQUES DES SOURCES.....	17
6.3. IDENTIFICATION DES SUBSTANCES EMISES	17
6.4. SELECTION DES TRACEURS DE RISQUE.....	18
6.4.1. Démarche.....	18
6.4.2. Définition de la toxicité des substances	18
6.5. SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION	22
6.5.1. Voies et vecteurs d'exposition	22
6.5.2. Exposition par inhalation	22
6.5.3. Exposition par ingestion.....	23
6.5.4. Exposition par voie cutanée	24
7. ÉVALUATION DE L'ETAT DES MILIEUX	25
7.1 OBJECTIFS	25
7.2. SUBSTANCES RECHERCHEES ET MILIEUX INVESTIGUES	26
7.3. QUALITE DE L'AIR.....	26
7.3.1. Exigences réglementaires.....	26
7.3.2. Données à disposition	28
7.3.3. Bilan de suivi de la qualité de l'air.....	30
7.3.4. Évaluation de l'état du milieu « Air ».....	35
7.4. QUALITE DES SOLS	35
8. ÉVALUATION PROSPECTIVE DES RISQUES SANITAIRES LIES AUX EMISSIONS ATMOSPHERIQUES	37
8.1. FONDEMENT METHODOLOGIQUE.....	37
8.2. IDENTIFICATION DES DANGERS	37
8.3. DEFINITION DES RELATIONS DOSE-REPONSE	39
8.3.1. VTR aiguë pour la voie respiratoire.....	39
8.3.2. VTR chronique pour la voie respiratoire.....	40

8.3.3. VTR chronique pour la voie digestive	40
8.4. ÉVALUATION DE L'EXPOSITION	41
8.4.1. Objectifs	41
8.4.2. Etude de la dispersion atmosphérique	41
8.4.3. Détermination des expositions par inhalation	48
8.4.3.1. <i>Mode de calcul</i>	48
8.4.3.2. <i>Paramètres d'exposition retenus</i>	48
8.4.3.3. <i>Points récepteurs</i>	49
8.4.3.4. <i>Détermination des concentrations sur les points récepteurs</i>	50
8.4.3.5. <i>Détermination des concentrations moyennes inhalées</i>	52
8.4.4. Détermination des expositions par ingestion	54
8.4.4.1. <i>Mode de calcul</i>	55
8.4.4.2. <i>Définition du scénario d'exposition</i>	55
8.4.4.3. <i>Paramètres du scénario d'exposition</i>	56
8.4.4.4. <i>Détermination des dépôts</i>	59
8.4.4.5. <i>Détermination des concentrations dans les media d'exposition</i>	59
8.4.4.6. <i>Résultat du calcul des DJE</i>	61
8.5. CARACTERISATION DES RISQUES SANITAIRES	63
8.5.1. Quotients de danger pour les substances à effets à seuil de dose	63
8.5.2. Excès de risque individuel pour les substances à effets sans seuil de dose	63
8.5.3. Résultats pour la voie respiratoire pour les expositions aiguës	64
8.5.4. Résultats pour la voie respiratoire pour les expositions chroniques à seuil	65
8.5.5. Résultats pour la voie respiratoire pour les expositions chroniques sans seuil	66
8.5.6. Résultats pour la voie digestive pour les effets à seuil	67
8.5.7. Résultats pour la voie digestive pour les effets sans seuil	69
8.5.8. Risques cumulés	69
8.5.8.1. <i>Les risques cumulés pour les effets à seuil</i>	69
8.5.8.2. <i>Les risques cumulés pour les effets sans seuil</i>	70
8.5.8.3. <i>Les risques cumulés avec le site TERALTA</i>	70
8.6. ÉVALUATION DES INCERTITUDES	72
8.6.1. Objectifs	72
8.6.2. Incertitudes contribuant à une minoration des risques	72
8.6.3. Incertitudes contribuant à une majoration des risques	73
8.6.4. Incertitudes dont la tendance n'est pas connue	74
9. BILAN	75
ANNEXES A - ACRONYMES	79
ANNEXES B - GLOSSAIRE	80
ANNEXES C – ESTIMATION DES CONCENTRATIONS DANS LES SOLS	82
ANNEXES D – ESTIMATION DES CONCENTRATIONS DANS LES VEGETAUX	83
ANNEXES E – ESTIMATION DES CONCENTRATIONS DANS LES PRODUITS ANIMAUX	84

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Définition du périmètre d'étude (100 km ²) retenu dans l'ERS (© Géoportail)	11
Figure 2. Répartition de la population sur la zone d'étude (données carroyées, INSEE ©Géoportail).....	12
Figure 3. Établissements sensibles recensés sur la zone d'étude (source : ©Géoportail)	14
Figure 4. Occupation des surfaces agricoles (source : ©Géoportail)	15
Figure 5. Installations Classées pour la Protection de l'Environnement recensées dans le périmètre d'étude (source : ©Géoportail)	16
Figure 6. Logigramme pour le choix des VTR (note n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014).....	20
Figure 7. Schéma conceptuel d'exposition autour du site	24
Figure 8. Étapes et critères de l'IEM (Source : INERIS, 2021)	25
Figure 9. Présentation des zones administratives et des stations de mesures (Source : ATMO Réunion)	28
Figure 10. Localisation du point de prélèvement de sols du BRGM (©Géoportail).....	36
.....	42
Figure 11. Cartographie des concentrations moyennes annuelles simulées pour les PM10 pour l'exploitation en phase 5 (contribution du site seul)	42
Figure 12. Cartographie des concentrations moyennes maximales journalières pour les PM10 pour l'exploitation en phase 5 (contribution du site seul).....	43
Figure 13. Cartographie des dépôts moyens pour les PM10 pour l'exploitation en phase 5 (contribution du site seul).....	44
Figure 14. Cartographie des concentrations moyennes annuelles simulées pour les PM10 pour l'exploitation en phase 6 (contribution du site seul)	45
Figure 15. Cartographie des concentrations moyennes maximales journalières pour les PM10 pour l'exploitation en phase 6 (contribution du site seul).....	46
Figure 16. Cartographie des dépôts moyens pour les PM10 pour l'exploitation en phase 6 (contribution du site seul).....	47
Figure 17. Localisation des points récepteurs	50
Figure 18. Schéma conceptuel retranscrit dans le logiciel MODUL'ERS	60

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Substances ou familles de substances considérées par la réglementation et appréhendées dans l'ERS	18
Tableau 2. Disponibilité des VTR pour les substances recensées à l'émission du site	22
Tableau 3. Seuils réglementaires en vigueur en 2022	27
Tableau 4. Évolution des concentrations en PM10 (en µg/m3) sur les stations du réseau ATMO Réunion – Expression en fonction des seuils en vigueur (Source : ATMO Réunion).....	30
Tableau 5. Évolution des concentrations en PM2,5 (en µg/m3) sur les stations du réseau ATMO Réunion – Expression en fonction des seuils en vigueur (Source : ATMO Réunion).....	31
Tableau 6. Évolution des concentrations en NOx (en µg/m3) sur les stations du réseau ATMO Réunion – Expression en fonction des seuils en vigueur (Source : ATMO Réunion).....	31
Tableau 7. Évolution des concentrations en NO2 (en µg/m3) sur les stations du réseau ATMO Réunion – Expression en fonction des seuils en vigueur (Source : ATMO Réunion).....	32
Tableau 8. Évolution des concentrations en SO2 (en µg/m3) sur les stations du réseau ATMO Réunion – Expression en fonction des seuils en vigueur (Source : ATMO Réunion).....	32
Tableau 9. Évolution des concentrations en benzène (en µg/m3) sur les stations du réseau ATMO Réunion – Expression en fonction des seuils en vigueur (Source : ATMO Réunion).....	34
Tableau 10. Évolution des concentrations en benzo(a)pyrène (en ng/m3) sur les stations du réseau ATMO Réunion – Expression en fonction des seuils en vigueur (Source : ATMO Réunion).....	34
Tableau 11. Évolution des concentrations en métaux (en ng/m3) sur les stations du réseau ATMO Réunion – Expression en fonction des seuils en vigueur (Source : ATMO Réunion).....	35
Tableau 12. Concentrations métalliques (exprimées en mg/kg) mesurées dans l'échantillon de sols prélevé dans le périmètre d'étude	35
Tableau 13. Classification CIRC.....	38
Tableau 14. Classification CIRC.....	39
Tableau 15. VTR aiguë pour la voie respiratoire	39
Tableau 16. VTR chronique pour la voie respiratoire	40
Tableau 17. VTR chronique pour la voie digestive.....	40
Tableau 18. Paramètres du scénario d'exposition	49
Tableau 19. Concentrations aigües dans l'air (Ci) obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances retenues dans l'ERS* - Scenari Phase 5.....	51
Tableau 20. Concentrations aigües dans l'air (Ci) obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances retenues dans l'ERS* - Scenari Phase 6.....	51
Tableau 21. Concentrations moyennes dans l'air (Ci) en µg/m3 obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances retenues dans l'ERS – Scenari Phase 5	51
Tableau 22. Concentrations moyennes dans l'air (Ci) en µg/m3 obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances retenues dans l'ERS – Scenari Phase 6	52
Tableau 23. Concentrations inhalées (CI) pour les expositions aiguës obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances retenues dans l'ERS – Scenari Phase 5.....	52
Tableau 24. Concentrations inhalées (CI) pour les expositions aiguës obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances retenues dans l'ERS – Scenari Phase 6.....	53
Tableau 25. Concentrations moyennes inhalées (CMI) pour les expositions chroniques obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances à seuil retenues dans l'ERS – Scenari Phase 5	53
Tableau 26. Concentrations moyennes inhalées (CMI) pour les expositions chroniques obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances à seuil retenues dans l'ERS – Scenari Phase 6	53

Tableau 27. Concentrations moyennes inhalées (CMI) pour les expositions chroniques obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances sans seuil retenues dans l'ERS – Scenario Phase 5	54
Tableau 28. Concentrations moyennes inhalées (CMI) pour les expositions chroniques, obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances sans seuil retenues dans l'ERS – Scenario Phase 6	54
Tableau 29. Valeurs des paramètres définissant les populations exposées	56
Tableau 30. Quantité journalière ingérée de sol (en mg/j) pour les différentes classes d'âge	57
Tableau 31. Quantité journalière ingérée par catégorie de végétaux pour les différentes classes d'âge	57
Tableau 32. Fraction de la quantité consommée et exposée à la contamination du site par catégorie de végétaux (autoproduits et dons de ménage disposant d'un potager)	58
Tableau 33. Quantité journalière ingérée de viande bovine et autres viandes et de lait (en kg frais/j) pour les différentes classes d'âge.....	59
Tableau 34. Dépôts moyens annuels en mg/m ² /s sur les points récepteurs retenus	59
Tableau 35. Doses Journalières d'Exposition par ingestion par classe d'âge (en mg/kg/j).....	62
Tableau 36. Quotients de danger (QD) pour les expositions aiguës obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances retenues dans l'ERS - Scenario Phase 5	64
Tableau 37. Quotients de danger (QD) pour les expositions aiguës obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances retenues dans l'ERS - Scenario Phase 6	65
Tableau 38. Quotients de danger (QD) pour les expositions chroniques obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances à seuil retenues dans l'ERS – Scenario Phase 5	65
Tableau 39. Quotients de danger (QD) pour les expositions chroniques obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances à seuil retenues dans l'ERS – Scenario Phase 6	66
Tableau 40. Excès de Risque Individuel (ERI) obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances sans seuil retenues dans l'ERS – Scenario Phase 5.....	66
Tableau 41. Excès de Risque Individuel (ERI) obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances sans seuil retenues dans l'ERS – Scenario Phase 6.....	67
Tableau 42. Quotients de danger (QD) calculés par classe d'âge pour l'ingestion	68
Tableau 43. Excès de Risque Individuel (ERI) calculés pour la vie entière pour la voie digestive	69
Tableau 44. Estimation des risques cumulés sans seuil pour les deux voies d'exposition.....	70
Tableau 45. Estimation des risques cumulés liés aux émissions des carrières SORECO et TERALTA	71

1. CONTEXTE, OBJECTIFS ET DEMARCHE DE L'ETUDE

La société SORECO, exploite actuellement une carrière de matériaux alluvionnaires sur la plaine de Pierrefonds, sur la commune de Saint-Pierre à la Réunion. SORECO souhaite agrandir cette carrière sur environ 7 ha et ajouter une installation de traitement des matériaux sous le régime de la déclaration (rubrique ICPE 2515).

C'est dans ce contexte que SORECO a sollicité NUMTECH pour évaluer l'impact des émissions du site sur l'environnement et la santé, pour deux phases d'exploitation de l'extension de la carrière. A son tour, NUMTECH a sollicité la société EVADIES pour les accompagner sur la phase liée à l'évaluation des risques sanitaires.

Il est prévu dans ce contexte, à la demande de SORECO, de s'intéresser également à l'impact sur la santé des actions d'abattement de poussières envisagées et des effets cumulés liés à l'exploitation de la société TERALTA sur la base des données déjà disponibles.

L'étude des risques est ici orientée sur les émissions de poussières par la carrière et liées à la circulation interne et externe. Elle ne prend donc pas en compte les risques liés au bruit, aux rejets dans les eaux, aux odeurs, aux risques écotoxiques, aux agents microbiologiques et aux rejets diffus.

L'impact sanitaire sur les populations environnantes est évalué suivant la démarche de l'évaluation des risques sanitaires (ERS) développée par l'Académie des Sciences américaine. Cette étude s'appuie sur l'évaluation prospective des risques sanitaires d'après le guide de l'INERIS relatif à la démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques provenant des ICPE (INERIS, 2013) et conformément à la circulaire du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation.

Cette démarche intégrée comporte les quatre étapes suivantes :

- Une évaluation des émissions de l'installation : caractérisation des émissions et conformité au regard des prescriptions réglementaires et des meilleures techniques disponibles ;
- Une évaluation des enjeux et des voies d'exposition : schéma conceptuel décrivant les relations entre les sources de polluants, les milieux et les vecteurs de transfert, les usages et les populations exposées ;
- Une évaluation de l'état des milieux (IEM) ;
- Une évaluation prospective des risques sanitaires potentiels.

Elles sont détaillées dans le guide de l'INERIS « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées de septembre 2021 ».

EVADIES réalisera dans ce rapport l'étape de l'évaluation prospective des risques sanitaires se basant sur la quantification des émissions et la modélisation de la dispersion des rejets réalisées par NUMTECH.

L'évaluation prospective des risques sanitaires doit quant à elle permettre d'estimer les risques sanitaires potentiellement encourus par les populations voisines et d'apporter les éléments d'aide à la décision afin de :

- Juger de l'acceptabilité des émissions compte tenu des risques estimés ;

- Hiérarchiser les substances, les sources et les voies de transfert qui contribuent à ce risque ;
- Identifier les populations les plus impactées, à surveiller en priorité et à protéger le cas échéant.

L'évaluation des risques sanitaires est conduite elle-même à travers quatre étapes fondamentales rappelées dans le guide de l'INERIS :

- Identification des dangers ;
- Définition des relations dose-réponse ;
- Évaluation de l'exposition humaine ;
- Caractérisation des risques.

La démarche d'évaluation des risques sanitaires s'applique de façon itérative, c'est-à-dire qu'un premier niveau d'approche de cette démarche est tout d'abord effectué. Celui-ci, tout en suivant les étapes classiques de l'ERS, utilise des hypothèses simplificatrices et majorantes. En fonction de l'acceptabilité des résultats obtenus, les hypothèses pourront être affinées et proposées.

L'auteur s'engage dans cette étude à respecter les 4 principes propres à la démarche d'évaluation des risques sanitaires :

- Le principe de prudence scientifique, qui consiste à adopter, en cas d'absence de données, les hypothèses raisonnablement majorantes ;
- Le principe de proportionnalité, qui permet la cohérence entre le degré d'approfondissement de l'évaluation et l'importance de l'impact sanitaire des rejets de l'installation ;
- Le principe de spécificité, qui consiste à prendre en compte les caractéristiques particulières du site et de son environnement ;
- Le principe de transparence, qui consiste à présenter l'ensemble des sources d'information utilisées dans la présente évaluation, ainsi qu'à expliciter les hypothèses, les outils et le degré d'approfondissement d'étude retenus.

La présente étude a été établie sur la base des informations transmises à EVADIES et NUMTECH, des données disponibles et des objectifs de la réglementation en vigueur au moment de la réalisation de l'étude.

2. CADRE RÉGLEMENTAIRE, REFERENTIELS METHODOLOGIQUES ET SOURCES D'INFORMATIONS

Habituellement, l'analyse des effets sur la santé constitue le volet sanitaire de l'étude d'impact définie par l'article 122-5 du Code de l'environnement. Elle vise à apprécier les effets (impacts) potentiellement induits par un projet (par ex. les émissions d'une installation) sur la santé des populations voisines. Par ailleurs, la circulaire du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation préconise, pour les installations classées mentionnées à l'annexe I de la directive 2010/75/UE du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles, de réaliser cette analyse sous la forme d'une évaluation des risques sanitaires.

Au-delà du cadre réglementaire, l'Interprétation de l'Etat des Milieux et l'évaluation prospective des risques sanitaires s'appuieront principalement sur les documents méthodologiques suivants :

- Guide de l'INERIS « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées de septembre 2021 » ;
- La note d'information de la Direction Générale de la Santé DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués ;
- Les normes en vigueur des concentrations en polluants. Celles-ci sont fixées par l'article R 221-1 du Code de l'Environnement modifié par le Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010.

3. ORGANISATION DU DOCUMENT

Cette évaluation s'articule autour de plusieurs chapitres et notamment :

- Le chapitre 8 est réservé à l'évaluation de l'état des milieux ;
- Le chapitre 9 rassemble l'ensemble des éléments propres à la démarche d'évaluation des risques sanitaires des émissions atmosphériques ;
- Le chapitre 10 présente le bilan.

Tout au long du document, des informations sont renvoyées en annexes.

Les annexes A et B présentent respectivement une liste d'acronymes et un glossaire.

4. DOMAINE DE L'ETUDE

L'appréciation des effets sanitaires nécessite la définition d'une zone d'étude correspondant au périmètre d'influence au regard des populations riveraines susceptibles d'être exposées aux émissions.

Dans ces conditions, différentes zones d'étude sont habituellement définies selon la nature des émissions, le vecteur de transfert et la localisation des cibles.

Le périmètre d'étude retenu est un carré de 3 kilomètres de côté (en rouge sur la figure 1) centré sur la carrière.

Le périmètre d'étude retenu est toutefois suffisant pour indiquer qu'il comprend les zones les plus impactées par les émissions atmosphériques du site et des voies de circulation externe. Il est en effet d'usage de considérer que :

- L'impact des émissions des poussières fines une carrière est limitée à quelques centaines de mètres (Source : étude EMCAIR, 2018) ;
- L'impact des émissions des polluants routiers se limite à une bande de 300 mètres (Source : guide CEREMA, 2019).

Ce périmètre d'étude s'étend sur l'emprise de la commune de Saint-Pierre.



Figure 1. Définition du périmètre d'étude (100 km²) retenu dans l'ERS (© Géoportail)

5. L'ENVIRONNEMENT ET LES ENJEUX LOCAUX

L'évaluation doit être adaptée au contexte environnemental et populationnel de l'installation pour que la gestion le soit aussi. En ce sens, cette étape consiste à recenser et à analyser les données pertinentes sur la zone d'étude, en particulier les populations et les usages des milieux.

A partir de ces informations, un schéma conceptuel permettra de préciser les relations entre :

- Les sources d'émissions atmosphériques et les substances émises ;
- Les différents milieux et vecteurs de transferts ;
- Les usages et les populations exposées.

5.1. Localisation des habitations les plus proches

Le site SORECO est situé en zone rurale. L'habitat est assez dispersé dans le domaine d'étude et se concentre principalement sur les lieux-dits *Le Syndicat* et *Pierrefonds* qui longent la N1. Les habitats les plus proches se situent à quelques dizaine de mètres au nord de l'emprise du site au-delà du chemin de Bovalo et après la rue Roger Honorine. Dans le périmètre d'étude, on retrouve la commune de Saint-Pierre. Les données carroyées (carreaux de 200 mètres) proposées par l'INSEE issues du Fichier Localisé Social et Fiscal (FiLoSoFi) de 2017 permettent d'apprécier la répartition des habitants présente dans le domaine d'étude (figure 2). Au total, le périmètre d'étude regroupe 840 habitants.

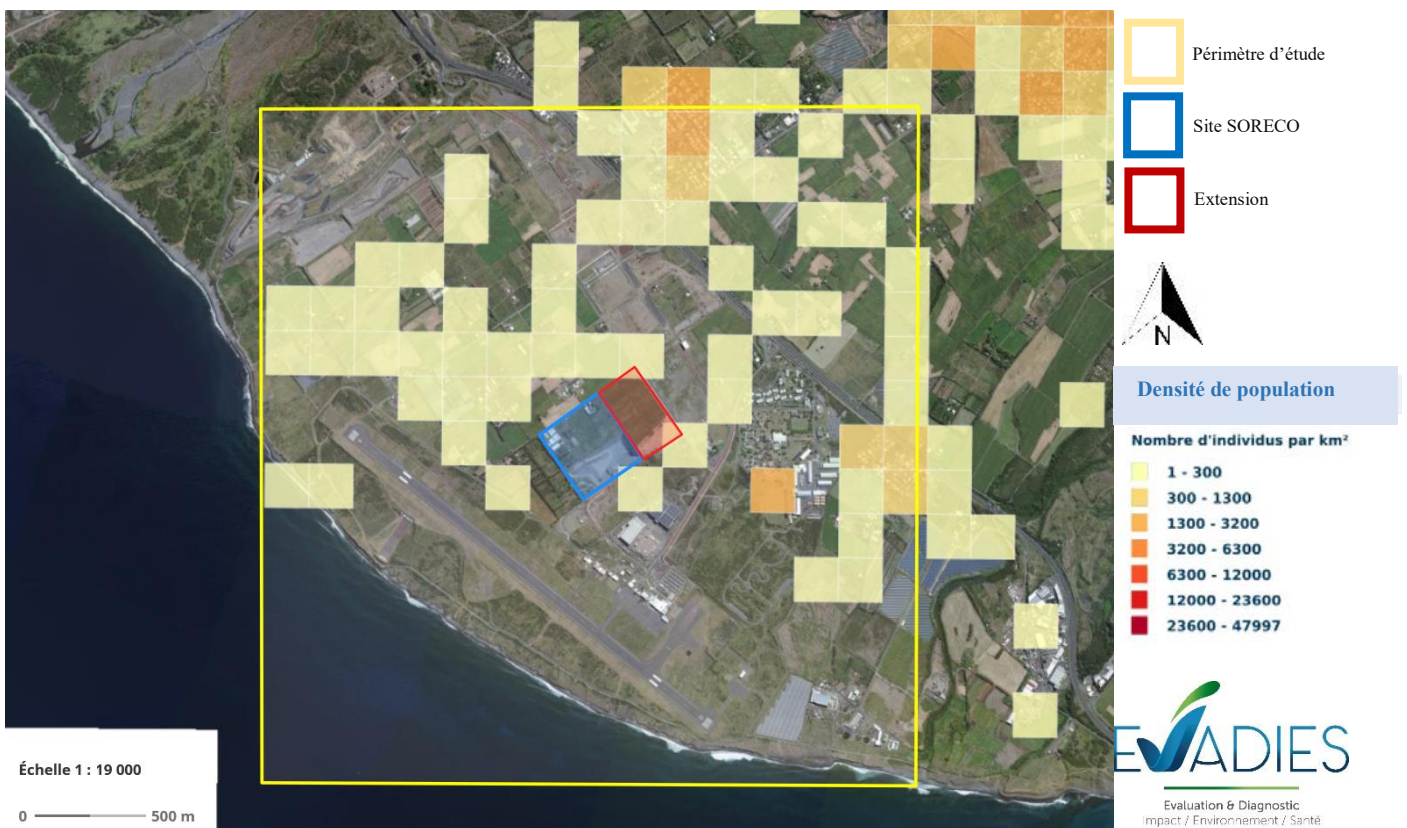


Figure 2. Répartition de la population sur la zone d'étude (données carroyées, INSEE ©Géoportail)

5.2. Population fréquentant le périmètre d'étude

Dans la zone d'étude considérée dans le cadre de l'ERS, des sites appelés « sites sensibles » ont été localisés. Ces sites correspondent à des lieux de vie où des personnes potentiellement plus sensibles à la pollution atmosphérique que la population générale, passent un temps significatif. Ces populations sensibles sont les enfants, les personnes âgées et hospitalisées. Étant donné que les personnes exerçant une activité physique ont une ventilation pulmonaire augmentée, cette population apparaît comme étant susceptible d'être plus exposée à la pollution atmosphérique que la population générale.

Les « sites sensibles » recensés sont donc les suivants :

- Les établissements scolaires : écoles maternelles et primaires, collèges ;
- Les structures d'accueil des personnes âgées et/ou handicapées : maisons de retraite, foyers pour personnes âgées ;
- Les établissements hospitaliers : hôpitaux, cliniques ;
- Les lieux dédiés à la pratique du sport.

La liste des établissements scolaires est issue de la base de données Etalab correspondante aux Etablissements des premiers et seconds degrés sous tutelle du ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche. Cette base de données est disponible en libre accès.

D'après les données collectées, le périmètre d'étude compte deux établissements scolaires localisés sur la **figure 3** ci-après. Il s'agit de l'école primaire Benjamin Moloïse au 5 chemin Salomon Malangu et de l'école privée Tourbillon de joie situé au 1 allée Benjoins. Les écoles sont situées à environ 1,5 km au nord-est du site.

Au nord des écoles, on retrouve un pôle hospitalier avec la présence de plusieurs cliniques (Les Flamboyants Sud, Les Tamarins Sud, Bethesda).

D'après les informations disponibles dans le FINESS, aucun établissement sanitaire et social a été identifié sur le domaine d'étude.

Le recensement des sites utilisés pour la pratique sportive, ainsi que leur localisation, est déduit de la base de données de la Délégation Régionales Académiques à la Jeunesse, à l'Engagement et aux Sports (DRAJES) qui répertorie les équipements sportifs, espaces et sites de pratiques depuis 2005. Le recoupement de ces données avec les sites répertoriés sur Géoportail a permis d'identifier des infrastructures d'intérêt, présentées sur la carte ci-après. Deux terrains de sports ont été localisés sur la zone d'étude : il s'agit notamment du stade de Pierrefonds situé à environ 500 m au sud-est et du stade implanté à proximité de l'école Benjamin Moloïse.



Figure 3. Établissements sensibles recensés sur la zone d'étude (source : ©Géoportail)

5.3. Usages de l'environnement

L'environnement proche du site est rural et agricole, avec des parcelles cultivées principalement situées au nord-ouest du site et au nord-est au-delà de la N1. D'après le Registre Parcellaire Graphique de 2020 (RPG 2020), présenté sur la figure 4 ci-après, les cultures sont principalement orientées sur la production de la canne à sucre (en bleu) et de fruits (en rouge).

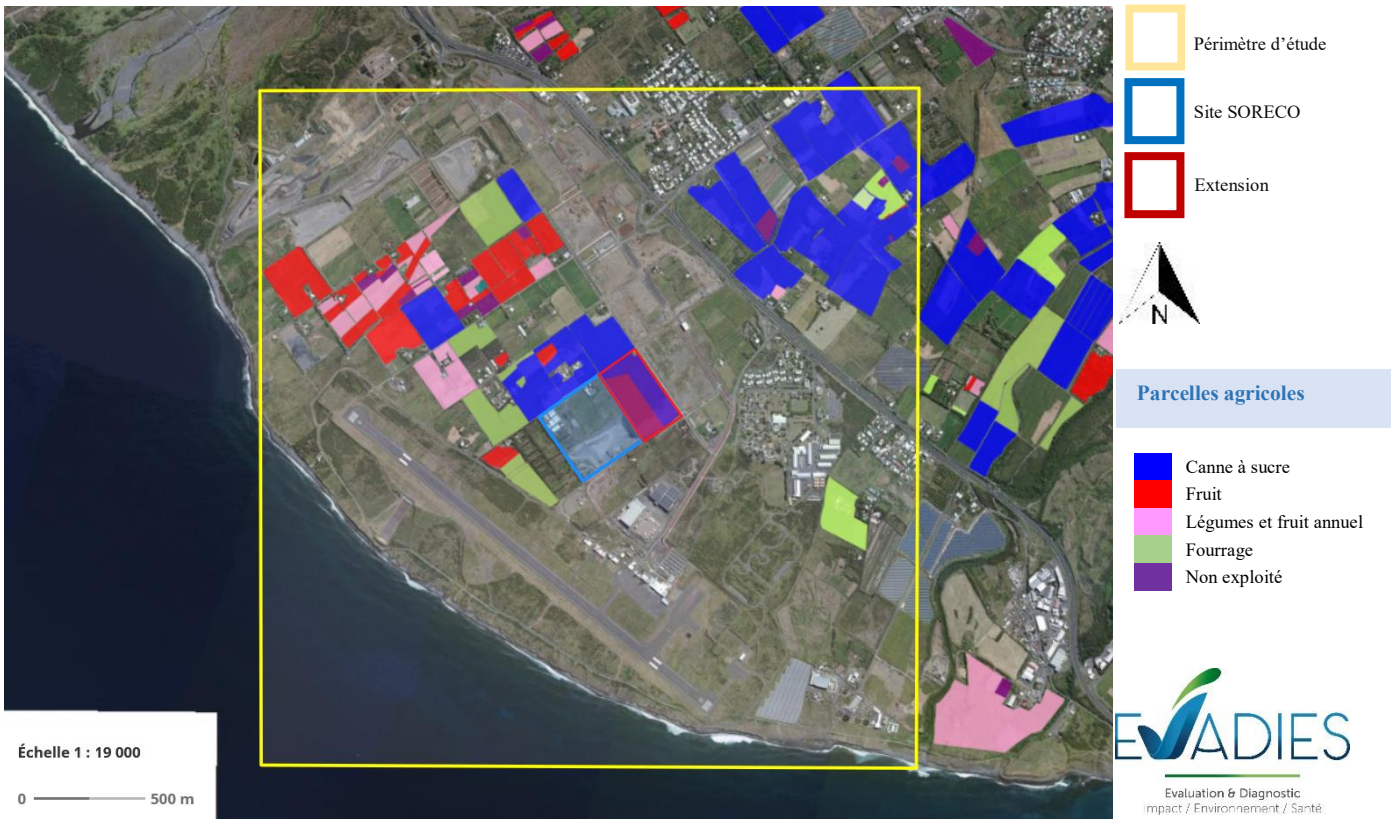


Figure 4. Occupation des surfaces agricoles (source : ©Géoportail)

5.4. Contexte émissif à proximité

En plus de la carrière SORECO, il existe d'autres émetteurs de rejets atmosphériques dans le périmètre d'étude. Il s'agit par exemple du trafic automobile, des sources de combustion résidentielles et aussi d'autres installations industrielles.

De nombreuses Installations Classées pour la Protection de l'Environnement sont identifiées sur la zone d'étude. Elles sont présentées sur la [figure 5](#) ci-après. Elle met en évidence la présence de nombreuses industries extractives sur le périmètre (TERALTA, SCPR, SPLA) et de filières de traitement de déchets ménagers (ILEVA) avec la présence notable d'un centre d'enfouissement situé au centre du périmètre d'étude.

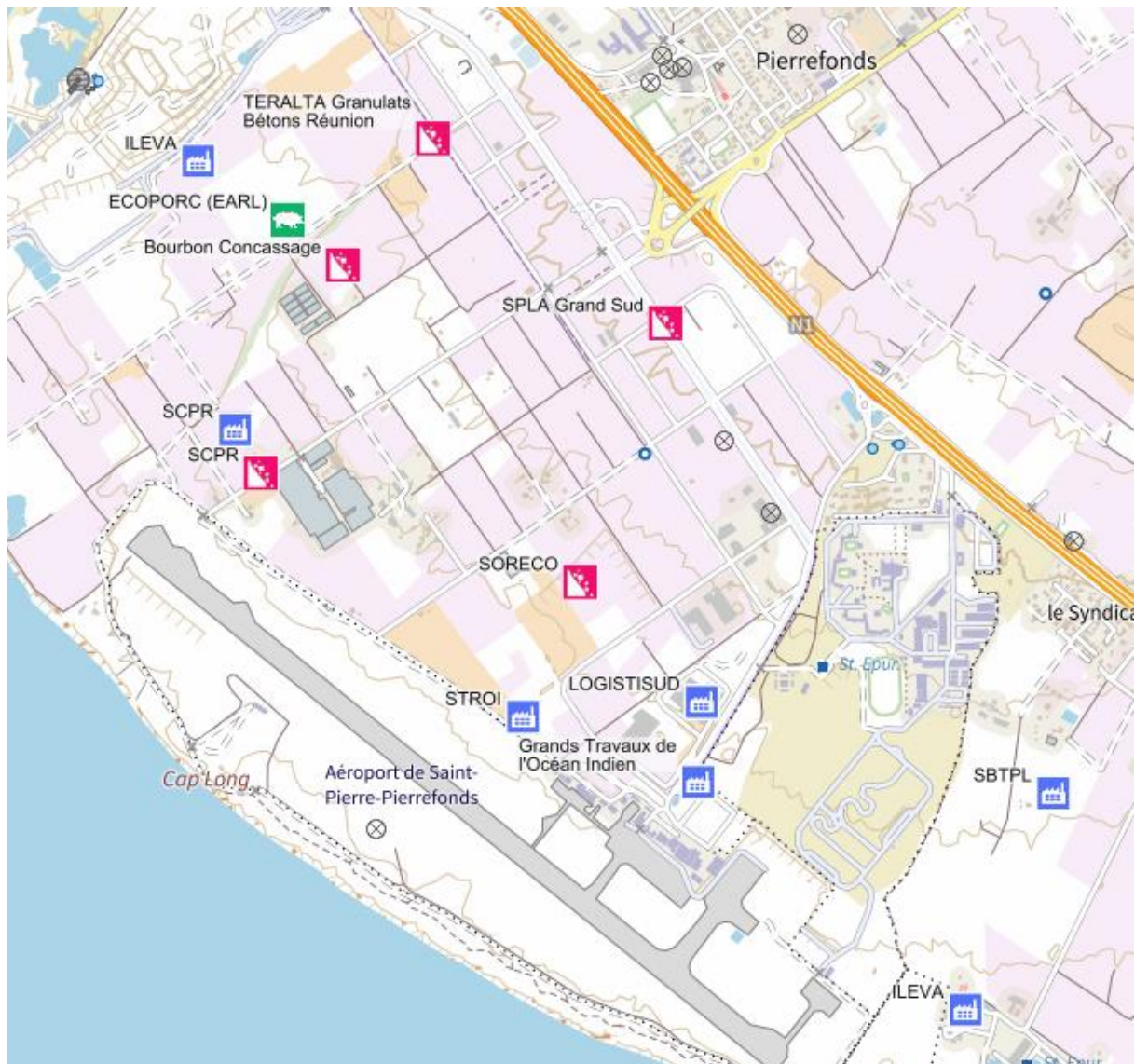


Figure 5. Installations Classées pour la Protection de l'Environnement recensées dans le périmètre d'étude (source : ©Géoportail)

Parmi les autres sources exogènes, les sources mobiles (trafic routier et aérien) peuvent potentiellement contribuer aux émissions de poussières et des polluants spécifiques qui seront également pris en compte dans le cadre des émissions liées à la circulation interne et externe générée par l'activité du site. Le guide du CEREMA de février 2019 relatif à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières donne des bandes habituellement réservées à la mesure de l'impact d'axes. La bande d'étude correspond à la distance sur laquelle il peut exister une influence des émissions routières. Dans le périmètre d'étude, le principal axe routier est la N1 localisée à environ 550 mètres à l'est du site.

La circulation aérienne générée par la présence de l'aéroport de Saint-Pierre-Pierrefonds pourra aussi potentiellement contribuer à l'émissions de polluants (HAP, métaux, PM10).

6. RECENSEMENT DES SUBSTANCES EMISES ET IDENTIFICATION DES SOURCES

6.1. Objectifs

Cette étape consiste à identifier l'ensemble des émissions potentielles dans l'environnement provenant des activités du site susceptibles d'être en contact avec les populations environnantes. Les émissions provenant du site peuvent être essentiellement de deux types :

- Chimiques ;
- Microbiologiques ;
- Physiques.

On ne s'intéresse ici, dans le cadre de cette étude d'évaluation des risques, qu'aux composés chimiques.

6.2. Identification et caractéristiques des sources

L'ERS s'applique aux effets potentiels sur la santé humaine liés à la toxicité des composés chimiques émis pendant le fonctionnement normal (non accidentel) des installations. Elle concerne l'impact des rejets atmosphériques (canalisés et diffus) sur l'homme exposé *via* le milieu air.

Les différentes sources ont été définies et quantifiées par la société NUMTECH. Ces travaux font l'objet d'un rapport spécifique fourni avec ce rapport.

Elles correspondent :

- Aux émissions de poussières liées aux projets d'extension en considérant la configuration du site dans deux phases successives (phases 5 et 6) ;
- Aux polluants émis par les engins de manutention sur les sites et les poids lourds de livraison hors sites dans le périmètre d'étude.

A ces sources, s'ajoutent les émissions de poussières liées à l'activité du site TERALTA. Les effets liés à ces émissions seront appréciés lors d'un chapitre spécifique exposé dans le chapitre 8.5.8.3.

6.3. Identification des substances émises

Les émissions de poussières émises par les activités présentes sur la carrière (manipulation des terres, érosion éolienne, remise en suspension liée à la circulation,...) ont été considérées comme des PM10 et des PM2,5. La silice a également été considérée.

Pour les émissions des moteurs des engins circulant sur le site et des poids lourds circulant hors site, les polluants quantifiés sont ceux considérés pour une étude de niveau II dans la note technique du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routière.

Il s'agit des poussières PM10 et PM2.5, du monoxyde de carbone (CO), des oxydes d'azote (NOx), du 1,3-butadiène, du benzène, du dioxyde de soufre (SO₂), de l'arsenic (As), du nickel (Ni) et du benzo(a)pyrène.

6.4. Sélection des traceurs de risque

6.4.1. Démarche

D'après les données présentées ci-avant, toutes les substances modélisées et reprécisées dans le [tableau 1](#) sont étudiées pour évaluer la nécessité de les intégrer dans l'évaluation des risques sanitaires.

Tableau 1. Substances ou familles de substances considérées par la réglementation et appréhendées dans l'ERS

Famille	Substances	N° CAS
	NO ₂	10102-43-9
	SO ₂	7446-09-5
	CO	10102-44-0
COV (Composés Organiques Volatils)	1,3-butadiène	106-99-0
COV	benzène	71-43-2
Poussières	PM10	-
Poussières	PM2,5	-
ETM (Eléments Traces Métalliques)	Arsenic	7440-38-2
ETM	Nickel	7440-02-0
HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)	Benzo(a)pyrène	50-32-8
Poussières	Silice cristalline alvéolaire	-

Le critère principal de sélection concernant ces traceurs de risque est la toxicité de la substance, en particulier sa valeur toxicologique de référence (VTR). Les substances ne possédant pas de VTR par inhalation ou par ingestion seront donc écartées.

6.4.2. Définition de la toxicité des substances

6.4.2.1. Généralités

Une évaluation de risque sanitaire ne peut se mener d'un point de vue quantitatif que s'il existe des valeurs toxicologiques de référence (VTR) éditées par des organismes internationalement reconnus. La VTR représente la quantité maximale théorique pouvant être administrée à un sujet, issu d'un groupe sensible ou non, sans provoquer d'effet nuisible à sa santé. Elle est construite sur la base d'études épidémiologiques et expérimentales sur les animaux (NOAEL - No Observable Adverse Effect Level -, LOAEL - Lowest Observable Adverse Effect Level -, etc.).

Les composés toxiques peuvent être rangés en deux catégories en fonction de leur mécanisme d'action :

- Les toxiques à seuil, qui sont le plus souvent des toxiques systémiques (atteinte d'un organe ou d'un système d'organes), pour lesquels les effets sanitaires associés n'apparaissent qu'au-delà d'une certaine dose d'exposition. L'intensité des effets croît alors avec l'augmentation de la dose. Pour une exposition par voie respiratoire, les VTR recensées sont exprimées en milligramme ou microgramme par mètre cube d'air (mg/m^3 ou $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Pour la voie par ingestion, les VTR sont exprimées en milligramme par kilogramme de poids corporel et par jour ($\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$).
- Les toxiques sans seuil tels que certains produits cancérigènes génotoxiques, pour lesquels les effets sanitaires associés sont susceptibles d'apparaître quelle que soit la dose d'exposition. La probabilité de survenue de ces effets croît avec la dose et la durée d'exposition. La VTR des toxiques cancérigènes représente la probabilité de survenue d'un effet cancérigène pour une exposition vie entière à une unité de dose donnée applicable à tous les individus d'une population qu'ils appartiennent ou non à un groupe sensible. Elles sont exprimées sous forme d'Excès de Risque Unitaire (ERU). Les ERU sont exprimés en inverse de dose ($(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ ou $(\text{mg}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$).

Le résultat d'essai retenu pour la construction d'une VTR est la dose critique la plus protectrice pour l'effet critique le plus sensible. Dans le cas de l'élaboration d'une VTR pour les effets à seuil, des facteurs d'incertitude sont appliqués à la dose pour tenir compte :

- De la variabilité inter-espèce (estimation de la dose pour la population humaine générale à partir d'une étude source animale) ;
- De la variabilité intra-espèce (individus plus ou moins sensibles au sein d'une population humaine) ;
- De l'extrapolation du labo au terrain (tel que la différence de durée d'exposition entre l'étude source et la VTR élaborée) ;
- De la qualité du jeu de données de l'étude source.

Dans le cas de l'élaboration d'une VTR pour les effets sans seuil, les données de l'étude source sont modélisées pour extrapoler les résultats à des faibles doses.

6.4.2.2. Choix des VTR

Il s'agit de sélectionner les VTR conformément aux dispositions de la note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 en suivant le logigramme de la figure 6. L'INERIS propose également un bilan des choix de VTR disponibles sur son portail des substances chimiques. On trouvera également sur le site de l'ANSES une liste de VTR construites ou sélectionnées par l'ANSES et disponibles dans une base de données EXCEL.

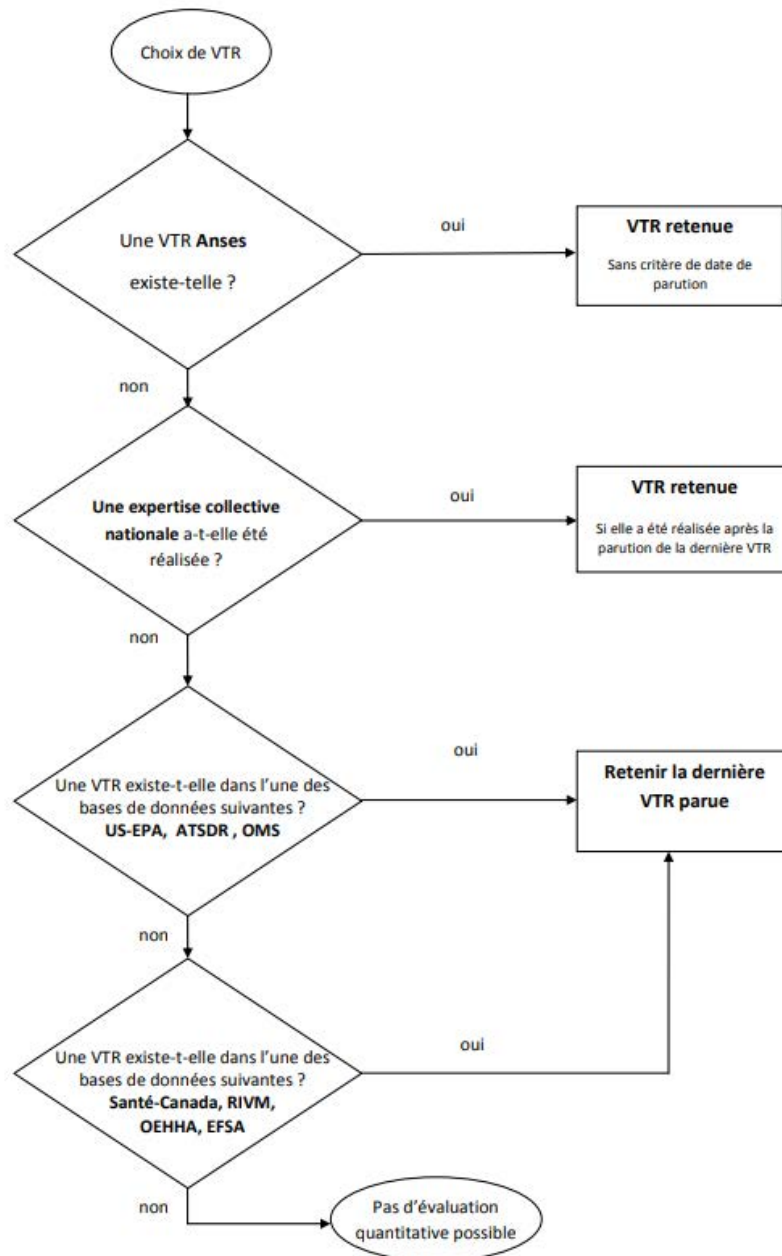


Figure 6. Logigramme pour le choix des VTR (note n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014)

D'après la note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014, il est recommandé de sélectionner la VTR proposée par l'un des organismes suivants : Anses, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA, EFSA.

Par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données. A défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors cette VTR doit être retenue, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.

En l'absence d'expertise nationale, la VTR à retenir correspond à la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée.

Si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA est utilisée.

En l'absence de VTR dans une de ces 8 bases de données, la note n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 indique qu'il est préférable d'éviter d'utiliser d'autres valeurs telles qu'une valeur toxicologique publiée par un autre organisme que ceux précédemment listés, ou une valeur limite d'exposition professionnelle ou encore une valeur guide de qualité des milieux.

Les VTR utilisées en évaluation de risques sanitaires doivent avoir des fondements uniquement sanitaires. Cependant, certaines valeurs émises par l'OMS (appelées « valeurs guides ») sont établies en tenant compte de considérations supplémentaires (environnementales, techniques, économiques...). Lorsque de telles valeurs guides sont utilisées (à défaut de VTR), elles sont traitées à part des VTR dans le reste de l'étude et il ne sera pas réalisé de caractérisation des risques comme avec une VTR mais seulement une comparaison des valeurs-guides (VG) avec les doses d'exposition. En revanche, si une VG peut être assimilée à une VTR de par sa construction, alors un calcul de risque sera réalisé.

Le tableau 2 indique, pour l'ensemble des substances susceptibles d'être émises par le site, si des VTR sont disponibles dans la littérature consultée pour les voies d'exposition respiratoire et digestive, et donc si une caractérisation des risques sanitaires peut être effectuée. A noter que compte tenu des scénarios de fonctionnement de l'installation (non accidentel) et d'exposition des populations (cf. chapitre 5), l'exposition aiguë par voie digestive n'a pas été considérée comme pertinente dans la présente étude.

Pour le NO₂, le CO et les poussières, il n'existe pas de VTR. Il existe cependant les lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air. Une évaluation des risques sanitaires ne pourra donc pas être réalisée pour ces composés. Néanmoins, compte tenu de leur intérêt tant sur le plan environnemental que sanitaire, ces composés sont étudiés dans le cadre de cette étude. Ils font d'ailleurs partis des composés traceurs de la pollution atmosphérique et surveillés par les réseaux de surveillance de la qualité de l'air.

Pour l'exposition par ingestion, étant donné que l'évaluation des risques sanitaires est réalisée à partir de la simulation des dépôts atmosphériques, seules les substances particulières sont retenues à savoir l'arsenic et le nickel.

Tableau 2. Disponibilité des VTR pour les substances recensées à l'émission du site

Substances	N° CAS	Voie respiratoire		Voie digestive
		Exposition aiguë	Exposition chronique	Exposition chronique
SO ₂	7446-09-5	X	-	-
NO ₂	10102-44-0	X	X	-
CO	630-08-0	X	-	-
1,3-butadiène	106-99-0	X	X	X
Benzène	71-43-2	X	X	X
PM10	-	X	X	-
PM2,5	-	X	X	-
Arsenic	7440-38-2	-	X	X
Nickel	7440-02-0	-	X	X
Benzo(a)pyrène	50-32-8	-	X	X
Silice cristalline alvéolaire	-	-	X	-

Contrairement aux autres contaminants considérés dans cette étude, il est considéré dans le cadre de cette ERS que l'ingestion de 1,3-butadiène et de benzène ne représente pas une source d'exposition pertinente pour les populations. En effet, de par leur caractéristiques physico-chimiques (faible pression de vapeur), ils se trouvent sous forme gazeuse à température et pression ambiantes. Par conséquent, bien qu'une VTR soient disponibles pour l'ingestion, cette voie d'exposition n'est pas retenue.

Finalement sur les substances considérées individuellement pour lesquelles il a pu être établi des données d'émission, il a pu être recueilli des VTR ou des valeurs-guides pour toutes les substances.

Les VTR seront présentées dans le chapitre lié à l'évaluation des risques sanitaires.

6.5. Schéma conceptuel d'exposition

Dans le cadre de cette ERS, plusieurs voies d'exposition sont prises en compte pour l'évaluation quantitative des risques sanitaires engendrés par les émissions atmosphériques du site. L'objet de ce chapitre est d'évaluer les doses auxquelles les populations humaines sont susceptibles d'être exposées.

6.5.1. Voies et vecteurs d'exposition

La population de la zone d'étude est exposée aux substances présentes dans son environnement essentiellement par voies respiratoire, orale et cutanée. Ce chapitre décrit les vecteurs d'exposition pris en compte pour chacune de ces 3 voies d'exposition en fonction du contexte local.

6.5.2. Exposition par inhalation

Les rejets de substances pris en compte pour l'ERS sont exclusivement les émissions atmosphériques. Aussi, la voie d'exposition à considérer en premier lieu est l'inhalation des substances émises à l'atmosphère.

Étant donné les conditions de fonctionnement prévues des installations, il paraît pertinent de considérer à la fois les expositions respiratoires de type aigu et de type chronique (à noter que l'inhalation de particules de sol remises

en suspension dans l'air est considérée comme une voie d'exposition minoritaire et n'est pas retenue dans notre étude).

6.5.3. Exposition par ingestion

La zone entourant l'installation étudiée comprend des activités agricoles. Une partie des riverains du site ou présents sur le parcours utilisé pour le transport des matériaux sont susceptible de disposer de jardins potagers, d'arbres fruitiers et d'élevages privatifs (ex : avicoles) pouvant constituer une source d'alimentation. Aussi, il convient de considérer dans l'ERS, l'impact sanitaire des retombées sur le sol des substances émises et donc de prendre en compte les expositions orales des individus. Par ailleurs, compte tenu du fonctionnement de l'installation (fonctionnement « normal » et non accidentel), il ne semble pas pertinent de considérer les expositions orales aiguës, c'est-à-dire les expositions orales - uniques ou répétées - se produisant sur de très courtes périodes (moins de 14 jours) à des aliments très fortement contaminés.

Aussi, seules les expositions orales chroniques sont étudiées. Les médias d'exposition pouvant être pris en compte sont les suivants :

- L'ingestion directe de sol contaminé par les dépôts de polluants atmosphériques. Ces dépôts peuvent souiller les mains, des objets ou des aliments portés à la bouche. Cette voie d'exposition est plus importante chez les enfants qui, de par leurs jeux et comportements, ingèrent de plus grandes quantités de terre que les adultes.
- L'ingestion via la chaîne alimentaire, de produits d'origines végétale et animale contaminés directement ou indirectement par les retombées de polluants sur les sols et les végétaux.

Dans une hypothèse majorante sont retenus les médias d'exposition suivants :

- Parmi les produits végétaux, l'ingestion de légumes et fruits susceptibles d'être cultivés autour du site et impactés par les retombées atmosphériques de cette installation ;
- Parmi les produits animaux, l'ingestion de produits provenant d'élevages susceptibles d'être produits localement et impactés par les retombées atmosphériques de l'installation. Pour évaluer l'exposition, on considérera la présence de porcs, de vaches/bœufs et de volailles et donc l'ingestion potentielle de viandes, de lait et d'œufs.

L'ingestion de poissons n'est pas considérée eu égard à la source d'émissions considérée (émissions atmosphériques et non les émissions liquides).

6.5.4. Exposition par voie cutanée

L'absorption percutanée de substances contenues dans l'eau du robinet et l'absorption cutanée des gaz et particules en suspension dans l'air ne seront pas prises en compte par manque de valeur toxicologique de référence spécifique à cette voie. L'exclusion de cette voie d'exposition amène à une sous-estimation des risques, modérée par les éléments suivants :

- La surface cutanée totale représente environ 1,7 m² en moyenne. Cette surface corporelle est plus de cinquante fois plus petite que la superficie interne des poumons (90 m²). Il est donc probable que l'exposition par voie cutanée reste marginale par rapport à l'inhalation.
- Le lavage des mains et du visage limite la durée de contact.
- La peau agit comme une barrière de protection vis-à-vis de l'extérieur alors que les poumons ont pour rôle de favoriser les échanges gazeux intérieurs / extérieurs.

En résumé:

Compte tenu de la nature des rejets du projet (rejets atmosphériques), il est pertinent de retenir dans l'ERS la voie d'exposition respiratoire (aiguë et chronique) aux gaz et particules émis par les installations. Au regard du contexte local, la voie d'exposition digestive est aussi prise en compte. Pour cette voie d'exposition, les médias d'exposition retenus sont les suivants :

- L'ingestion de légumes et fruits ;
- L'ingestion de lait ;
- L'ingestion d'œufs et de viandes (porc, bœuf et volaille) ;
- L'ingestion de terre provenant des jardins potagers ou de zones cultivées.

La figure suivante présente schématiquement les différents médias et voies d'exposition pris en compte dans cette étude.



Figure 7. Schéma conceptuel d'exposition autour du site

7. ÉVALUATION DE L'ÉTAT DES MILIEUX

7.1 Objectifs

L'évaluation de l'état des milieux est basée sur des mesures réalisées dans les milieux d'exposition et permet de définir l'état des milieux autour du site et d'apporter des indications sur une vulnérabilité potentielle vis-à-vis d'une ou plusieurs substances émises par l'installation.

Pour répondre à ces objectifs, et exploiter les résultats pour la suite de l'étude, l'évaluation s'appuie sur l'outil d'Interprétation de l'Etat des Milieux, décrit dans le guide MEDD 2007 et dont le schéma suivant décrit les étapes successives.

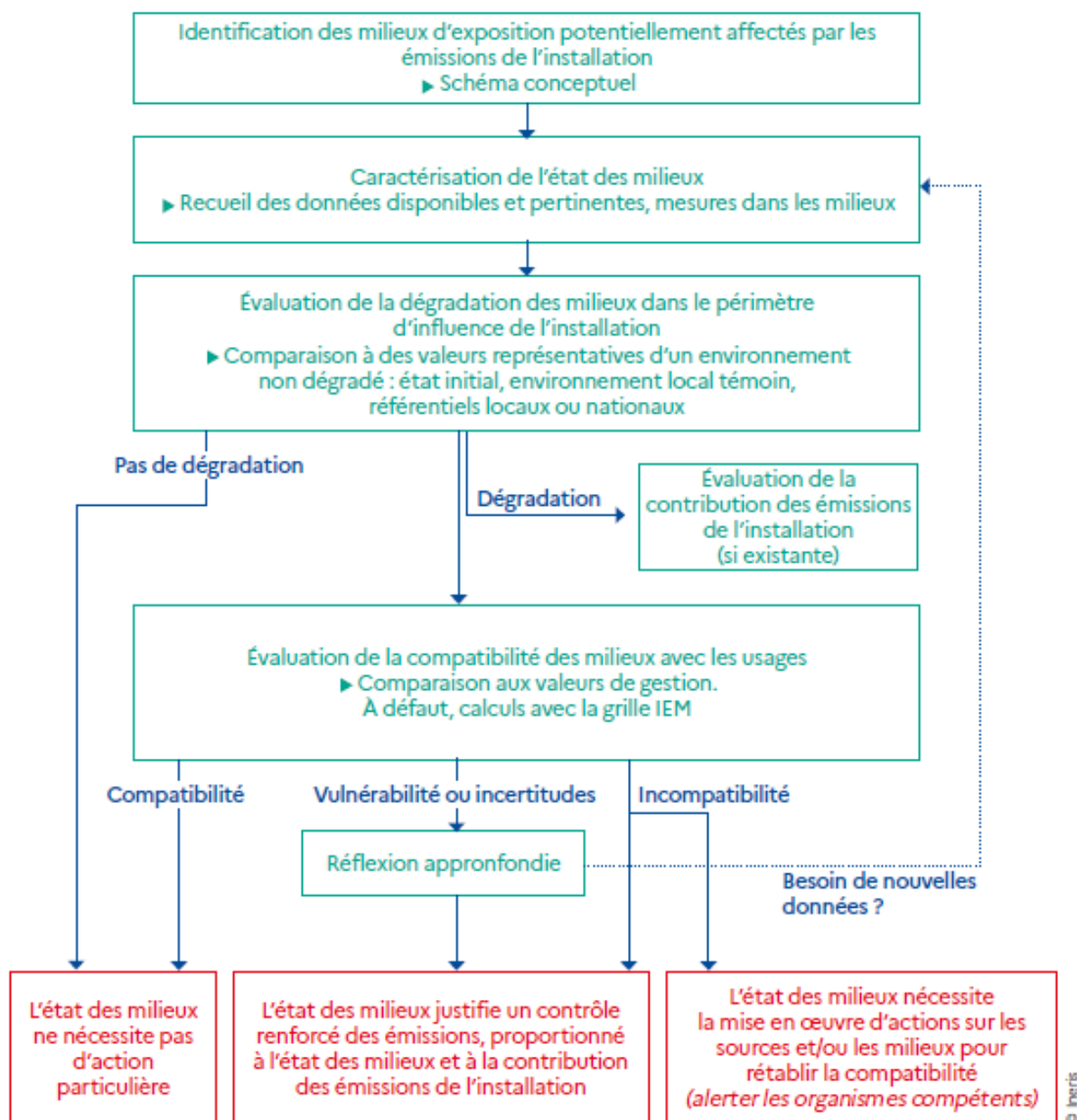


Figure 8. Étapes et critères de l'IEM (Source : INERIS, 2021)

7.2. Substances recherchées et milieux investigués

Les substances et milieux pertinents sont habituellement définis en fonction des caractéristiques des émissions, de l'environnement et des activités à l'aide du schéma conceptuel.

Les composés gazeux et particulaires émis se dispersent dans l'air. Les composés particulaires se déposent au sol après dispersion. Par conséquent, le milieu impacté en premier est l'air.

7.3. Qualité de l'air

7.3.1. Exigences réglementaires

La directive 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe, fournit le cadre à la législation communautaire sur la qualité de l'air :

- L'établissement des principes de base d'une stratégie commune visant à définir et fixer des objectifs concernant la qualité de l'air ambiant, afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs pour la santé humaine et pour l'environnement ;
- L'évaluation de la qualité de l'air ambiant dans les États membres et l'information du public ;
- Les valeurs réglementaires pour le dioxyde d'azote, le benzène et les particules PM_{2,5} et PM₁₀.

Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3). Les valeurs applicables pour les polluants étudiés dans cette étude et pour l'année 2022 ainsi que les lignes directrices définies par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) sont présentées dans le tableau 3.

Tableau 3. Seuils réglementaires en vigueur en 2022

Polluants	Nature du seuil	Conditions de dépassements	Valeurs de référence en 2022
Dioxyde d'azote (NO₂)	Valeur limite et objectif de qualité	Moyenne annuelle	40 µg/m ³
	Valeur limite horaire	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an	200 µg/m ³
	Seuil de recommandation et d'information ⁽¹⁾	Moyenne horaire	200 µg/m ³
	Seuil d'alerte	Moyenne horaire dépassée sur 3 heures consécutives	400 µg/m ³
		Moyenne horaire si dépassement du seuil la veille et risque de dépassement de ce seuil le lendemain	200 µg/m ³
Ligne directrice OMS	Moyenne annuelle	10 µg/m ³	
PM_{2,5}	Valeur limite	Moyenne journalière	25 µg/m ³
	Valeur cible	Moyenne annuelle	25 µg/m ³
	Objectif de qualité	Moyenne annuelle	20 µg/m ³
	Ligne directrice OMS	Moyenne annuelle	10 µg/m ³
PM₁₀	Valeur limite	Moyenne journalière	15 µg/m ³
	Valeur limite	Moyenne annuelle	40 µg/m ³
	Objectif de qualité	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	50 µg/m ³
	Seuil de recommandation et d'information	Moyenne annuelle	30 µg/m ³
	Seuil d'alerte	Moyenne journalière	50 µg/m ³
	Ligne directrice OMS	Moyenne journalière	80 µg/m ³
SO₂	Valeur limite	Moyenne annuelle	15 µg/m ³
	Valeur limite	Moyenne journalière	45 µg/m ³
	Objectif de qualité	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an	350 µg/m ³
	Seuil d'information et de recommandation	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an	125 µg/m ³
	Seuil d'alerte	Moyenne annuelle	50 µg/m ³
	Niveau critique	Moyenne horaire (dépassement sur 3 heures consécutives)	300 µg/m ³
Arsenic	Seuil d'alerte	Moyenne horaire (dépassement sur 3 heures consécutives)	500 µg/m ³
Nickel	Niveau critique	Moyenne annuelle et hivernale pour la protection de la végétation	20 µg/m ³
B(a)P	Valeur cible	Moyenne annuelle	6 ng/m ³
Benzène	Valeur cible	Moyenne annuelle	20 ng/m ³
	Valeur limite	Moyenne annuelle	1 ng/m ³
Benzène	Valeur limite	Moyenne annuelle	5 µg/m ³
	Objectif de qualité	Moyenne annuelle	2 µg/m ³

Valeur limite : niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs pour la santé des personnes et de l'environnement dans son ensemble. *Valeur cible* : niveau fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée. *Objectif de qualité* : niveau à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement. *Niveau critique* : niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels, à l'exclusion des êtres humains. *Seuil d'information et de recommandation* : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions. *Seuil d'alerte* : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence. quotidiennement entre 8 heures et 20 heures.

7.3.2. Données à disposition

La qualité de l'air dans la région est mesurée par l'association ATMO Réunion (<https://atmo-reunion.net/>). Le dispositif de mesure de la qualité de l'air comporte plusieurs stations de typologie « urbaine », « périurbaine », « industrielle », « trafic », « rurale ».

La surveillance réglementaire est menée selon un découpage territorial en zones à risques (ZAR) qui sont des zones présentant un risque spécifique et relativement homogène pour la qualité de l'air conformément à l'article 5 de l'arrêté du 19 avril 2017.

Pour La Réunion, 3 zones sont retenues dans l'arrêté du 26 décembre 2016 relatif au découpage des régions en zones administratives de surveillance de la qualité de l'air ambiant :

- **Zone à Risque Urbaine (ZARU)** : unités urbaines entre 50 000 et 250 000 habitants
- **Zone à Risque Volcanique (ZARV)** : zone influencée par les retombées du panache volcanique lors d'éruptions
- **Zone Régionale (ZR)** : zone couvrant le reste du territoire.

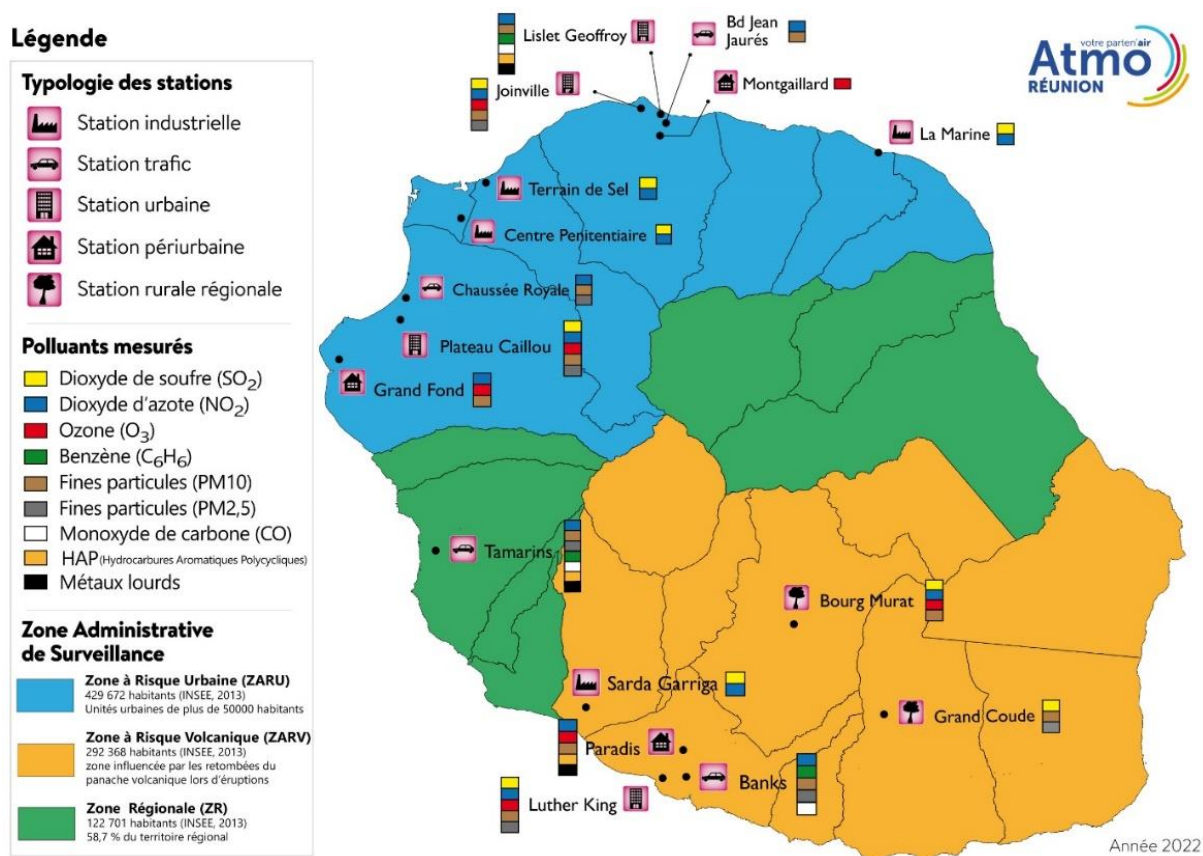


Figure 9. Présentation des zones administratives et des stations de mesures (Source : ATMO Réunion)

Le réseau ATMO Réunion dispose de **17 stations fixes** de surveillance de la qualité de l'air installées suivant un emplacement défini par des critères nationaux :

- Stations urbaines : Représentatives de l'air respiré par la majorité des habitants de l'agglomération. Placées en ville, hors de l'influence immédiate et directe d'une voie de circulation ou d'une installation industrielle.
- Stations périurbaines : Représentatives de l'exposition maximale à la pollution "secondaire" en zone habitée, sous l'influence directe d'une agglomération.
- Stations industrielles : Représentatives de l'exposition maximale sur les zones soumises directement à une pollution d'origine industrielle.
- Stations trafic : Représentatives de l'exposition maximale sur les zones soumises à une forte circulation urbaine ou routière.
- Stations d'observation : utiles à la compréhension d'un phénomène particulier en l'occurrence les immissions du Piton de la Fournaise.

Pour réaliser des études ponctuelles en tout point du territoire régional, Atmo Réunion est aussi équipé d'un laboratoire mobile et de 6 stations mobiles qui analysent un grand nombre de polluants et les paramètres météorologiques.

Ces sites de mesures permettent un suivi en temps réel et en continu d'un ou plusieurs polluants réglementés.

Parmi toutes ces stations, seules certaines peuvent être utilisées pour donner une appréciation de la qualité de l'air qui est attendue localement et/ou qui permet d'évaluer la contribution des émissions du site sur la qualité de l'air :

- La station Paradis située au 3, chemin Benoîte Boulard à Saint-Pierre qui mesure le NO₂ et les PM₁₀. Cette dernière donne une appréciation de la qualité de l'air en situation périurbaine éloignée du trafic routier ;
- La station Luther King localisée le long du boulevard Hubert Delisle à Saint-Pierre qui mesure le SO₂, le NO₂ et les PM_{2,5} et PM₁₀, et qui permet d'apprécier la qualité de l'air en contexte urbain sous l'influence du trafic routier comme cela pourrait être le cas à proximité de la N1 ;
- Les stations de Bourg Murat et de Grand Coupe qui permettent de suivre les dégazages liés aux épisodes éruptifs. Elles mesurent le NO₂, les PM₁₀, le SO₂ et/ou les PM_{2,5}. Elles permettent ainsi de définir également le bruit de fond attendu localement.

Il sera fait également appel aux valeurs mesurées sur la station trafic Tamarins pour le cas des mesures de HAP, benzène et métaux lourds afin de donner des indications sur les niveaux potentiellement rencontrés à proximité de la N1.

7.3.3. Bilan de suivi de la qualité de l'air

L'ensemble des données ont été collectées auprès du réseau ATMO Réunion sur les stations de mesures sur les trois dernières années disponibles, entre 2018 et 2020.

Particules fines PM10

Les données pour les PM10 sont présentées dans le tableau 4.

Tableau 4. Évolution des concentrations en PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur les stations du réseau ATMO Réunion – Expression en fonction des seuils en vigueur (Source : ATMO Réunion)

PM10	Luther King (Urbain)			Paradis (Périurbain)			Bourg Murat (Fond)			Grand Coude (Fond)		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Moyenne annuelle Objectif de qualité : $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Valeur limite pour la protection de la santé : $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Seuil OMS : $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$	21	21	19	18	18	16	8	7	6	11	15	11
Moyenne maximal journalière Seuil d'information et de recommandation : $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Seuil d'alerte : $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Seuil OMS : $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$	58	57	51	59	50	38	34	25	41	36	36	34
Nombre de dépassement journalier de la valeur limite fixée à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ne doit pas être supérieur à 35)	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Le seuil d'information et de recommandation pour les particules fines en suspension (PM10) a été dépassé 2 fois en 2018 sur la station urbaine Luther King à Saint-Pierre, avec des concentrations journalières maximales de $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et de $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ enregistrées le 07/03/2018 et le 25/09/2018. Ces dépassements sont essentiellement liés à une pollution locale. Le seuil d'information et de recommandation a également été dépassé 1 fois sur la station périurbaine Paradis (Saint-Pierre), avec une concentration journalière maximale de $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ enregistrée le 25/09/2018.

Deux dépassements ont également eu lieu en 2019 sur la station de Luther King en lien avec une forte houle et aux fêtes de fin d'année (feux d'artifices). Aucun dépassement des seuils réglementaires journaliers n'a été constaté sur le réseau de surveillance.

En 2020, les concentrations (maximums journaliers et moyennes annuelles) les plus élevées sont encore enregistrées sur la station urbaine de fond Martin Luther King (LUT) à Saint-Pierre. Le seuil d'information et de recommandation a été dépassé une fois le 27 décembre 2020. Ce pic de pollution est attribuable en partie aux fortes houles atteignant le littoral, et dans une moindre mesure, à l'activité du trafic routier environnant

Aucun autre dépassement des seuils réglementaires n'a été constaté. La valeur limite en moyenne annuelle est respectée sur toutes les stations.

La ligne directrice de l'OMS (moyenne annuelle de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est par ailleurs dépassée sur les stations Luther King et Paradis.

Particules fines PM_{2,5}

Les données pour les PM_{2,5} sont présentées dans le tableau 5.

Tableau 5. Évolution des concentrations en PM_{2,5} (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur les stations du réseau ATMO Réunion – Expression en fonction des seuils en vigueur (Source : ATMO Réunion)

PM _{2,5}	Luther King (Urbain)			Grand Coude (Fond)		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Moyenne annuelle Objectif de qualité : $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Valeur limite pour la protection de la santé : $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Seuil OMS : $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	3	6	5	5	6	4

Les mesures de PM_{2,5} mettent en avant une situation moyenne annuelle de bonne qualité sur les trois années. La valeur limite annuelle ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) et l'objectif de qualité ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) sont respectés. La ligne directrice de l'OMS (en moyenne annuelle) est pas dépassée en 2019.

Oxydes d'azote (NO_x)

Les données pour les NO_x sont présentées dans le tableau 6.

Tableau 6. Évolution des concentrations en NO_x (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur les stations du réseau ATMO Réunion – Expression en fonction des seuils en vigueur (Source : ATMO Réunion)

NO _x	Luther King (Urbain)			Paradis (Périurbain)			Bourg Murat (Fond)		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Niveau critique pour la protection de la végétation : $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	21	32	27	22	30	22	-	-	3

En 2019, le niveau critique pour la protection de la végétation a été dépassé sur la station urbaine de fond avec $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ce dépassement est essentiellement dû aux activités du trafic routier.

Dioxyde d'azote (NO₂)

Les données pour le NO₂ sont présentées dans le tableau 7.

Tableau 7. Évolution des concentrations en NO₂ (en µg/m³) sur les stations du réseau ATMO Réunion – Expression en fonction des seuils en vigueur (Source : ATMO Réunion)

NO ₂	Luther King (Urbain)			Paradis (Périurbain)			Bourg Murat (Fond)		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Moyenne annuelle Objectif de qualité : 40 µg/m³ Valeur limite pour la protection de la santé : 40 µg/m³	10	13	9	12	13	6	-	-	3
Moyenne maximal horaire Seuil d'information et de recommandation : 200 µg/m³ Seuil d'alerte : 400 µg/m³ Seuil OMS : 200 µg/m³	58	71	57	66	58	44	-	-	22
Nombre de dépassement horaire de la valeur limite fixée à 200 µg/m³ (ne doit pas être supérieur à 18)	0	0	0	0	0	0	-	-	0

Aucun dépassement des seuils réglementaires horaires n'a été constaté. Les plus fortes concentrations sont habituellement relevées en proximité routière.

Dioxyde de soufre (SO₂)

Les données pour le NO₂ sont présentées dans le tableau 8.

Tableau 8. Évolution des concentrations en SO₂ (en µg/m³) sur les stations du réseau ATMO Réunion – Expression en fonction des seuils en vigueur (Source : ATMO Réunion)

SO ₂	Luther King (Urbain)			Bourg Murat (Fond)			Grand Coude (Fond)		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Moyenne annuelle Objectif de qualité : 50 µg/m³ Valeur limite pour la protection de la végétation : 20 µg/m³	0	0	0	3	1	1	3	3	1
Moyenne maximal horaire Seuil d'information et de recommandation : 300 µg/m³ Seuil d'alerte : 500 µg/m³	64	257	39	652	342	367	414	635	10
Nombre de dépassement journalier de la valeur limite fixée à 125 µg/m³ (ne doit pas être supérieur à 3)	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Nombre de dépassement horaire de la valeur limite fixée à 350 µg/m³ (ne doit pas être supérieur à 24)	0	0	0	2	0	2	1	9	0

De manière récurrente, des dépassements des seuils réglementaires horaires sont observés pour le dioxyde de soufre et sont en lien avec les éruptions du Piton de la Fournaise.

En 2018, la plus forte concentration horaire, soit un maximum de $652 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été relevé le 09/10/2018 sur Le Tampon (station Bourg Murat). Au total, 4 dépassements horaires du seuil d'information et de recommandation ont été constatés sur Bourg Murat en 2018 : $306 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le 01/05/2018 à 02h00 ; $594 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le 03/05/2018 à 05h00 ; $652 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le 09/10/2018 à 03h00 ; et $303 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et le 09/10/2018 à 05h00. Les éruptions ont eu lieu en avril-mai 2018 puis de mi-septembre au 1er novembre 2018. Un maximum horaire de $414 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a également été relevé le 09/10/2018 à 23h00 sur Saint-Joseph (station Grand Coude), en lien avec l'éruption du Piton de la Fournaise de septembre-octobre 2018. Au total, 3 dépassements horaires du seuil d'information et de recommandation ont été constatés sur cette zone en 2018.

Aucun dépassement des seuils réglementaires journaliers en SO_2 n'a été constaté sur le réseau de surveillance durant l'année 2018. Une concentration journalière maximale de $102 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été constatée le 01/05/2018 à Bourg Murat et une concentration journalière maximale de $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été constatée le 09/10/2018 à Grand Coude.

Durant l'année 2019, 10 dépassements de la valeur horaire de $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ont été mis en évidence sur l'île de la Réunion, notamment sur la station de Grand Coude. La valeur horaire pour la protection de la santé humaine est donc respectée. Ces dépassements sont encore à mettre en lien avec les éruptions du Piton de la Fournaise le 26/02/19 et d'août 2019, Un maximum horaire de $635 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a notamment été mesuré sur la station Grand Coude le 15/08/2019. Cette journée-là, le seul dépassement de la valeur de $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a aussi constaté avec une valeur de $212 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Durant l'année 2020, 3 dépassements du seuil d'information et de recommandation ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{h}$) pour le dioxyde de soufre ont été enregistrés sur la station Bourg Murat suite à l'éruption du Piton de la Fournaise :

- Le 05/04/2020 à 05h00 ($301 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ;
- Le 05/04/2020 à 08h00 ($367 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ;
- Le 06/04/2020 à 06h00 ($355 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

A l'échelle annuelle, aucun dépassement des seuils réglementaires annuels n'a été constaté sur le réseau de surveillance durant les années 2018 à 2020.

Benzène

Les données pour le benzène sont présentées dans le tableau 9.

Tableau 9. Évolution des concentrations en benzène (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur les stations du réseau ATMO Réunion – Expression en fonction des seuils en vigueur (Source : ATMO Réunion)

Benzène	Tamarins (trafic)		
	2018	2019	2020
Moyenne annuelle Objectif de qualité : $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Valeur limite pour la protection de la santé : $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	0,72	1,02

Des mesures de benzène ont été réalisées de 2003 à 2010 sur différentes stations de surveillance à l'aide de tubes à échantillonnage passif, dans le cadre de l'évaluation préliminaire. Ces mesures ont été stoppées à partir de janvier 2011.

Les concentrations annuelles en benzène sont bien en deçà des seuils réglementaires.

B(a)P

Les données pour le benzo(a)pyrène sont présentées dans le [tableau 10](#).

Tableau 10. Évolution des concentrations en benzo(a)pyrène (en ng/m^3) sur les stations du réseau ATMO Réunion – Expression en fonction des seuils en vigueur (Source : ATMO Réunion)

B(a)P	Tamarins (trafic)		
	2018	2019	2020
Moyenne annuelle Valeur cible : $1 \text{ ng}/\text{m}^3$	-	0,10	0,05

D'après les directives européennes (directives 2008/50/CE et 2004/107/CE), il est nécessaire de réaliser une évaluation préliminaire dans les ZAS (zone administrative de surveillance) d'une région donnée. L'évaluation préliminaire pour les HAP (Benzo[a]pyrène), a été réalisée à Saint-Pierre (station Luther King) en 2016. Les résultats de cette évaluation préliminaire montrent que les concentrations du Benzo[a]pyrène relevés sont inférieures au seuil d'évaluation inférieur défini dans la directive 2004/107/CE. Il n'y avait donc plus d'obligation de réaliser de mesure fixe pour ce polluant à La Réunion.

Les concentrations annuelles en benzo(a)pyrène sur la station Tamarins sont bien en deçà des seuils réglementaires.

Métaux (As, Ni)

Les données pour les deux métaux sont présentées dans le [tableau 11](#).

Tableau 11. Évolution des concentrations en métaux (en ng/m³) sur les stations du réseau ATMO Réunion – Expression en fonction des seuils en vigueur (Source : ATMO Réunion)

Métaux	Paradis (Périurbain))			Tamarins (Trafic)		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Moyenne annuelle						
Valeur cible As : 6 ng/m ³	-	-	0,3	-	0,1	0,1
Valeur cible Ni : 20 ng/m ³	-	-	1,7	-	2,0	1,8

Une évaluation préliminaire pour les métaux lourds (As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Ni : Nickel et Pb : Plomb), a été réalisée à Saint-Pierre (station Luther King) durant la période 2010-2014. Cette évaluation préliminaire a montré que les concentrations de métaux lourds sont inférieures au seuil d'évaluation inférieur défini dans la directive 2004/107/CE.

La surveillance des métaux lourds, dans le cadre d'une mesure indicative, a été réalisée à Saint-Leu (station Route des Tamarins) et à Saint-Pierre (station Paradis) en 2020. Le maximum de la concentration moyenne annuelle en métaux lourds est relevé sur la station "trafic" Route des Tamarins, sauf pour l'Arsenic (As). Aucun dépassement des normes réglementaires pour les métaux lourds n'a été constaté sur les mesures effectuées durant l'année 2019 et 2020.

7.3.4. Évaluation de l'état du milieu « Air »

Les données mesurées pour les particules fines PM10 et PM2,5, les oxydes d'azote, le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre, le benzène, le benzo(a)pyrène, l'arsenic et le nickel montrent que la qualité de l'air attendue en est globalement bonne.

7.4. Qualité des sols

Une étude du BRGM¹, réalisée en 2008, a permis de caractériser le fond géochimique en éléments traces métalliques de l'île de La Réunion. 70 échantillons de sols, prélevés sur toute l'île, ont ainsi été analysés pour déterminer les teneurs en arsenic et nickel.

Plus spécifiquement, un sol a été prélevé dans le périmètre d'étude. Il est localisé sur la figure 10 ci-après. Les résultats sont présentés dans le tableau 12.

Tableau 12. Concentrations métalliques (exprimées en mg/kg) mesurées dans l'échantillon de sols prélevé dans le périmètre d'étude

Eléments	As	Ni
Station T12-2a	21	365

¹ Laperche V., Lucas E. et Nehlig P. (2008). Cartographie des teneurs des Eléments Traces Métalliques (ETM) sur l'ensemble des sols de l'île de La Réunion. Rapport final, BRGM/RP-56576-RF.



Figure 10. Localisation du point de prélèvement de sols du BRGM (©Géoportail)

Il n'existe pas, dans cette étude comme dans la bibliographie, de valeurs de fond pour les HAP. Le BRGM considère en effet que la simple présence de ces contaminants organiques traduit une anomalie.

Ces données pourront toutefois être utilisées pour caractériser le bruit de fond attendu à proximité du site pour les métaux.

8. ÉVALUATION PROSPECTIVE DES RISQUES SANITAIRES LIÉS AUX ÉMISSIONS ATMOSPHERIQUES

8.1. Fondement méthodologique

L'évaluation des risques sanitaires (ERS) est une démarche visant à décrire et à quantifier les risques sanitaires consécutifs à l'exposition des personnes à des substances toxiques. Elle s'applique depuis 2000 à l'analyse des effets potentiels liés à la toxicité des substances chimiques émises par les ICPE dans leur environnement.

Le processus qui sera suivi dans le cadre de cette étude est basé sur la démarche d'évaluation des risques sanitaires :

- Identification des dangers ;
- Définition des relations dose-réponse ;
- Évaluation de l'exposition humaine ;
- Caractérisation des risques.

L'étape 3 fait appel aux données de la caractérisation de l'état initial qui permettront d'identifier et de hiérarchiser les contraintes environnementales et sanitaires du projet en matière de qualité de l'air. Cette analyse environnementale a permis notamment de faire un recensement des points d'expositions sensibles dans la zone d'étude.

L'estimation des concentrations sera réalisée dans l'air. L'objectif est d'estimer la part imputable aux seules émissions du site.

L'étape 4 permettra d'établir les indicateurs exprimant quantitativement les risques potentiels encourus pour les populations.

Les indicateurs de risque seront calculés pour chaque substance pour la voie inhalation et ingestion.

La significativité des résultats sera appréciée lors de la discussion des incertitudes.

8.2. Identification des dangers

L'identification des dangers vise à présenter, pour les polluants inclus dans l'étude, un bilan des connaissances actuelles en termes d'effets sur la santé.

La pollution de l'air, à l'intérieur des locaux comme à l'extérieur, est un problème majeur de santé environnementale touchant aussi bien les pays développés que ceux en développement.

Selon les estimations de l'OMS, en 2016, quelque 58 % des décès prématurés liés à la pollution de l'air extérieur étaient dus à des cardiopathies ischémiques et à des accidents vasculaires cérébraux, 18 % à des bronchopneumopathies chroniques obstructives, 18 % à des infections aiguës des voies respiratoires inférieures, et 6 % à des cancers du poumon.

Les conclusions d'une évaluation menée en 2013 par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) de l'OMS ont montré que la pollution de l'air extérieur était carcinogène, les matières particulaires étant associées le plus étroitement à une incidence accrue de cancers, en particulier du poumon. Un lien a également été établi entre la pollution atmosphérique et l'augmentation du nombre de cancers des voies urinaires/de la vessie.

Les substances chimiques sont susceptibles de provoquer des effets aigus liés à des expositions courtes à des doses généralement élevées, et des effets subchroniques et chroniques susceptibles d'apparaître suite à une exposition prolongée à des doses plus faibles. Dans le cadre de la présente évaluation de risques sanitaires, seules les expositions aiguës et chroniques seront étudiées.

Le chapitre 6.4. a permis de sélectionner les substances d'intérêt. A partir de données trouvées dans la littérature, le [tableau 14](#) présente, pour l'ensemble des composés inventoriés, les voies d'exposition principales, les dangers possibles, ainsi que la classification du caractère cancérigène pour l'OMS/CIRC ([tableau 13](#)).

Tableau 13. Classification CIRC

CIRC – OMS
1 : Agent cancérigène pour l'Homme
2A : Agent probablement cancérigène pour l'Homme
2B : Agent peut être cancérigène pour l'Homme
3 : Agent inclassable quant à sa cancérigénicité pour l'Homme
4 : Agent n'est probablement pas cancérigène pour l'Homme

Tableau 14. Classification CIRC

Substances	N°CAS	Effets / Organes cibles	Voies d'exposition principale	Cancérogénicité (classification CIRC)
Dioxyde de soufre	7446-09-5	Troubles respiratoires	Inhalation	-
Dioxyde d'azote	10102-44-0	Troubles respiratoires	Inhalation	-
Poussières	-	Troubles respiratoires	Inhalation	-
CO	630-08-0	Troubles respiratoires	Inhalation	-
1,3-butadiène	106-99-0	Reproduction, cancers hématopoïétiques	Inhalation	1
Benzène	71-43-2	Système sanguin et immunitaire	Inhalation	1
Arsenic	7440-38-2	Développement, peau, cancer du poumon	Inhalation, Ingestion	1
Nickel	7440-02-0	Système respiratoire, développement	Inhalation, Ingestion	2B
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Cancer du poumon, tumeurs hépatiques	Inhalation et ingestion	1
Silice cristalline	-	Troubles respiratoires, fibrose pulmonaire, Cancer du poumon	Inhalation	1

8.3. Définition des relations dose-réponse

Les VTR retenues pour les composés sont présentées dans les tableaux 15 à 17. Ils recensent le nom de la substance chimique, son numéro CAS, l'effet critique considéré, le nom de l'organisme qui l'a produite, la date de révision/construction de la VTR et la justification du choix. Pour les substances gazeuses, seule la voie par inhalation est étudiée. Les VTR par ingestion ne sont donc pas recherchées pour ces substances.

8.3.1. VTR aiguë pour la voie respiratoire

Tableau 1. VTR aiguë pour la voie respiratoire

Substances**	N°CAS	VTR aiguë (µg/m ³)	Durée	Type d'effets	Référence
SO ₂	7446-09-5	30	1-14j	Respiratoire	ATSDR 1998
NO ₂		200*	1h	Respiratoire	OMS 2005
		25*	24h		OMS 2021
PM10	-	45*	24h	Respiratoire	OMS 2021
PM2,5	-	15*	24h	Respiratoire	OMS 2021
CO	630-08-0	30 000	1h	Cardiovasculaire	AFSSET, 2007
1,3-butadiène	106-99-0	660	1h	Développement fœtal	OEHHA, 2013
Benzène	71-43-2	29	1-14j	Hématologique	ATSDR, 2007

* Valeurs guides

**L'INERIS ne retient pas de VTR aigue pour le mercure élémentaire (Source : Bilan des choix de VTR disponibles sur le portail des substances chimiques de l'Ineris).

8.3.2. VTR chronique pour la voie respiratoire

Tableau 2. VTR chronique pour la voie respiratoire

Substances	N°CAS	Effets à seuil			Effets sans seuil		
		Type d'effets	VTR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Référence	Type d'effets	VTR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Référence
NO ₂ *	10102-43-9	Respiratoire	10	OMS 2021	-	-	-
PM10*	-	Respiratoire	15	OMS 2021	-	-	-
PM2,5*	-	Respiratoire	5	OMS 2021	-	-	-
1,3-butadiène	106-99-0	Atrophie ovarienne	2	ANSES 2021	Leucémie	3.10 ⁻⁵	US EPA, 2002
Benzène	71-43-2	Immunitaire	10	ANSES 2008	Augmentation de l'incidence des leucémies	2,6.10 ⁻⁵	ANSES, 2013
Arsenic	7440-38-2	Neurologique	1,5.10 ⁻²	OEHHA 2008	Respiratoire	1,5.10 ⁻⁴	TCEQ 2012
Nickel	7440-02-0	Respiratoire	0,09	ATSDR, 2005	Respiratoire	2,6.10 ⁻⁴	OEHHA 2011
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Fœtus	2.10 ⁻³	US EPA 2017	Respiratoire	6.10 ⁻⁴	US EPA 217
Silice cristalline	-	Respiratoire	3	OEHHA 2005	-	-	-

* Valeurs guide

8.3.3. VTR chronique pour la voie digestive

Tableau 3. VTR chronique pour la voie digestive

Substances	N°CAS	Effets à seuil			Effets sans seuil		
		Type d'effets	VTR (mg/kg/j)	Référence	Type d'effets	VTR (mg/kg/j) ⁻¹	Référence
Arsenic	7440-38-2	Peau	0,45.10 ⁻³	FoBIG 2009	Peau	1,5	US EPA 2009
Nickel	7440-02-0	Développement poids organe	2,8.10 ⁻³	EFSA 2015	-	-	-
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Neurologique	3.10 ⁻⁴	US EPA, 2017	Syst digestif	1	US EPA, 2017

8.4. Évaluation de l'exposition

8.4.1. Objectifs

L'objectif de cette phase est d'estimer les concentrations environnementales liées aux émissions du projet, dans les milieux d'exposition sélectionnés à la suite de l'établissement du schéma conceptuel, à savoir :

- Dans l'air ambiant (exposition par inhalation) ;
- Dans les sols (exposition par ingestion) ;
- Dans les végétaux (exposition par ingestion) ;
- Dans le lait, la viande (volailles, bœufs et porcs) et les œufs (exposition par ingestion).

Pour cela, il a été mis en œuvre :

- Le modèle de dispersion ADMS 5.2., modèle gaussien spécialement développé pour évaluer l'impact des rejets atmosphériques d'une grande variété de sources industrielles sur des zones complexes. Ce logiciel va permettre de déterminer les concentrations des différentes substances dans l'air ambiant ainsi que les dépôts au sol ;
- L'estimation des transferts multi-compartiments à partir des principes de calcul donnés par l'outil de modélisation et de simulation MODUL'ERS afin de permettre de déterminer les concentrations des différentes substances retenues dans les autres milieux d'exposition.

8.4.2. Etude de la dispersion atmosphérique

L'ensemble de la démarche et des hypothèses liées à la modélisation sont présentés dans un rapport dédié et fourni avec ce rapport, réalisé par la société NUMTECH. A partir des données météorologiques sur l'année 2021 et des données d'émissions, les simulations effectuées grâce au modèle ADMS ont permis de caractériser la contribution du projet aux concentrations dans l'air ambiant de chacune des substances étudiées et aux dépôts pour chacune des espèces particulières. Toutes les concentrations mesurées sont calculées sans le bruit de fond local de la qualité de l'air. Les concentrations et les dépôts ont été calculés sur chaque point du maillage de la zone d'étude.

Dans le cadre de cette étude, ce sont les concentrations moyennes annuelles et les dépôts moyens annuels qui sont utilisés. *En sus*, du fait de l'existence d'expositions aiguës et de valeurs guides de l'OMS, il sera fait appel à des notions de percentiles horaires ou journaliers.

Ces données ont été calculés en considérant les deux scénarii :

- Phase 5 ;
- Phase 6.

Les panaches de concentrations moyennes annuelles ou de dépôts se dispersent principalement vers le nord-ouest. Les exemples présentés ci-après permettent d'apprécier les zones de dispersion. Toutes les cartographies ont été présentées dans le rapport dédié à la présentation de l'étude de dispersion.

Scénario d'exploitation phase 5 PM₁₀ – Concentration annuelle moyenne

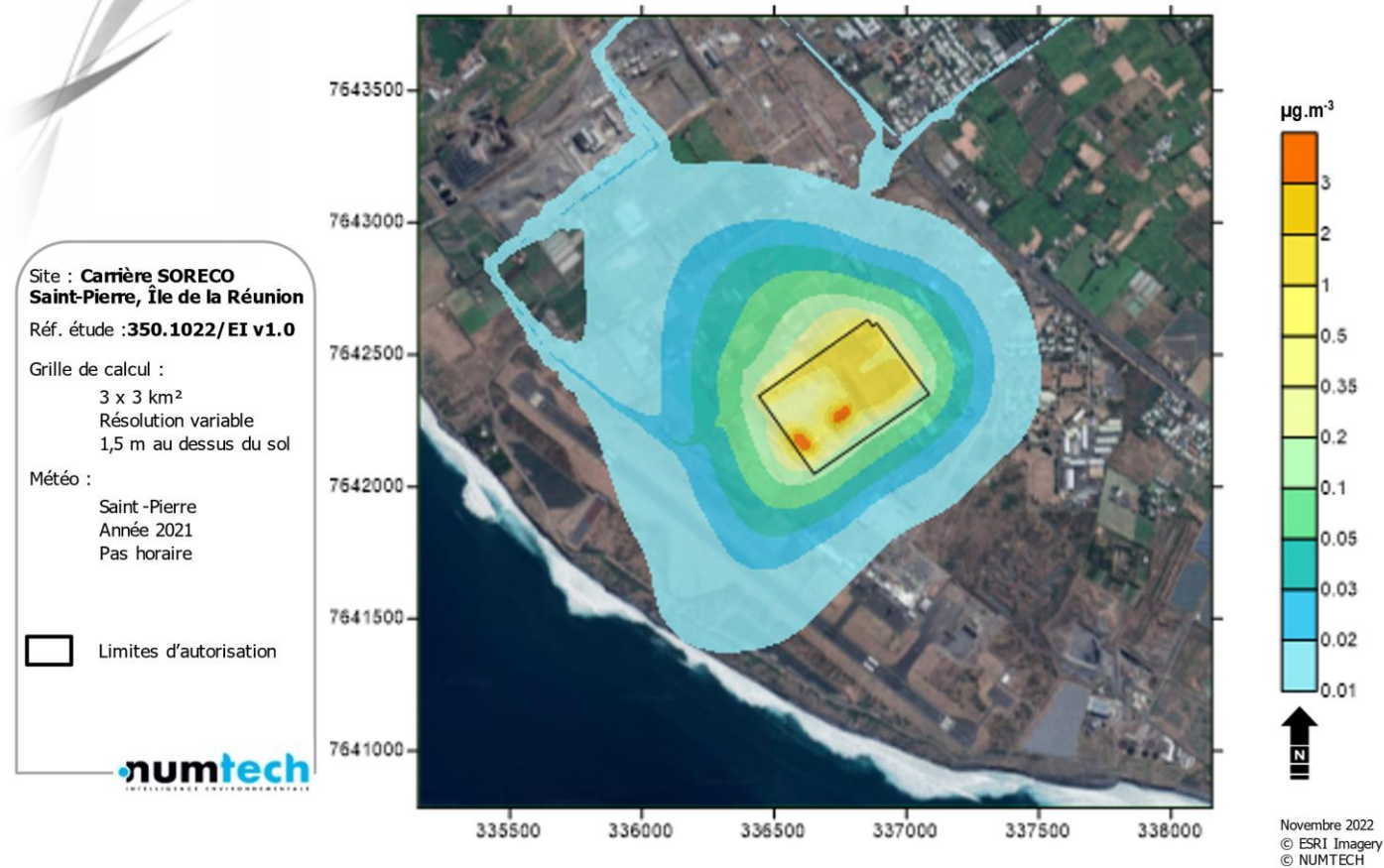


Figure 11. Cartographie des concentrations moyennes annuelles simulées pour les PM₁₀ pour l'exploitation en phase 5 (contribution du site seul)

Scénario d'exploitation phase 5 PM₁₀ – Percentile 100 journalier

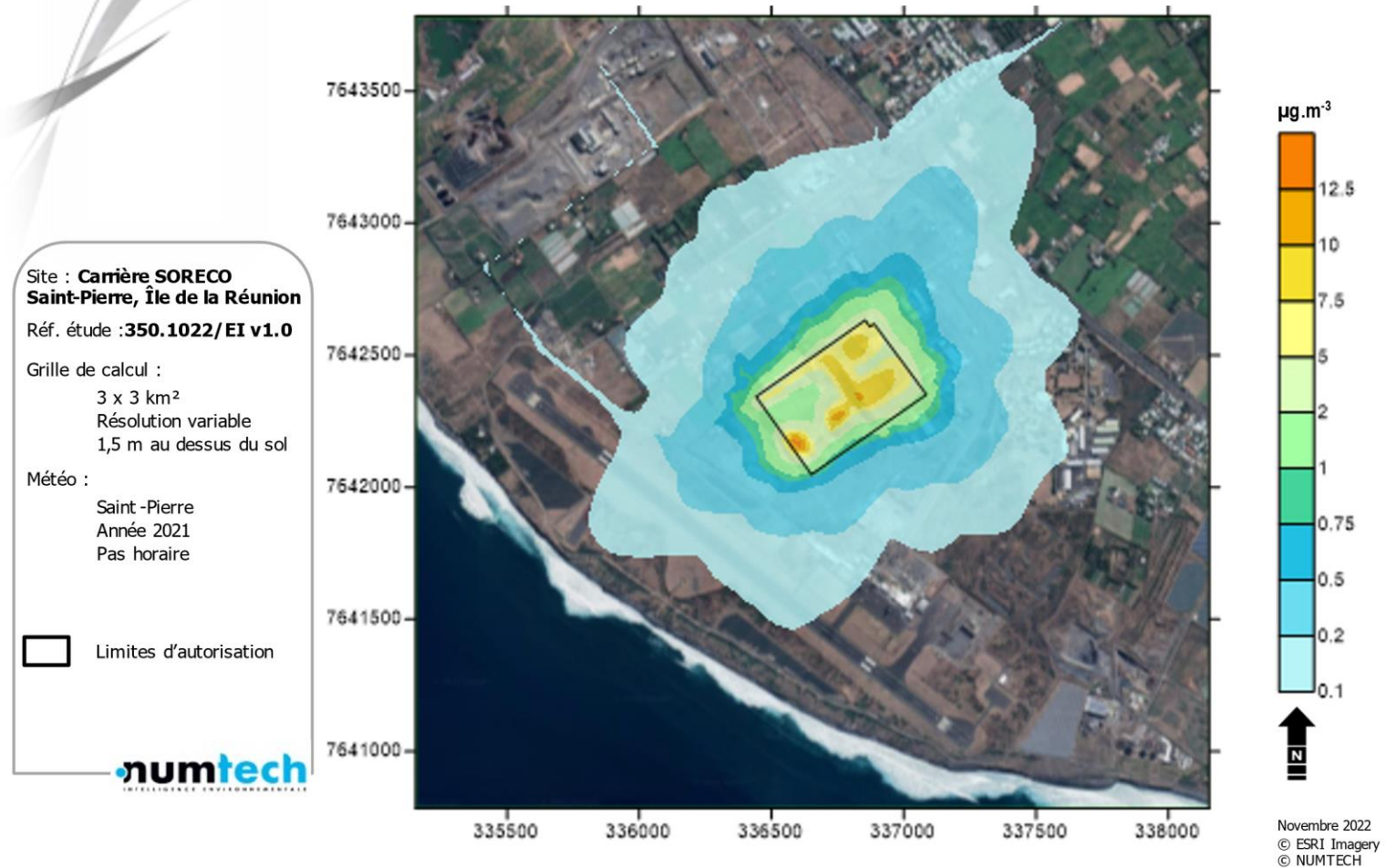


Figure 12. Cartographie des concentrations moyennes maximales journalières pour les PM₁₀ pour l'exploitation en phase 5 (contribution du site seul)

Scénario d'exploitation phase 5 PM₁₀ – Flux de dépôt annuel moyen

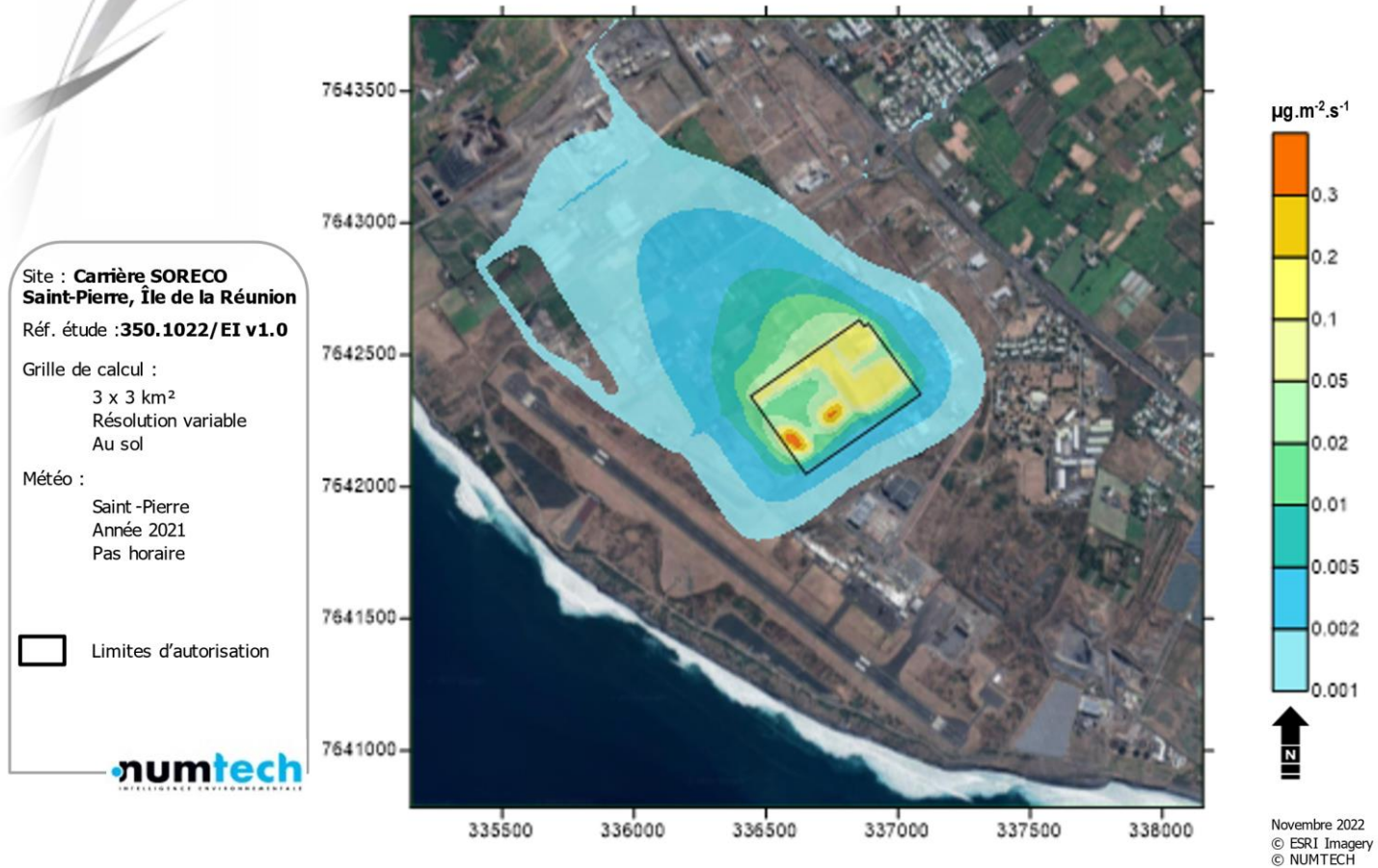


Figure 13. Cartographie des dépôts moyens pour les PM10 pour l'exploitation en phase 5 (contribution du site seul)

Scénario d'exploitation phase 6 PM₁₀ – Concentration annuelle moyenne

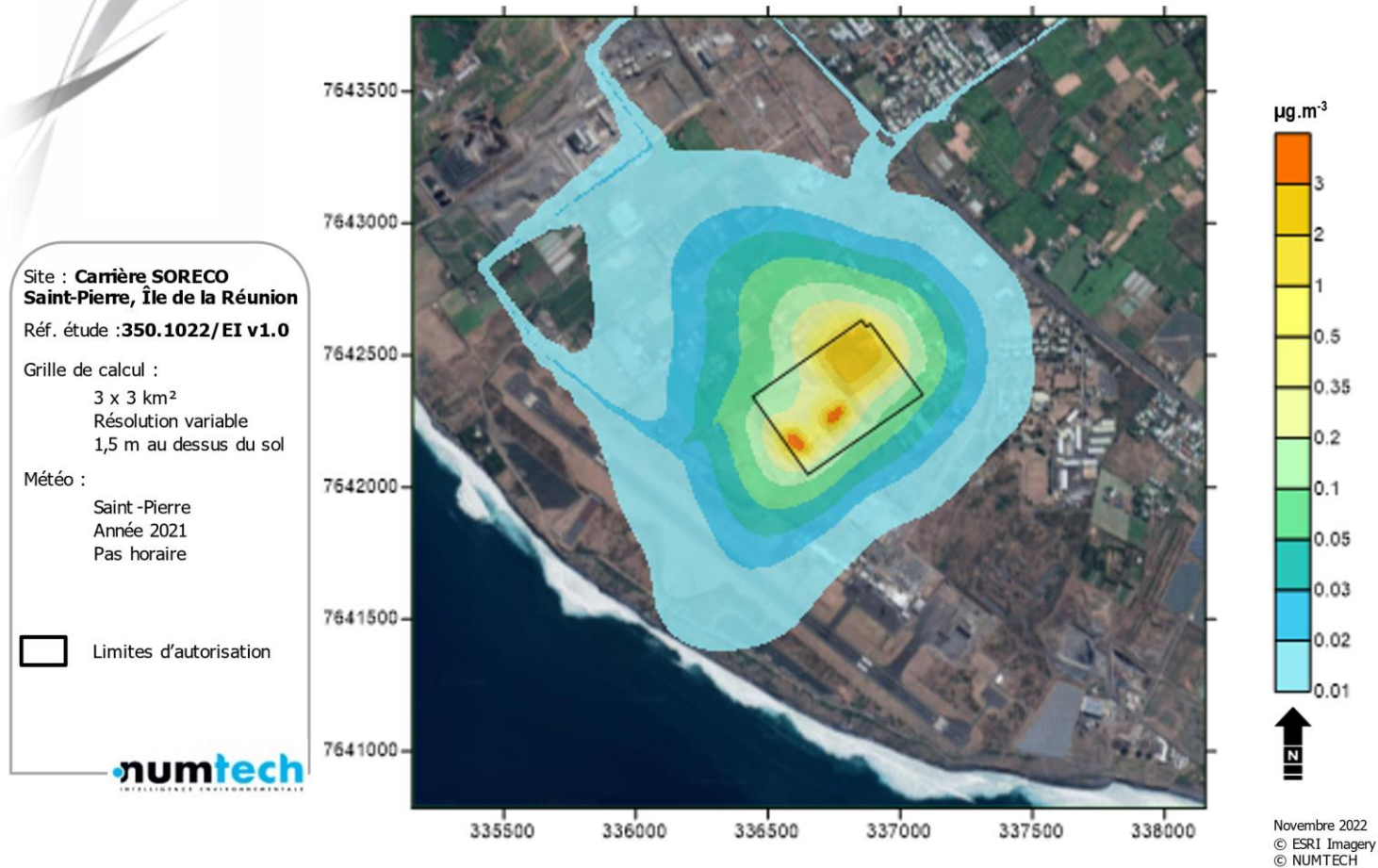


Figure 14. Cartographie des concentrations moyennes annuelles simulées pour les PM₁₀ pour l'exploitation en phase 6 (contribution du site seul)

Scénario d'exploitation phase 6 PM₁₀ – Percentile 100 journalier

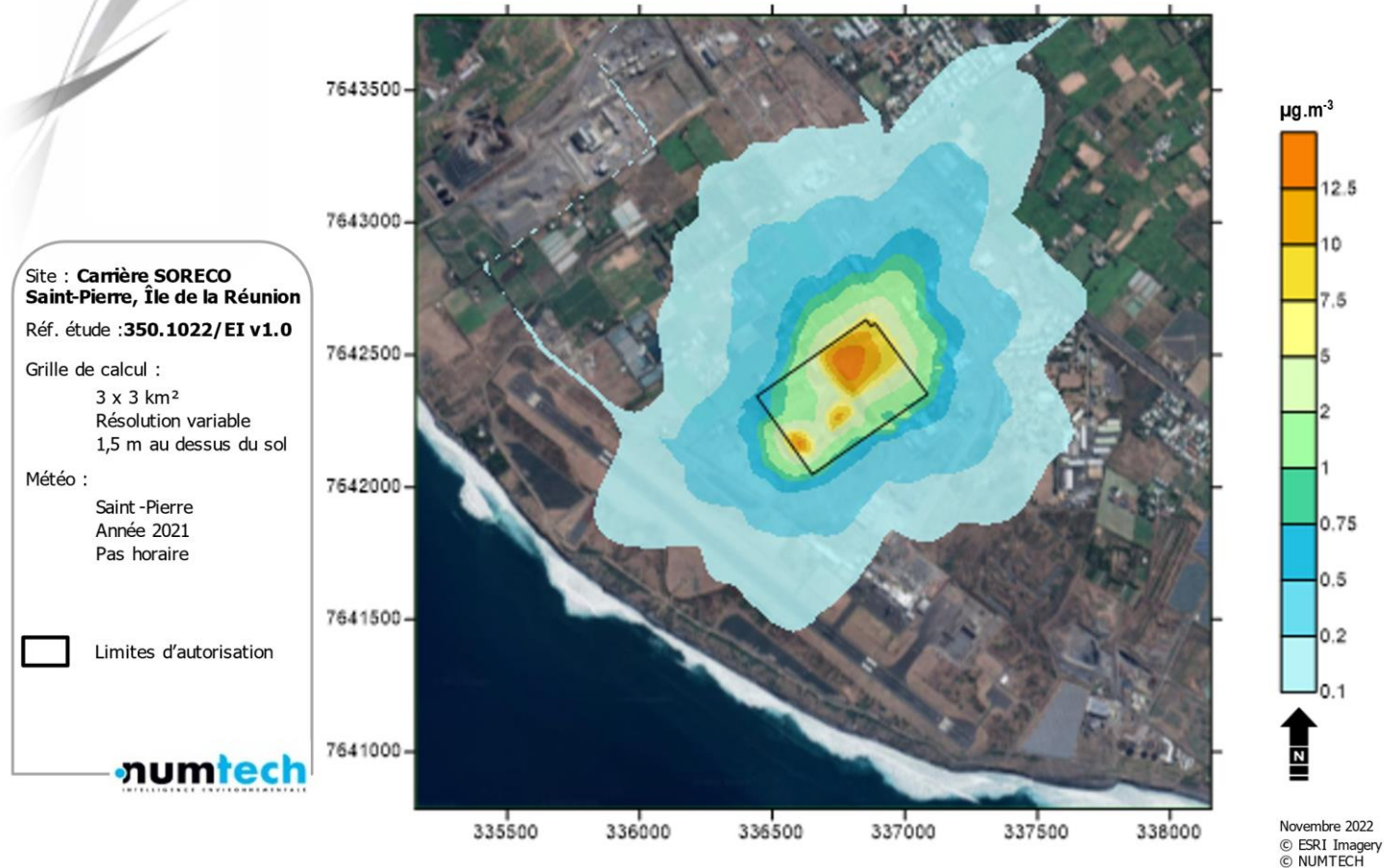


Figure 15. Cartographie des concentrations moyennes maximales journalières pour les PM10 pour l'exploitation en phase 6 (contribution du site seul)

Scénario d'exploitation phase 6 PM₁₀ – Flux de dépôt annuel moyen

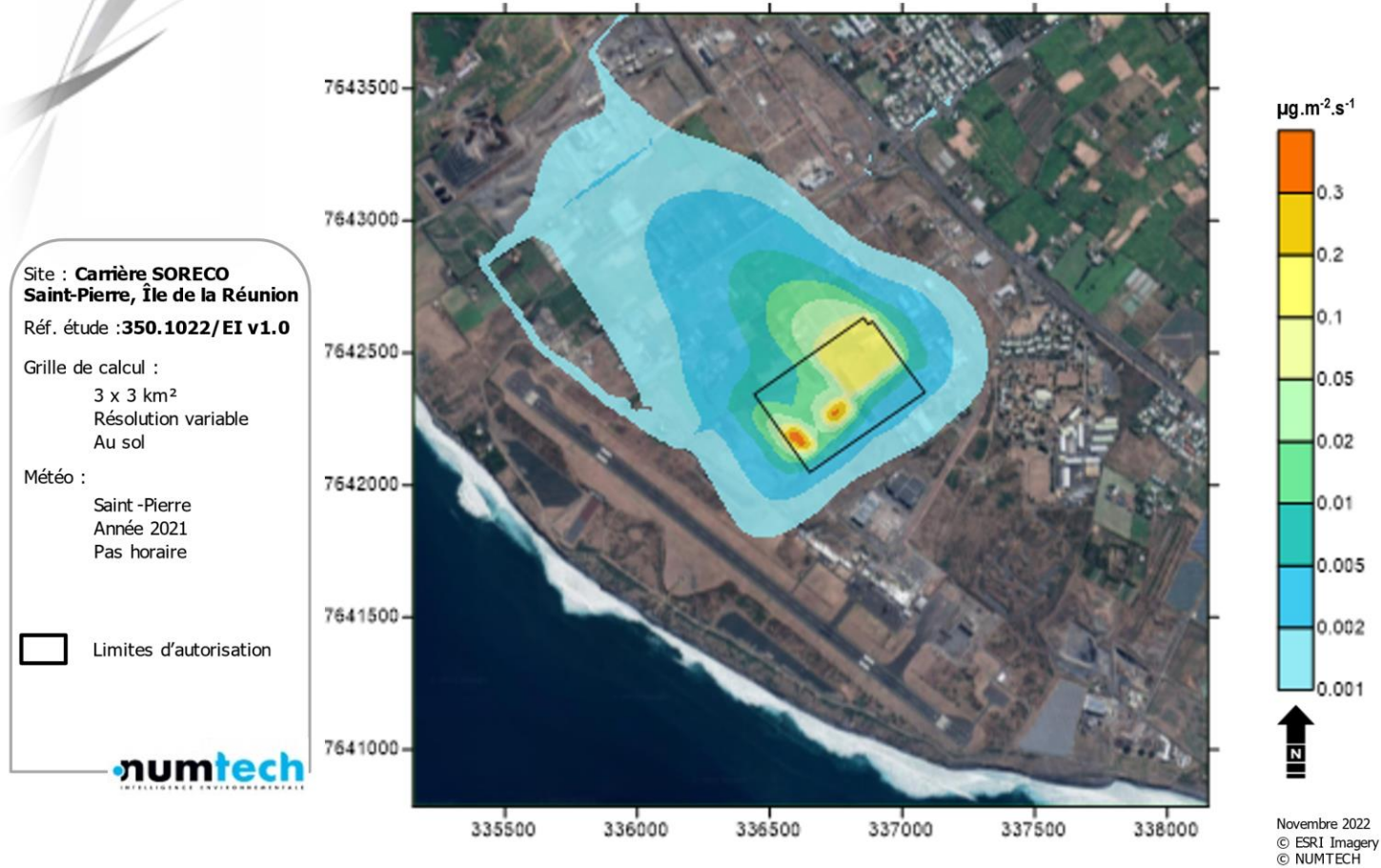


Figure 16. Cartographie des dépôts moyens pour les PM10 pour l'exploitation en phase 6 (contribution du site seul)

8.4.3. Détermination des expositions par inhalation

8.4.3.1. Mode de calcul

De manière générale, l'exposition d'une population est déterminée à partir du calcul de la concentration moyenne inhalée (CMI) en chaque substance, selon l'équation générale suivante :

$$CMI = \sum_i (C_i \times T_i) \times F \times \left(\frac{DE}{T_m} \right) \quad (1)$$

Avec :

CMI : Concentration moyenne inhalée ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)

C_i : Concentration de polluant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps *T_i* ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)

T_i : Taux d'exposition à la concentration *C_i* pendant une journée (-)

F : Fréquence ou taux d'exposition annuel (nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition ramené au nombre total annuel d'heures ou de jours) (-)

DE : Durée d'exposition, intervient uniquement dans le calcul des risques des polluants sans effet de seuil (années)

T_m : Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (années), intervient uniquement pour les effets sans seuil où cette variable est assimilée à la durée de la vie entière (*T_m* est pris égal à 70 ans)

8.4.3.2. Paramètres d'exposition retenus

Taux d'exposition (*T_i*)

Ne disposant d'aucune donnée locale sur le budget espace-(activités)-temps des populations présentes sur la zone d'étude, nous considérons par défaut que la fraction de temps *T_i* (Équation 1) est égale à 1 (et ce dans le cas d'expositions aiguës et chroniques) ; ce qui signifie que les individus sont exposés 100 % du temps aux seules concentrations *C_i* des polluants émis par les installations.

$$T_i = 1$$

Fréquence d'exposition (*F*)

- Expositions aiguës :

Les effets toxiques aigus correspondent à des expositions de courte durée (durée d'exposition comprise entre 1 heure et 1 jour). Aussi, pour ce type d'exposition, nous considérerons que la fréquence d'exposition *F* est égale à 1.

F = 1 pour les expositions aiguës

- Expositions chroniques :

En raison du manque de données sur les caractéristiques propres à la population locale, il est considéré, dans une hypothèse majorante, que l'ensemble des individus exposés aux émissions du site restent à proximité de leur domicile tout au long de l'année.

F = 1 pour les expositions chroniques

Durée d'exposition (DE)

Pour les substances à effet sans seuil, la durée d'exposition (DE) est à intégrer au calcul de CMI (Équation 1). Une étude sur le temps de résidence des Français (basée sur la durée des abonnements privés à Electricité de France) (Nedellec et al., 1998) montre que pour les données de 1993, 90 % de la population investiguée reste au plus 30 ans dans la même résidence (30 ans correspond au percentile 90 des durées d'exposition obtenues). Par ailleurs, la valeur de 30 ans est celle souvent utilisée par l'US-EPA dans les scénarios dits résidentiels (95ème percentile des durées de résidence aux Etats-Unis) (EPA, 1997). Dans notre étude, seul le scénario d'exposition résidentiel étant considéré, nous attribuons la valeur 30 ans au paramètre d'exposition DE.

$$DE = 30 \text{ ans}$$

Estimation des concentrations de polluants à l'intérieur et à l'extérieur des locaux (Ci)

En l'absence de données sur le taux de pénétration des polluants émis par les installations étudiées, nous supposons que leur concentration dans l'air (paramètre Ci de l'Équation 4) des milieux intérieurs (habitations par exemple) est la même que celle obtenue à l'extérieur.

$$Ci \text{ intérieur} = Ci \text{ extérieur}$$

Finalement, le tableau 18 synthétise les paramètres relatifs au scénario d'exposition retenu.

Tableau 18. Paramètres du scénario d'exposition

Scénario	Point pour la caractérisation du risque	Voies d'exposition	Fréquence d'exposition	Durée d'exposition
Résidentiel	Points habités les plus proches et les plus exposés	Respiratoire	Aigu (respiratoire) et chronique (respiratoire)	24 heures/24 365 jours/an 30 ans

8.4.3.3. Points récepteurs

Dans le cadre de cette étude, les calculs d'exposition par inhalation seront réalisés à partir des valeurs modélisées au niveau des riverains les plus proches ou de certains secteurs sensibles. Eu égard des cartes de dispersion qui montrent des valeurs maximales au nord-est du site, notamment dans une zone non représentative d'une exposition de la population, il est fait le choix de présenter :

- Les niveaux modélisés au niveau des riverains les plus proches de la carrière (points 1, 2 et 3) ;
- Les concentrations modélisées au niveau d'une habitation située le long du parcours des camions rejoignant la zone de traitement au nord (point 4) ;
- Les concentrations modélisées au niveau de l'école Benjamin Moloise (point 5) et d'une habitation située le long de la route de l'entre deux (point 6) ;
- Les concentrations modélisées au niveau de l'aéroport Saint-Pierre Pierrefonds (point 7).

La localisation des points d'exposition considérés est présentée sur la figure 17. Ils correspondent exactement à des points de calculs dans le modèle de dispersion.

Certains points ont également été retenus dans l'évaluation des risques sanitaires du site TERALTA (points 1, 2 4 et 7). Ces derniers permettront d'évaluer le cumul des risques.



Figure 17. Localisation des points récepteurs

8.4.3.4. Détermination des concentrations sur les points récepteurs

Les tableaux 19 et 20 présentent les concentrations maximales aiguës obtenues sur les 7 points récepteurs lors des phases 5 et 6.

Tableau 19. Concentrations aigües dans l'air (Ci) obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances retenues dans l'ERS* - Scenario **Phase 5**

Substances	Unité	Phase 5						
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
SO ₂	µg/m ³	2,41E-01	1,34E-01	1,11E-01	8,59E-01	2,98E-01	8,47E-01	3,51E-02
NO ₂ horaire	µg/m ³	3,47E+01	2,17E+01	2,92E+01	8,97E+00	5,00E+00	5,64E+00	8,77E+00
NO ₂ journalier	µg/m ³	2,88E+00	1,08E+00	2,94E+00	1,07E+00	3,65E-01	4,95E-01	3,87E-01
PM10	µg/m ³	1,19E+00	3,22E-01	1,10E+00	2,09E-01	1,05E-01	1,40E-01	8,31E-02
PM2,5	µg/m ³	4,00E-01	1,47E-01	3,66E-01	1,01E-01	3,85E-02	5,71E-02	4,12E-02
CO	mg/m ³	6,22E-02	3,90E-02	5,26E-02	1,63E-02	8,99E-03	9,98E-03	1,57E-02
1,3-butadiène	µg/m ³	1,77E-02	8,95E-03	1,01E-02	2,79E-02	9,08E-03	2,46E-02	4,20E-03
Benzène	µg/m ³	3,22E-05	1,60E-05	1,43E-05	9,39E-05	3,00E-05	7,77E-05	4,12E-06

*le temps d'intégration de la concentration aigüe est cohérent avec la VTR associée à la substance

Tableau 20. Concentrations aigües dans l'air (Ci) obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances retenues dans l'ERS* - Scenario **Phase 6**

Substances*	Unité	Phase 6						
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
SO ₂	µg/m ³	2,40E-01	1,33E-01	1,10E-01	8,59E-01	2,98E-01	8,47E-01	3,50E-02
NO ₂ horaire	µg/m ³	4,25E+01	1,27E+01	2,56E+01	7,72E+00	5,98E+00	6,72E+00	8,63E+00
NO ₂ journalier	µg/m ³	3,17E+00	7,32E-01	2,13E+00	1,02E+00	3,98E-01	5,69E-01	3,78E-01
PM10	µg/m ³	1,14E+00	2,10E-01	7,40E-01	1,92E-01	1,16E-01	1,61E-01	7,44E-02
PM2,5	µg/m ³	4,16E-01	9,58E-02	2,57E-01	9,55E-02	4,16E-02	6,38E-02	3,72E-02
CO	mg/m ³	7,64E-02	2,28E-02	4,62E-02	1,41E-02	1,07E-02	1,19E-02	1,55E-02
1,3-butadiène	µg/m ³	1,77E-02	8,95E-03	1,01E-02	2,79E-02	9,08E-03	2,46E-02	4,20E-03
Benzène	µg/m ³	3,22E-05	1,60E-05	1,43E-05	9,39E-05	3,00E-05	7,77E-05	4,12E-06

*le temps d'intégration de la concentration aigüe est cohérent avec la VTR associée à la substance

Les tableaux 21 et 22 présentent les Ci moyennes modélisées obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances pour lesquelles des VTR pour la voie respiratoire ont été retrouvées.

Tableau 21. Concentrations moyennes dans l'air (Ci) en µg/m³ obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances retenues dans l'ERS – Scenario **Phase 5**

Substances	Unité	Phase 5						
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
NO ₂	µg/m ³	7,05E-01	1,75E-01	1,76E-01	8,43E-02	2,01E-02	3,09E-02	2,14E-02
PM10	µg/m ³	2,84E-01	6,66E-02	7,38E-02	2,88E-02	5,54E-03	8,00E-03	7,58E-03
PM2,5	µg/m ³	1,17E-01	3,67E-02	3,05E-02	1,82E-02	3,29E-03	5,32E-03	4,57E-03
1,3-butadiène	µg/m ³	3,61E-04	1,60E-04	4,82E-05	9,20E-04	2,12E-04	4,82E-04	1,11E-05
Benzène	µg/m ³	7,65E-06	3,38E-06	1,02E-06	1,95E-05	4,49E-06	1,02E-05	2,35E-07
Arsenic	ng/m ³	6,24E-05	3,14E-05	9,06E-06	2,08E-04	4,67E-05	1,12E-04	1,94E-06
Nickel	ng/m ³	4,17E-04	2,22E-04	5,77E-05	1,53E-03	3,51E-04	8,61E-04	1,34E-05
Benzo(a)pyrène	µg/m ³	2,49E-06	6,00E-07	6,03E-07	2,58E-07	6,00E-08	9,16E-08	6,58E-08
Silice cristalline*	µg/m ³	5,68E-02	1,33E-02	1,48E-02	5,76E-03	1,11E-03	1,60E-03	1,52E-03

*Une étude nationale (Évaluation de la silice cristalline alvéolaire autour des carrières, rapport 01522 du 05 février 2022) menée par la société EVADIES pour l'UNICEM et sous la tutelle de la Direction Générale de la Prévention du Risque a montré que la silice cristalline alvéolaire représentait au maximum 20 % des concentrations de PM10 en limite de site et à proximité immédiate d'installations de traitement. Il est fait le choix de partir sur cette hypothèse majorante pour le calcul des concentrations au niveau des différents points récepteurs.

Tableau 22. Concentrations moyennes dans l'air (Ci) en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances retenues dans l'ERS – Scenario **Phase 6**

Substances	Unité	Phase 6						
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
NO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	5,89E-01	1,04E-01	1,14E-01	7,84E-02	2,14E-02	3,21E-02	1,82E-02
PM10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2,31E-01	4,35E-02	4,83E-02	2,73E-02	5,99E-03	8,37E-03	6,80E-03
PM2,5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	9,90E-02	2,61E-02	2,10E-02	1,74E-02	3,49E-03	5,48E-03	4,20E-03
1,3-butadiène	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3,61E-04	1,60E-04	4,82E-05	9,20E-04	2,12E-04	4,82E-04	1,11E-05
Benzène	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	7,65E-06	3,38E-06	1,02E-06	1,95E-05	4,49E-06	1,02E-05	2,35E-07
Arsenic	ng/m^3	6,15E-05	3,09E-05	8,59E-06	2,08E-04	4,67E-05	1,12E-04	1,92E-06
Nickel	ng/m^3	4,16E-04	2,21E-04	5,72E-05	1,53E-03	3,51E-04	8,61E-04	1,34E-05
Benzo(a)pyrène	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2,07E-06	3,48E-07	3,82E-07	2,38E-07	6,47E-08	9,54E-08	5,61E-08
Silice cristalline	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,62E-02	8,70E-03	9,66E-03	5,46E-03	1,20E-03	1,67E-03	1,36E-03

La comparaison des résultats avec la synthèse des résultats de mesures réalisées par le réseau ATMO Réunion montre que le projet n'aura pas d'incidence significative sur les concentrations mesurées dans l'air.

8.4.3.5. Détermination des concentrations moyennes inhalées

Les tableaux 23 à 28 présentent les concentrations moyennes inhalées pour les expositions aiguës (tableau 23 et 24) et chroniques (tableaux 25 à 28) qui découlent des concentrations dans l'air présentées dans les tableaux ci-avant et des scénarii d'exposition considérés.

Tableau 23. Concentrations inhalées (CI) pour les **expositions aiguës** obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances retenues dans l'ERS – Scenario **Phase 5**

Substances	Unité	Phase 5						
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2,41E-01	1,34E-01	1,11E-01	8,59E-01	2,98E-01	8,47E-01	3,51E-02
NO ₂ horaire	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3,47E+01	2,17E+01	2,92E+01	8,97E+00	5,00E+00	5,64E+00	8,77E+00
NO ₂ journalier	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2,88E+00	1,08E+00	2,94E+00	1,07E+00	3,65E-01	4,95E-01	3,87E-01
PM10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,19E+00	3,22E-01	1,10E+00	2,09E-01	1,05E-01	1,40E-01	8,31E-02
PM2,5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,00E-01	1,47E-01	3,66E-01	1,01E-01	3,85E-02	5,71E-02	4,12E-02
CO	mg/m^3	6,22E-02	3,90E-02	5,26E-02	1,63E-02	8,99E-03	9,98E-03	1,57E-02
1,3-butadiène	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,77E-02	8,95E-03	1,01E-02	2,79E-02	9,08E-03	2,46E-02	4,20E-03
Benzène	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3,22E-05	1,60E-05	1,43E-05	9,39E-05	3,00E-05	7,77E-05	4,12E-06

Tableau 24. Concentrations inhalées (CI) pour les **expositions aiguës** obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances retenues dans l'ERS – Scenario **Phase 6**

Substances	Unité	Phase 6						
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
SO ₂	µg/m ³	2,40E-01	1,33E-01	1,10E-01	8,59E-01	2,98E-01	8,47E-01	3,50E-02
NO ₂ horaire	µg/m ³	4,25E+01	1,27E+01	2,56E+01	7,72E+00	5,98E+00	6,72E+00	8,63E+00
NO ₂ journalier	µg/m ³	3,17E+00	7,32E-01	2,13E+00	1,02E+00	3,98E-01	5,69E-01	3,78E-01
PM10	µg/m ³	1,14E+00	2,10E-01	7,40E-01	1,92E-01	1,16E-01	1,61E-01	7,44E-02
PM2,5	µg/m ³	4,16E-01	9,58E-02	2,57E-01	9,55E-02	4,16E-02	6,38E-02	3,72E-02
CO	mg/m ³	7,64E-02	2,28E-02	4,62E-02	1,41E-02	1,07E-02	1,19E-02	1,55E-02
1,3-butadiène	µg/m ³	1,77E-02	8,95E-03	1,01E-02	2,79E-02	9,08E-03	2,46E-02	4,20E-03
Benzène	µg/m ³	3,22E-05	1,60E-05	1,43E-05	9,39E-05	3,00E-05	7,77E-05	4,12E-06

Tableau 25. Concentrations moyennes inhalées (CMI) pour les **expositions chroniques** obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances **à seuil** retenues dans l'ERS – Scenario **Phase 5**

Substances	Unité	Phase 5						
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
NO ₂	µg/m ³	7,05E-01	1,75E-01	1,76E-01	8,43E-02	2,01E-02	3,09E-02	2,14E-02
PM10	µg/m ³	2,84E-01	6,66E-02	7,38E-02	2,88E-02	5,54E-03	8,00E-03	7,58E-03
PM2,5	µg/m ³	1,17E-01	3,67E-02	3,05E-02	1,82E-02	3,29E-03	5,32E-03	4,57E-03
1,3-butadiène	µg/m ³	3,61E-04	1,60E-04	4,82E-05	9,20E-04	2,12E-04	4,82E-04	1,11E-05
Benzène	µg/m ³	7,65E-06	3,38E-06	1,02E-06	1,95E-05	4,49E-06	1,02E-05	2,35E-07
Arsenic	ng/m ³	6,24E-05	3,14E-05	9,06E-06	2,08E-04	4,67E-05	1,12E-04	1,94E-06
Nickel	ng/m ³	4,17E-04	2,22E-04	5,77E-05	1,53E-03	3,51E-04	8,61E-04	1,34E-05
Benzo(a)pyrène	µg/m ³	2,49E-06	6,00E-07	6,03E-07	2,58E-07	6,00E-08	9,16E-08	6,58E-08
Silice cristalline	µg/m ³	5,68E-02	1,33E-02	1,48E-02	5,76E-03	1,11E-03	1,60E-03	1,52E-03

Tableau 26. Concentrations moyennes inhalées (CMI) pour les **expositions chroniques** obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances **à seuil** retenues dans l'ERS – Scenario **Phase 6**

Substances	Unité	Phase 6						
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
NO ₂	µg/m ³	5,89E-01	1,04E-01	1,14E-01	7,84E-02	2,14E-02	3,21E-02	1,82E-02
PM10	µg/m ³	2,31E-01	4,35E-02	4,83E-02	2,73E-02	5,99E-03	8,37E-03	6,80E-03
PM2,5	µg/m ³	9,90E-02	2,61E-02	2,10E-02	1,74E-02	3,49E-03	5,48E-03	4,20E-03
1,3-butadiène	µg/m ³	3,61E-04	1,60E-04	4,82E-05	9,20E-04	2,12E-04	4,82E-04	1,11E-05
Benzène	µg/m ³	7,65E-06	3,38E-06	1,02E-06	1,95E-05	4,49E-06	1,02E-05	2,35E-07
Arsenic	ng/m ³	6,15E-05	3,09E-05	8,59E-06	2,08E-04	4,67E-05	1,12E-04	1,92E-06
Nickel	ng/m ³	4,16E-04	2,21E-04	5,72E-05	1,53E-03	3,51E-04	8,61E-04	1,34E-05
Benzo(a)pyrène	µg/m ³	2,07E-06	3,48E-07	3,82E-07	2,38E-07	6,47E-08	9,54E-08	5,61E-08
Silice cristalline	µg/m ³	4,62E-02	8,70E-03	9,66E-03	5,46E-03	1,20E-03	1,67E-03	1,36E-03

Tableau 27. Concentrations moyennes inhalées (CMI) pour les **expositions chroniques** obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances **sans seuil** retenues dans l'ERS – Scenario **Phase 5**

Substances	Unité	Point 1	Point 2	Point 3	Phase 6			
					Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
1,3-butadiène	µg/m ³	1,55E-04	6,86E-05	2,07E-05	3,94E-04	9,09E-05	2,07E-04	4,76E-06
Benzène	µg/m ³	3,28E-06	1,45E-06	4,37E-07	8,36E-06	1,92E-06	4,37E-06	1,01E-07
Arsenic	ng/m ³	2,67E-05	1,35E-05	3,88E-06	8,91E-05	2,00E-05	4,80E-05	8,31E-07
Nickel	ng/m ³	1,79E-04	9,51E-05	2,47E-05	6,56E-04	1,50E-04	3,69E-04	5,74E-06
Benzo(a)pyrène	µg/m ³	1,07E-06	2,57E-07	2,58E-07	1,11E-07	2,57E-08	3,93E-08	2,82E-08

Tableau 28. Concentrations moyennes inhalées (CMI) pour les **expositions chroniques**, obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances **sans seuil** retenues dans l'ERS – Scenario **Phase 6**

Substances	Unité	Point 1	Point 2	Point 3	Phase 6			
					Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
1,3-butadiène	µg/m ³	1,55E-04	6,86E-05	2,07E-05	3,94E-04	9,09E-05	2,07E-04	4,76E-06
Benzène	µg/m ³	3,28E-06	1,45E-06	4,37E-07	8,36E-06	1,92E-06	4,37E-06	1,01E-07
Arsenic	ng/m ³	2,64E-05	1,32E-05	3,68E-06	8,91E-05	2,00E-05	4,80E-05	8,23E-07
Nickel	ng/m ³	1,78E-04	9,47E-05	2,45E-05	6,56E-04	1,50E-04	3,69E-04	5,74E-06
Benzo(a)pyrène	µg/m ³	8,87E-07	1,49E-07	1,64E-07	1,02E-07	2,77E-08	4,09E-08	2,40E-08

8.4.4. Détermination des expositions par ingestion

Il existe pour les éléments particuliers une possibilité d'exposition par ingestion.

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

- Ingestion de sol ;
- Ingestion de légumes-racines ;
- Ingestion de légumes-feuilles ;
- Ingestion de légumes-fruits ;
- Ingestion de fruits ;
- Ingestion de viandes (bœufs, volailles et porcs) ;
- Ingestion d'œufs
- Ingestion de lait.

L'ingestion liée à l'exposition des champs de cannes à sucre n'est pas considérée eu égard au circuit de transformation de cette culture.

Il convient de distinguer deux voies d'exposition potentielles par ingestion :

- **L'une directe par le biais d'ingestion de poussières** (mains, objets ou aliments souillés par de la terre et portés à la bouche). Des études expérimentales ont en effet permis d'estimer la part de poussières et de sols ingérés par les personnes exposées pour différentes tranches de la vie. Il est montré que les enfants, de par leurs jeux et comportements, ingèrent de plus grandes quantités de terre que les adultes.
- **L'autre indirecte par le transfert de contaminants au travers de la chaîne alimentaire**. Cette voie concerne les composés susceptibles de se redéposer et qui ont de plus un caractère bio-cumulatif, c'est-à-dire qui ont la possibilité de s'accumuler sans être dégradés dans les végétaux et animaux.

L'exposition par ingestion et en particulier par ingestion indirecte a été estimée avec le logiciel MODUL'ERS.

8.4.4.1. Mode de calcul

Pour la voie d'exposition par ingestion, la quantité de composé chimique administrée via un milieu donné, correspond à la dose journalière d'exposition (DJE) qui s'exprime selon l'équation suivante :

$$DJE_i = \left(\frac{C_i \times Q_i \times F}{P} \right) \times \frac{DE}{T_m} \quad (2)$$

Avec :

DJE_i : Dose journalière d'exposition liée à une exposition au milieu i (mg.kg⁻¹.jour⁻¹)

C_i : Concentration d'exposition liée au milieu i (alimentation, sol) (mg.kg⁻¹)

F : Fréquence d'exposition : fraction du nombre annuel d'unités de temps d'exposition (heures ou jours) sur le nombre d'unités de temps de l'année (-)

Q_i : Quantité de milieu i administrée par voie orale par unité de temps d'exposition (mg/jour)

P : Masse corporelle de la cible (kg)

DE : Nombre d'années d'exposition ; facteur intervenant uniquement pour les polluants à effets sans seuil de dose (années)

T_m : Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (assimilée à la durée de la vie entière) ; facteur intervenant uniquement pour les polluants à effets sans seuil de dose (années) (T_m est généralement pris égal à 70 ans)

Si, pour la voie d'exposition orale plusieurs médias (i) sont concernés, une DJE totale pour la voie orale peut être calculée en sommant l'ensemble des DJE correspondantes à chaque média d'exposition :

$$DJE_j = \sum_i DJE_i \quad (3)$$

Avec :

DJE_j : Dose journalière d'exposition liée à une exposition au milieu i (mg.kg⁻¹.jour⁻¹)

DJE_i : Dose journalière d'exposition par ingestion (mg.kg⁻¹.jour⁻¹)

Pour estimer les doses journalières d'exposition associées à chacun des médias retenus, il faut renseigner dans l'ensemble des paramètres d'exposition (F, P, DE, etc.) pour tenir compte des conditions d'exposition des populations considérées dans l'ERS.

L'équation (3) permet la prise en compte de différentes classes d'âges afin de considérer les paramètres physiologiques et les quantités d'aliments ingérées qui varient selon l'âge.

De manière générale, pour chaque média d'exposition i retenu, la concentration en polluant C_i est estimée grâce à des équations de transfert multimédias intégrés dans le logiciel MODUL'ERS développé par l'INERIS. Les données d'entrée principales sont les concentrations atmosphériques pour les polluants étudiés obtenues par modélisation de la dispersion et les dépôts au sol estimés pour les polluants atmosphériques particulières.

8.4.4.2. Définition du scénario d'exposition

Le scénario retenu correspond à l'exposition d'un individu qui naît sur le site et qui est exposé pendant 30 ans aux émissions de l'installation correspondante. L'ensemble des classes d'âges ont été appréhendées entre la naissance et l'âge adulte. A noter que pour la voie digestive, dans la mesure où la valeur toxicologique de référence (VTR) appliquée est la même quel que soit l'âge, seul le ratio « quantité d'aliment consommés/poids corporel » est susceptible de faire varier les niveaux d'exposition des populations d'âges différents, ce ratio étant le plus défavorable pour les enfants. Dans le cas présent, le scénario retenu correspond au scénario le plus défavorable

qui majore d'autres scénarios d'exposition, comme par exemple un scénario « adulte » correspondant à un adulte exposé pendant 30 ans aux émissions de l'installation, c'est pour cela qu'il est le seul scénario à être retenu dans l'étude.

Les **points 1 et 4** sont d'abord retenus pour l'estimation des doses journalière d'exposition liées à l'ingestion de tous les média d'exposition. Le choix d'étudier un scénario ingestion à partir de l'exposition à des produits animaux et végétaux issus de ces sites est majorant et fictif puisque l'ensemble des denrées alimentaires consommé localement ne peut pas être produit en ces seuls points. Cette hypothèse permettra de vérifier dans le cadre d'une première approche les niveaux attendus.

Le **point 5** est également retenu pour l'estimation des doses journalières liées à l'ingestion potentielle de sol au niveau de l'école.

8.4.4.3. Paramètres du scénario d'exposition

Fréquence d'exposition (F)

Comme dans le cas de la voie d'exposition respiratoire, on considère une fréquence d'exposition de 100% :

F = 1 pour les expositions chroniques

Durée d'exposition (DE)

Pour la voie d'exposition orale, on retient la même durée d'exposition (DE) que pour l'inhalation, soit 30 ans (pour un temps de pondération, Tm, pris égal à 70 ans) :

DE = 30 ans

Populations exposées

Les populations prises en compte pour l'étude sont des adultes et enfants, pour des foyers disposant de jardins potagers. Les classes d'âge et les masses corporelles sont des valeurs proposées par défaut par le logiciel MODUL'ERS suite à un travail de revue bibliographique (Paramètres d'exposition de l'Homme du logiciel MODUL'ERS. INERIS, 2015. DRC-14-141968-11173A).

Les valeurs retenues pour les paramètres relatifs à ces derniers sont présentées dans le [tableau 29](#).

Tableau 29. Valeurs des paramètres définissant les populations exposées

	Classe d'âge (années)	Masse corporelle de la cible (kg)
Enfants	0-1	7,6
	1-3	12,4
	3-6	17,8

	6-11	28,7
	11-15	47,2
	15-18	60
Adultes	18-70	70,4

Quantités de sol et d'aliments ingérées (Qi)

Les quantités de sol ingérées sont les valeurs par défaut intégrées dans le logiciel MODUL'ERS. Elles sont présentées dans le tableau 30.

Tableau 30. Quantité journalière ingérée de sol (en mg/j) pour les différentes classes d'âge

	Classe d'âge (années)	Masse de particules de sol ingérées par jour (mg/j)
Enfants	0-1	30
	1-3	50
	3-6	50
	6-11	50
	11-15	20
	15-18	20
Adultes	18-70	20

Le scénario de consommation de végétaux par un foyer possédant un potager a été défini au regard des espèces cultivées lors des travaux expérimentaux, retenues comme étant représentatives des jardins en France. Chacune des espèces peut être associée à la catégorie suivante :

- Les légumes-feuilles ;
- Les légumes-racines ;
- Les légumes-fruits.

Les **quantités de végétaux** ingérées quotidiennement sont renseignées par défaut dans le logiciel MODUL'ERS (INERIS, 2015. Paramètres d'exposition de l'Homme au logiciel MODUL'ERS. DRC-14-141968-11173A). Ces données sont issues d'un travail de compilation et de traitement de données bibliographiques (dont Ciblex, les études INCA de l'ANSES, etc). Le tableau 31 présente les quantités journalières ingérées utilisées comme données d'entrée de modélisation pour cette étude.

Tableau 31. Quantité journalière ingérée par catégorie de végétaux pour les différentes classes d'âge

Classe d'âge (années)	Masse de produit d'origine végétale ingérée par jour par la cible humaine (en kg de végétal frais/j)			
	Légumes-feuilles	Légumes-racines	Légumes-fruits	Fruits
0-1	6,6E-03	1,5E-02	1,1E-02	1,6E-02
1-3	2,2E-02	2,6E-02	4,0E-02	5,3E-02
3-6	7,6E-03	7,1E-03	6,6E-02	9,0E-02
6-11	1,0E-02	7,0E-03	6,4E-02	9,0E-02
11-15	1,2E-02	8,6E-03	7,0E-02	8,3E-02
15-18	1,2E-02	8,9E-03	7,2E-02	8,2E-02
Adultes	2,4E-02	1,2E-02	1,1E-01	1,6E-01

Sur cette quantité de végétaux ingérée quotidiennement, seule une fraction est issue de l'autoproduction et de dons, c'est-à-dire exposée aux contaminants du sol local. Pour cette étude, nous avons choisi de prendre en compte les dons en plus de l'autoproduction. Le **tableau 32** présente les fractions des quantités de végétaux ingérées exposés à la contamination du sol (source MODUL'ERS d'après une étude INSEE²).

Tableau 32. Fraction de la quantité consommée et exposée à la contamination du site par catégorie de végétaux (autoproduits et dons de ménage disposant d'un potager)

Masse de produit d'origine végétale ingérée par jour par la cible humaine (en kg de végétal frais/j)			
Légumes-feuilles	Légumes-racines	Légumes-fruits	Fruits
0,5	0,45	0,55	0,2

La fraction alimentaire exposée à la contamination retenue dans la présente étude (environ 50%) est conservatoire au regard d'autres données d'autoconsommation telle que CIBLEX (entre 10% et 30% d'autoproduction). Il est à noter que diminuer la fraction alimentaire exposée aura un effet de proportionnalité sur la diminution de l'exposition *via* l'ingestion de végétaux.

Les **quantités** de **viandes** et de **lait** ingérées quotidiennement sont renseignées par défaut dans le logiciel MODUL'ERS (INERIS, 2015. Paramètres d'exposition de l'Homme au logiciel MODUL'ERS. DRC-14-141968-11173A). Ces données sont issues d'un travail de compilation et de traitement de données bibliographiques (dont Ciblex, les études INCA de l'ANSES, etc). Le **tableau 33** présente les quantités ingérées journalières utilisées comme données d'entrée de modélisation pour cette étude.

² INSEE, 1994. Dubeaux D., Les Français ont la main verte, Division conditions de vie des ménages, INSEE Première, n°338, 1994. Consommation, autoproduction et dons de légumes et fruits frais pour des ménages avec et sans potager.

Tableau 33. Quantité journalière ingérée de viande bovine et autres viandes et de lait (en kg frais/j) pour les différentes classes d'âge

Classe d'âge (en années))	Quantité ingérée de viandes de volailles (en kg frais/j)	Quantité ingérée de viandes de porcs (en kg frais/j)	Quantité ingérée de viandes de bovins (en kg frais/j)	Quantité ingérée d'œufs (en kg frais/j)	Quantité ingérée de lait (en kg frais/j)
0-1	2,4.10 ⁻³	3,0.10 ⁻⁴	8,9.10 ⁻³	1,8.10 ⁻³	1,2.10 ⁻¹
1-3	1,1.10 ⁻²	2,2.10 ⁻²	3,1.10 ⁻²	1,1.10 ⁻²	4,0.10 ⁻¹
3-6	1,7.10 ⁻²	2,5.10 ⁻²	3,2.10 ⁻²	1,0.10 ⁻²	3,1.10 ⁻¹
6-11	1,7.10 ⁻²	2,5.10 ⁻²	3,2.10 ⁻²	1,0.10 ⁻²	3,1.10 ⁻¹
11-15	2,3.10 ⁻²	3,2.10 ⁻²	3,9.10 ⁻²	1,0.10 ⁻²	2,6.10 ⁻¹
15-18	2,5.10 ⁻²	3,4.10 ⁻²	3,9.10 ⁻²	1,1.10 ⁻²	2,3.10 ⁻¹
Adultes	3,2.10 ⁻²	4,0.10 ⁻²	4,7.10 ⁻²	1,5.10 ⁻²	2,1.10 ⁻¹

Lors de l'ingestion de viande, habituellement seule une fraction est issue de la production locale. Ici, il est fait le choix de considérer les données relatives à une population agricole, plus exposée, correspondant à une autoconsommation de 75 % pour la viande de volaille, 30 % pour la viande de porcs, 35 % pour la viande de bovins, de 30 % pour le lait et de 60 % pour les œufs.

8.4.4.4. Détermination des dépôts

Les résultats de dépôts au sol donnés par le logiciel ADMS vont permettre de fournir les éléments nécessaires pour évaluer les risques par ingestion. Les résultats, exprimés en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ sont présentés dans le tableau 34.

 Tableau 34. Dépôts moyens annuels en $\text{mg}/\text{m}^2/\text{s}$ sur les points récepteurs retenus

	Dépôts moyens annuels ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{s}$)					
	Point 1		Point 4		Point 5	
	Phase 5	Phase 6	Phase 5	Phase 6	Phase 5	Phase 6
Arsenic	2,27E-16	2,23E-16	5,65E-16	5,65E-16	1,74E-16	1,74E-16
Nickel	1,52E-15	1,52E-15	4,15E-15	4,15E-15	1,30E-15	1,30E-15
Benzo(a)pyrène	8,55E-12	6,59E-12	7,18E-13	6,69E-13	1,69E-13	1,79E-13

8.4.4.5. Détermination des concentrations dans les media d'exposition

Les concentrations ont été calculées avec le logiciel MODUL'ERS en considérant le schéma conceptuel présenté sur la figure 7 et retranscrit sur la figure 18.

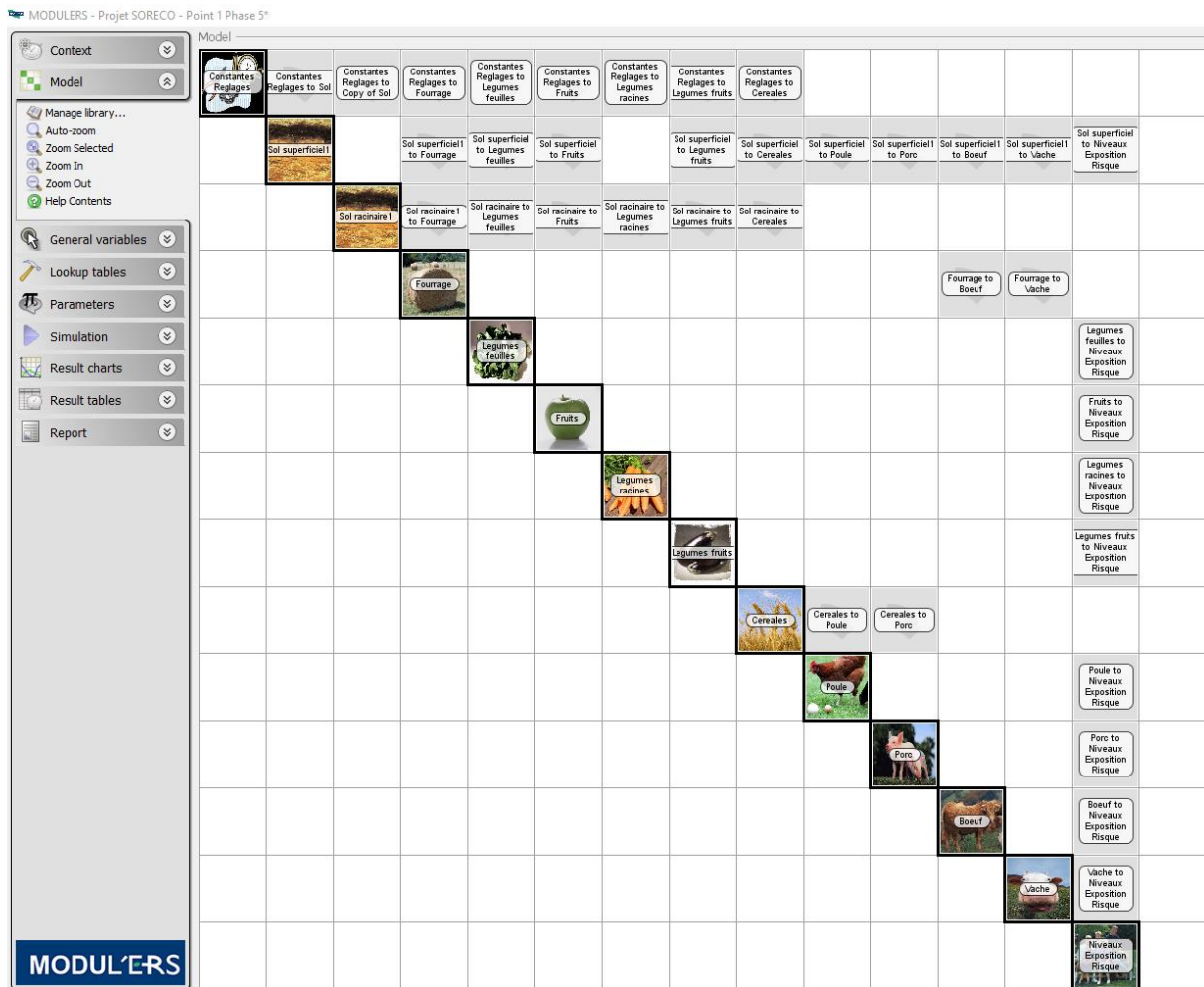


Figure 18. Schéma conceptuel retranscrit dans le logiciel MODUL'ERS

➔ Estimation des concentrations dans les sols

Dans cette approche, les dépôts modélisés sont supposés s'accumuler sur le sol au cours du temps (30 ans) sans aucun phénomène d'atténuation (lixiviation, érosion, dégradation,) Il s'agit donc d'une approche majorante. Le dépôt indirect de particules de sol sur les parties aériennes des végétaux est pris en compte.

Les concentrations dans les sols sont calculées en prenant en compte les hypothèses suivantes :

- Estimation dans la couche racinaire de 5 cm d'épaisseur pour apprécier les transferts du sol vers les produits animaux « œufs » et « viandes de volailles » ;
- Estimation dans la couche racinaire de 30 cm d'épaisseur pour apprécier les transferts du sol vers les légumes ;
- Estimation dans la couche racinaire de 5 cm d'épaisseur pour apprécier les transferts indirects du sol vers les légumes et l'ingestion directe.

Les concentrations modélisées dans les sols sont présentées en annexe C.

Afin de situer certains résultats simulés, ils peuvent être comparés aux concentrations dans les sols représentatifs du bruit de fond et présentées dans le [tableau 12](#).

Si l'on considère les résultats observés pour l'As et le Ni sur la zone de culture sélectionnée et la couche superficielle, qui place toutefois la comparaison dans un cadre majorant, alors les dépôts au sol pourraient sur une période de 30 ans, augmenter de façon peu significative, voire quasi nulle, les concentrations en métaux.

➔ Estimation des concentrations dans les végétaux

La contamination des végétaux a trois origines :

- Les dépôts de polluants sur les parties aériennes provenant des retombées atmosphériques et de ré-envoi de poussières ou de particules à partir du sol ;
- L'absorption foliaire de certains polluants (HAP et mercure) par les feuilles de la plante ;
- L'assimilation des polluants par la plante depuis le sol, par les racines, puis la diffusion dans tout le végétal.

La contamination totale des plantes correspond à la somme des concentrations dans les plantes calculées par le transfert sol/plante, par le transfert air/plante et liées au dépôt de particules. Les concentrations modélisées dans les végétaux sont présentées en [annexe D](#).

➔ Estimation des concentrations dans les produits animaux

On suppose de manière majorante que toute la nourriture ingérée par l'animal provient de la zone la plus exposée aux dépôts particuliers. Le transfert considéré correspond à l'ingestion de sol et de végétaux. Les apports liés à l'inhalation et l'ingestion d'eau sont négligés.

Tous les facteurs relatifs aux animaux sont issus du logiciel MODUL'ERS et notamment présentés dans le rapport N° INERIS-DRC-12-125927-09778A du 04/11/2011 relatif aux paramètres d'exposition des animaux terrestres.

Les concentrations modélisées dans les produits animaux sont présentées en [annexe E](#).

8.4.4.6. Résultat du calcul des DJE

La prise en compte de l'ensemble des données permet de calculer les DJE liées à chaque média d'exposition selon l'équation (3) et les DJE totales selon l'équation (4). Les résultats sont présentés pour les DJE totales pour chaque tranche d'âge (données servant au calcul des risques pour les effets à seuil) et pour la vie entière (données servant au calcul des risques pour les effets sans seuil) dans le [tableau 35](#) pour les différents scénarios.

Quel que soit le paramètre, c'est la classe d'âge 1 à 3 ans qui est la plus exposée du fait notamment du poids corporel des enfants et des quantités consommées.

Tableau 35. Doses Journalières d'Exposition par ingestion par classe d'âge (en mg/kg/j)

DJE TOUS MEDIA Substances	Phase 5			Phase 6		
	Arsenic	Nickel	B(a)P	Arsenic	Nickel	B(a)P
Point 1						
0-1 an	4,25E-14	7,36E-13	2,43E-07	4,18E-14	7,36E-13	1,87E-07
1-3 ans	7,65E-14	1,43E-12	5,20E-07	7,52E-14	1,43E-12	4,01E-07
3-6 ans	5,23E-14	9,42E-13	3,64E-07	5,14E-14	9,42E-13	2,81E-07
6-11 ans	3,32E-14	5,88E-13	2,26E-07	3,26E-14	5,88E-13	1,74E-07
11-15 ans	1,95E-14	3,39E-13	1,65E-07	1,91E-14	3,39E-13	1,27E-07
15-18 ans	1,55E-14	2,58E-13	1,29E-07	1,52E-14	2,58E-13	9,94E-08
Adulte	2,05E-14	2,98E-13	1,31E-07	2,02E-14	2,98E-13	1,01E-07
Vie entière	2,57E-14	4,16E-13	1,94E-07	2,53E-14	4,16E-13	1,50E-07
Point 4						
0-1 an	1,06E-13	2,01E-12	2,04E-08	1,06E-13	2,01E-12	1,90E-08
1-3 ans	1,90E-13	3,89E-12	4,37E-08	1,90E-13	3,89E-12	4,07E-08
3-6 ans	1,30E-13	2,57E-12	3,06E-08	1,30E-13	2,57E-12	2,85E-08
6-11 ans	8,23E-14	1,60E-12	1,90E-08	8,23E-14	1,60E-12	1,77E-08
11-15 ans	4,83E-14	9,25E-13	1,39E-08	4,83E-14	9,25E-13	1,29E-08
15-18 ans	3,84E-14	7,04E-13	1,08E-08	3,84E-14	7,04E-13	1,01E-08
Adulte	5,10E-14	8,13E-13	1,10E-08	5,10E-14	8,13E-13	1,03E-08
Vie entière	6,39E-14	1,13E-12	1,63E-08	6,39E-14	1,13E-12	1,52E-08
Point 5						
0-1 an	9,64E-15	7,21E-14	9,37E-12	9,64E-15	7,21E-14	9,92E-12
1-3 ans	9,85E-15	7,36E-14	9,57E-12	9,85E-15	7,36E-14	1,01E-11
3-6 ans	6,86E-15	5,13E-14	6,67E-12	6,86E-15	5,13E-14	7,06E-12
6-11 ans	4,26E-15	3,18E-14	4,13E-12	4,26E-15	3,18E-14	4,38E-12
11-15 ans	1,04E-15	7,74E-15	1,01E-12	1,04E-15	7,74E-15	1,07E-12
15-18 ans	8,14E-16	6,09E-15	7,91E-13	8,14E-16	6,09E-15	8,38E-13
Adulte	6,94E-16	5,19E-15	6,74E-13	6,94E-16	5,19E-15	7,14E-13
Vie entière	6,93E-16	5,18E-15	6,73E-13	6,93E-16	5,18E-15	7,13E-13

8.5. Caractérisation des risques sanitaires

La caractérisation des risques consiste à confronter les doses auxquelles les populations sont exposées avec les valeurs toxicologiques de référence retenues. Les risques sanitaires associés à une substance sont estimés de façon différente selon la voie d'exposition (inhalation ou ingestion), la durée d'exposition (aiguë ou chronique) et selon le type d'effet qu'engendre le composé considéré (effets cancérogènes ou non cancérogènes le plus souvent).

Comme recommandé dans la mise à jour du guide INERIS, la caractérisation des risques ne porte que sur les émissions de l'installation étudiée, par conséquent, les niveaux de fond ne sont pas exploités à ce stade de l'étude.

8.5.1. Quotients de danger pour les substances à effets à seuil de dose

Pour les polluants à effets à seuil de dose (principalement des effets non cancérogènes), le dépassement de la VTR sélectionnée suite à l'exposition considérée peut entraîner l'apparition de l'effet critique associé à la VTR. Ceci peut être quantifié en faisant le rapport entre la dose d'exposition (CMI ou DJE) et la VTR associée. Ce rapport est appelé quotient de danger (QD) et s'exprime selon la relation suivante :

$$QD = \frac{CI \text{ ou } CMI}{VTR} \quad (4) \quad \text{Voie respiratoire}$$

$$QD = \frac{DJE}{VTR} \quad (5) \quad \text{Voie orale}$$

Avec :

QD : Quotient de danger associé à la voie d'exposition considérée (-)

CI/CMI : Concentration inhalée par la voie respiratoire ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)

DJE : Dose journalière d'exposition pour la voie ingestion ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)

VTR : Valeur toxicologique de référence retenue (unité : $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pour la voie inhalation et $\text{mg}\cdot\text{kg} \text{ poids corporel}^{-1}\cdot\text{jour}^{-1}$)

Si le QD est inférieur à 1, alors l'exposition considérée ne devrait pas entraîner l'effet toxique associé à la VTR. Un QD supérieur ou égal à 1 signifie que les personnes exposées peuvent développer l'effet sanitaire indésirable associé à la VTR

8.5.2. Excès de risque individuel pour les substances à effets sans seuil de dose

Pour les effets sans seuil de dose, on calcule un « excès de risque individuel » (ERI) de développer l'effet associé à la VTR (appelée aussi souvent ERU : excès de risque unitaire). L'ERI représente, pour les individus exposés, la probabilité supplémentaire de survenue de l'effet néfaste (comme un cancer) induit par l'exposition à la substance considérée durant la vie entière.

Pour la voie d'exposition respiratoire, l'ERI est calculé en multipliant l'excès de risque unitaire par inhalation (ERUi) par la concentration moyenne inhalée vie entière (ou pondérée sur une autre unité de temps). Pour la voie d'exposition orale, l'ERI est calculé en multipliant l'excès de risque unitaire par ingestion (ERUo) par la dose journalière d'exposition (DJE) durant la vie entière (ou pondérée sur une autre unité de temps).

$$ERI_i = CMI \cdot ERU_i \quad (6) \quad \text{Voie respiratoire}$$

$$ERI_o = DJE \cdot ERU_o \quad (7) \quad \text{Voie orale}$$

Avec :

ERI : Excès de risque individuel pour la voie d'exposition inhalation (-)

ERUi : Excès de risque unitaire pour la voie d'exposition inhalation ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)⁻¹ ou ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)⁻¹

ERUo : Excès de risque unitaire pour la voie orale ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{jour}^{-1}$)⁻¹

CMI : Concentration moyenne inhalée (mg.m⁻³) ou (µg.m⁻³)
DJE : Dose journalière d'exposition (mg.kg⁻¹.jour⁻¹)

Il n'existe pas un niveau d'excès de risque individuel qui permet d'écarter les risques pour les populations exposées. Pour sa part, l'OMS utilise un seuil de 10⁻⁵ (un cas de cancer supplémentaire pour 100 000 personnes exposées durant leur vie entière) pour définir les Valeurs Guides de concentration dans l'eau destinée à la consommation humaine (Guidelines for drinking water quality) (OMS, 2004) . La circulaire du 8 février 2007 relative aux sites et sols pollués et aux modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués, du Ministère chargé de l'environnement, recommande le niveau de risque, « usuellement retenu au niveau international par les organismes en charge de la protection de la santé », de 10⁻⁵.

8.5.3. Résultats pour la voie respiratoire pour les expositions aiguës

Comme indiqué dans le tableau 15, des VTR ou des valeurs guides sont disponibles pour 7 des substances émises et appréhendées dans le cadre de cette étude. Un calcul de quotient de danger (QD) est réalisé par application de l'équation (4). Les tableau 36 et 37 suivants présentent les résultats obtenus dans le périmètre d'étude pour les substances qui possèdent une VTR.

Tableau 36. Quotients de danger (QD) pour les **expositions aiguës** obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances retenues dans l'ERS - Scenarior **Phase 5**

Substances	VTR	Phase 5						
	(µg/m ³)	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
SO ₂	30	8,03E-03	4,47E-03	3,70E-03	2,86E-02	9,93E-03	2,82E-02	1,17E-03
NO ₂ horaire	200	1,74E-01	1,09E-01	1,46E-01	4,49E-02	2,50E-02	2,82E-02	4,39E-02
NO ₂ journalier	25	1,15E-01	4,32E-02	1,18E-01	4,28E-02	1,46E-02	1,98E-02	1,55E-02
PM10	45	2,64E-02	7,16E-03	2,44E-02	4,64E-03	2,33E-03	3,11E-03	1,85E-03
PM2,5	15	2,67E-02	9,80E-03	2,44E-02	6,73E-03	2,57E-03	3,81E-03	2,75E-03
CO	30 000	2,07E-03	1,30E-03	1,75E-03	5,43E-04	3,00E-04	3,33E-04	5,23E-04
1,3-butadiène	660	2,68E-05	1,36E-05	1,53E-05	4,23E-05	1,38E-05	3,73E-05	6,36E-06
Benzène	29	1,11E-06	5,52E-07	4,93E-07	3,24E-06	1,03E-06	2,68E-06	1,42E-07

Tableau 37. Quotients de danger (QD) pour les **expositions aiguës** obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances retenues dans l'ERS - Scenario **Phase 6**

Substances	VTR	Phase 6						
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
SO ₂	30	8,00E-03	4,43E-03	3,67E-03	2,86E-02	9,93E-03	2,82E-02	1,17E-03
NO ₂ horaire	200	2,13E-01	6,35E-02	1,28E-01	3,86E-02	2,99E-02	3,36E-02	4,32E-02
NO ₂ journalier	25	1,27E-01	2,93E-02	8,52E-02	4,08E-02	1,59E-02	2,28E-02	1,51E-02
PM10	45	2,53E-02	4,67E-03	1,64E-02	4,27E-03	2,58E-03	3,58E-03	1,65E-03
PM2,5	15	2,77E-02	6,39E-03	1,71E-02	6,37E-03	2,77E-03	4,25E-03	2,48E-03
CO	30 000	2,55E-03	7,60E-04	1,54E-03	4,70E-04	3,57E-04	3,97E-04	5,17E-04
1,3-butadiène	660	2,68E-05	1,36E-05	1,53E-05	4,23E-05	1,38E-05	3,73E-05	6,36E-06
Benzène	29	1,11E-06	5,52E-07	4,93E-07	3,24E-06	1,03E-06	2,68E-06	1,42E-07

D'après les résultats obtenus, les émissions du site ne sont pas susceptibles d'induire à eux seuls des dépassements des valeurs toxicologiques. Les variations observées entre les deux phases d'étude ne sont pas significatives. Les indices de risque les plus élevés sont observés au niveau du point 4 (SO₂, 1,3-butadiène et benzène) ou du point 1 (NO₂, PM10, PM2,5 et CO).

8.5.4. Résultats pour la voie respiratoire pour les expositions chroniques à seuil

Pour chaque traceur à effet à seuil retenu dans le cas d'exposition chronique respiratoire (tableau 16), un calcul de quotient de danger (QD) est réalisé par application de l'équation (4). Les tableaux 38 et 39 suivant indiquent si un dépassement de seuil est possible pour les deux scénarii.

Tableau 38. Quotients de danger (QD) pour les **expositions chroniques** obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances **à seuil** retenues dans l'ERS – Scenario **Phase 5**

Substances	VTR	Phase 5						
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
NO ₂	10	7,05E-02	1,75E-02	1,76E-02	8,43E-03	2,01E-03	3,09E-03	2,14E-03
PM10	15	1,89E-02	4,44E-03	4,92E-03	1,92E-03	3,69E-04	5,33E-04	5,05E-04
PM2,5	5	2,34E-02	7,34E-03	6,10E-03	3,64E-03	6,58E-04	1,06E-03	9,14E-04
1,3-butadiène	2	1,81E-04	8,00E-05	2,41E-05	4,60E-04	1,06E-04	2,41E-04	5,55E-06
Benzène	10	7,65E-07	3,38E-07	1,02E-07	1,95E-06	4,49E-07	1,02E-06	2,35E-08
Arsenic	0,015	4,16E-06	2,09E-06	6,04E-07	1,39E-05	3,11E-06	7,47E-06	1,29E-07
Nickel	0,09	4,63E-06	2,47E-06	6,41E-07	1,70E-05	3,90E-06	9,57E-06	1,49E-07
Benzo(a)pyrène	0,002	1,25E-03	3,00E-04	3,02E-04	1,29E-04	3,00E-05	4,58E-05	3,29E-05
Silice cristalline	3	1,89E-02	4,43E-03	4,93E-03	1,92E-03	3,70E-04	5,33E-04	5,07E-04

Tableau 39. Quotients de danger (QD) pour les **expositions chroniques** obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances **à seuil** retenues dans l'ERS – Scenario **Phase 6**

Substances	VTR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Phase 6						
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
NO ₂	10	5,89E-02	1,04E-02	1,14E-02	7,84E-03	2,14E-03	3,21E-03	1,82E-03
PM10	15	1,54E-02	2,90E-03	3,22E-03	1,82E-03	3,99E-04	5,58E-04	4,53E-04
PM2,5	5	1,98E-02	5,22E-03	4,20E-03	3,48E-03	6,98E-04	1,10E-03	8,40E-04
1,3-butadiène	2	1,81E-04	8,00E-05	2,41E-05	4,60E-04	1,06E-04	2,41E-04	5,55E-06
Benzène	10	7,65E-07	3,38E-07	1,02E-07	1,95E-06	4,49E-07	1,02E-06	2,35E-08
Arsenic	0,015	4,10E-06	2,06E-06	5,73E-07	1,39E-05	3,11E-06	7,47E-06	1,28E-07
Nickel	0,09	4,62E-06	2,46E-06	6,36E-07	1,70E-05	3,90E-06	9,57E-06	1,49E-07
Benzo(a)pyrène	0,002	1,04E-03	1,74E-04	1,91E-04	1,19E-04	3,24E-05	4,77E-05	2,81E-05
Silice cristalline	3	1,54E-02	2,90E-03	3,22E-03	1,82E-03	4,00E-04	5,57E-04	4,53E-04

Pour toutes substances, les quotients de danger sont inférieurs à 1. **Sur la base des simulations effectuées, les niveaux induits par les activités du site ne sont pas susceptibles d'entraîner des dépassements du seuil sanitaire pour les riverains extérieurs au site lors des phases 5 et 6. Les variations constatées entre les différents scénarios ne sont pas significatives. Les indices de risque les plus élevés sont observés au niveau du point 4 (1,3-butadiène, benzène, arsenic et nickel) ou du point 1 (NO₂, PM10, PM2,5, silice et benzo(a)pyrène).**

8.5.5. Résultats pour la voie respiratoire pour les expositions chroniques sans seuil

Pour chaque traceur à effet sans seuil retenu dans le cas d'exposition chronique respiratoire (tableau 16), un calcul d'Excès de Risque Individuel (ERI) est réalisé par application de l'équation (6) sur l'ensemble du périmètre d'étude. Les tableaux 40 et 41 suivant indiquent si un dépassement de seuil est possible pour les phases 5 et 6.

Tableau 40. Excès de Risque Individuel (ERI) obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances **sans seuil** retenues dans l'ERS – Scenario **Phase 5**

Substances	VTR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Phase 5						
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
1,3-butadiène	3,00E-05	4,64E-09	2,06E-09	6,20E-10	1,18E-08	2,73E-09	6,20E-09	1,43E-10
Benzène	2,60E-05	8,52E-11	3,77E-11	1,14E-11	2,17E-10	5,00E-11	1,14E-10	2,62E-12
Arsenic	1,50E-04	4,01E-12	2,02E-12	5,82E-13	1,34E-11	3,00E-12	7,20E-12	1,25E-13
Nickel	2,60E-04	4,65E-11	2,47E-11	6,43E-12	1,70E-10	3,91E-11	9,59E-11	1,49E-12
Benzo(a)pyrène	6,00E-04	6,40E-10	1,54E-10	1,55E-10	6,63E-11	1,54E-11	2,36E-11	1,69E-11

Tableau 41. Excès de Risque Individuel (ERI) obtenues au niveau des points récepteurs pour les substances **sans seuil** retenues dans l'ERS – Scenario **Phase 6**

Substances	VTR	Phase 6						
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Point 5	Point 6	Point 7
1,3-butadiène	3,00E-05	4,64E-09	2,06E-09	6,20E-10	1,18E-08	2,73E-09	6,20E-09	1,43E-10
Benzène	2,60E-05	8,52E-11	3,77E-11	1,14E-11	2,17E-10	5,00E-11	1,14E-10	2,62E-12
Arsenic	1,50E-04	3,95E-12	1,99E-12	5,52E-13	1,34E-11	3,00E-12	7,20E-12	1,23E-13
Nickel	2,60E-04	4,64E-11	2,46E-11	6,37E-12	1,70E-10	3,91E-11	9,59E-11	1,49E-12
Benzo(a)pyrène	6,00E-04	5,32E-10	8,95E-11	9,82E-11	6,12E-11	1,66E-11	2,45E-11	1,44E-11

Les calculs d'ERI présentés dans les tableaux ci-dessus permettent d'indiquer que les niveaux en substances induits par les émissions du site ne sont pas susceptibles d'induire des dépassements du seuil d'acceptabilité utilisé ($\text{ERI} < 10^{-5}$) quel que soit le scénario de fonctionnement. Les variations constatées entre les différents scénarios ne sont pas significatives. Les indices de risque les plus élevés sont observés au niveau du point 4 (1,3-butadiène, benzène, arsenic et nickel) ou du point 1 (benzo(a)pyrène).

8.5.6. Résultats pour la voie digestive pour les effets à seuil

Dans le tableau suivant sont présentés les quotients de danger (QD) pour la voie orale en croisant les DJE estimées par classe d'âge et présentées dans le tableau 35 avec les VTR présentées dans le tableau 17 et selon l'équation (5).

D'après les résultats obtenus et présentés dans ce tableau, les retombées atmosphériques induites par le site ne sont pas susceptibles d'induire à elles seules des effets à seuil quel que soit le fonctionnement. Les indices de risque les plus élevés sont observés pour le benzo(a)pyrène pour la classe d'âge 1 à 3 ans.

Tableau 42. Quotients de danger (QD) calculés par classe d'âge pour l'ingestion

QD	Phase 5			Phase 6		
	Substances	Arsenic	Nickel	B(a)P	Arsenic	Nickel
Point 1						
0-1 an	9,45E-11	2,63E-10	8,08E-04	9,28E-11	2,63E-10	6,23E-04
1-3 ans	1,70E-10	5,10E-10	1,73E-03	1,67E-10	5,10E-10	1,34E-03
3-6 ans	1,16E-10	3,36E-10	1,21E-03	1,14E-10	3,36E-10	9,36E-04
6-11 ans	7,37E-11	2,10E-10	7,53E-04	7,24E-11	2,10E-10	5,81E-04
11-15 ans	4,33E-11	1,21E-10	5,51E-04	4,25E-11	1,21E-10	4,25E-04
15-18 ans	3,44E-11	9,22E-11	4,30E-04	3,38E-11	9,22E-11	3,31E-04
Adulte	4,56E-11	1,06E-10	4,38E-04	4,49E-11	1,06E-10	3,38E-04
Point 4						
0-1 an	2,35E-10	7,17E-10	6,79E-05	2,35E-10	7,17E-10	6,33E-05
1-3 ans	4,22E-10	1,39E-09	1,46E-04	4,22E-10	1,39E-09	1,36E-04
3-6 ans	2,89E-10	9,17E-10	1,02E-04	2,89E-10	9,17E-10	9,50E-05
6-11 ans	1,83E-10	5,72E-10	6,33E-05	1,83E-10	5,72E-10	5,89E-05
11-15 ans	1,07E-10	3,30E-10	4,63E-05	1,07E-10	3,30E-10	4,31E-05
15-18 ans	8,54E-11	2,51E-10	3,61E-05	8,54E-11	2,51E-10	3,36E-05
Adulte	1,13E-10	2,90E-10	3,68E-05	1,13E-10	2,90E-10	3,43E-05
Point 5						
0-1 an	2,14E-11	2,57E-11	3,12E-08	2,14E-11	2,57E-11	3,31E-08
1-3 ans	2,19E-11	2,63E-11	3,19E-08	2,19E-11	2,63E-11	3,38E-08
3-6 ans	1,53E-11	1,83E-11	2,22E-08	1,53E-11	1,83E-11	2,35E-08
6-11 ans	9,46E-12	1,14E-11	1,38E-08	9,46E-12	1,14E-11	1,46E-08
11-15 ans	2,30E-12	2,76E-12	3,35E-09	2,30E-12	2,76E-12	3,55E-09
15-18 ans	1,81E-12	2,17E-12	2,64E-09	1,81E-12	2,17E-12	2,79E-09
Adulte	1,54E-12	1,85E-12	2,25E-09	1,54E-12	1,85E-12	2,38E-09

8.5.7. Résultats pour la voie digestive pour les effets sans seuil

Dans le tableau suivant sont présentés les Excès de Risque Individuel (ERI) pour la voie orale en croisant les DJE estimées pour la vie entière et présentées dans le tableau 35 avec les VTR présentées dans le tableau 17. Les ERI sont calculés selon l'équation (7).

Tableau 43. Excès de Risque Individuel (ERI) calculés pour la vie entière pour la voie digestive

ERI Substances	Phase 5		Phase 6	
	Arsenic	B(a)P	Arsenic	B(a)P
Point 1				
Vie entière	3,86E-14	1,94E-07	3,79E-14	1,50E-07
Point 4				
Vie entière	9,58E-14	1,63E-08	9,58E-14	1,52E-08
Point 5				
Vie entière	1,04E-15	6,73E-13	1,04E-15	7,13E-13

Les calculs d'ERI présentés dans le tableau ci-dessus permettent d'indiquer que les **niveaux en substances induits par le site ne sont pas susceptibles d'induire des dépassements du seuil d'acceptabilité utilisé ($ERI < 10^{-5}$) quel que soit le scénario de fonctionnement. Les variations constatées entre les différents scénarios ne sont pas significatives.**

8.5.8. Risques cumulés

Les risques cumulés correspondent aux effets sanitaires susceptibles d'être induits par l'exposition des populations à plusieurs substances simultanément. Actuellement, la démarche des ERS ne permet pas de prendre en compte la synergie ou l'antagonisme des effets. Par conséquent, comme indiqué dans les différents guides (InVS, INERIS) publiés en France, les risques cumulés sont appréhendés par une simple addition des risques déterminés pour différentes substances.

8.5.8.1. Les risques cumulés pour les effets à seuil

Parmi les différentes VTR prises en compte dans le cadre de cette étude, les systèmes respiratoire, nerveux, digestif, hématologique & immunitaire, reproductif & développemental et cutané sont susceptibles d'être atteints suite à une exposition à plusieurs substances considérées dans le cadre de cette étude aussi bien par voie respiratoire (noté R) que digestive (noté D). Pour ces différents systèmes cibles, des sommes de risques sont habituellement présentées. Eu égard aux résultats observés, même en sommant l'ensemble des QD toutes cibles confondues, aucun risque chronique cumulé, pour les deux voies d'exposition confondues (respiratoire et orale), n'atteint la valeur seuil de 1.

8.5.8.2. Les risques cumulés pour les effets sans seuil

Les risques cumulés pour des effets sans seuil de dose toutes voies d'exposition confondues correspondent à la somme d'ERI déterminés pour les voies respiratoire et orale. Le tableau 44 suivant présente les résultats obtenus.

Tableau 44. Estimation des risques cumulés sans seuil pour les deux voies d'exposition

Voie d'exposition	Point 1	Point 1	Point 4	Point 4	Point 5	Point 5
	Phase 5	Phase 6	Phase 5	Phase 6	Phase 5	Phase 6
Respiratoire	5,42E-09	5,31E-09	1,23E-08	1,23E-08	2,83E-09	2,83E-09
Digestive	1,94E-07	1,50E-07	1,63E-08	1,52E-08	6,74E-13	7,14E-13
Somme	1,99E-07	1,55E-07	2,86E-08	2,75E-08	2,83E-09	2,83E-09

D'après les résultats obtenus pour le cumul des risques pour les effets sans seuil, aucun dépassement du seuil de 10^{-5} n'est observé.

8.5.8.3. Les risques cumulés avec le site TERALTA

Dans le cadre de la demande d'autorisation d'exploiter de la carrière TERALTA, le bureau d'études GéoPLusEnvironnement a modélisé les rejets atmosphériques de NO_x, SO₂ et benzo(a)pyrène afin d'évaluer l'impact futur. Les concentrations ont été modélisées au niveau de points récepteurs. Ces derniers correspondent aux points récepteurs 1, 2, 4 et 7 de cette étude.

Dans ce chapitre est donc réalisé l'étude des risques sanitaires liés à un impact cumulé sur ces points récepteurs pour les risques chroniques à seuil et sans seuil liés à l'inhalation des NO_x (considérés comme équivalents au NO₂) et au benzo(a)pyrène.

En l'absence de dépôts simulés pour les métaux et le benzo(a)pyrène, l'exposition par ingestion n'est pas étudiée. De même, le risque liée à l'inhalation de SO₂ n'est pas considérée, ses effets sanitaires étant liés à des expositions de courtes durées (information non disponible dans l'étude TERALTA).

Le tableau 45 présente les paramètres permettant le calcul des risques à seuil et sans seuil pour la phase 5 de l'étude ; les écarts obtenus avec la phase 6 étant peu significatif.

Ces calculs montrent que, pour des scénarii d'exposition communs, l'absence de risques sanitaires pour le dioxyde d'azote et le benzo(a)pyrène sur les points récepteurs identifiés liés aux cumuls des émissions des carrières SORECO et TERALTA.

Tableau 45. Estimation des risques cumulés liés aux émissions des carrières SORECO et TERALTA

Polluants	Point 1		Point 2		Point 4		Point 7	
	NO ₂	B(a)P	NO ₂	B(a)P	NO ₂	B(a)P	NO ₂	B(a)P
Concentrations modélisées – étude SORECO	7,05E-01	2,49E-06	1,75E-01	6,00E-07	8,43E-02	2,58E-07	2,14E-02	6,58E-08
Concentrations modélisées – étude TERALTA	2,40E-01	2,25E-07	4,70E-01	4,51E-07	8,53E-01	7,50E-07	5,12E-02	4,81E-07
Concentrations modélisées cumulées	9,45E-01	2,72E-06	6,45E-01	1,05E-06	9,37E-01	1,01E-06	7,26E-02	5,47E-07
Concentrations inhalées selon scenarii d'exposition	9,45E-01	2,72E-06	6,45E-01	1,05E-06	9,37E-01	1,01E-06	7,26E-02	5,47E-07
VTR à seuil (µg/m ³)	10	0,002	10	0,002	10	0,002	10	0,002
VTR sans seuil (µg/m ³) ⁻¹	-	6,00E-04	-	6,00E-04	-	6,00E-04	-	6,00E-04
QD (risque à seuil)	9,45E-02	1,36E-03	6,45E-02	5,26E-04	9,37E-02	5,04E-04	7,26E-03	2,73E-04
ERI (risque sans seuil)	-	6,98E-10	-	2,70E-10	-	2,59E-10	-	1,41E-10

8.6. Évaluation des incertitudes

8.6.1. Objectifs

Toute démarche d'évaluation des risques sanitaires s'accompagne d'un certain nombre d'incertitudes, dont l'influence sur les résultats finaux est plus ou moins significative. Ce chapitre présente un inventaire le plus exhaustif possible de l'ensemble des incertitudes liées à la présente évaluation. Ces incertitudes sont classées si possible selon leur sens d'influence sur les résultats (majorant ou minorant).

8.6.2. Incertitudes contribuant à une minoration des risques

Nature de l'exposition

L'évaluation des risques sanitaires ne porte que sur les expositions aux émissions atmosphériques. Elle ne considère pas les risques liés aux agents physiques et biologiques.

L'évaluation a porté uniquement sur les impacts sur la santé liés aux seules émissions du site. Le bruit de fond local n'a pas été intégré dans le calcul des risques conformément à la démarche de l'évaluation quantitative des risques sanitaires.

Voies d'exposition

Certaines voies d'exposition n'ont pas été étudiées (ingestion d'eau potable, ingestion de poissons, etc). Cependant, on peut penser que les voies d'exposition écartées ne sont pas majoritaires dans le contexte local et par rapport à la problématique d'émissions atmosphériques de la carrière.

La voie cutanée n'a pas été retenue car il n'est pas établi de VTR pour cette voie d'exposition. D'autre part, la pénétration cutanée des composés traceurs n'a pas été quantifiée précisément. A noter cependant que l'absorption cutanée des gaz est négligeable par rapport à l'absorption par voies respiratoires ou digestives.

Inventaire des substances émises et liste des substances étudiées

L'évaluation des risques sanitaires ne porte que sur les substances considérées comme traceurs de risque dans cette étude.

Identification des valeurs toxicologiques de référence (VTR)

Pour certaines substances, comme le thallium ou le tellure, aucune VTR n'a été identifiée dans la littérature. Pour d'autres substances, des VTR ont été identifiées uniquement pour une des 2 voies d'exposition investiguées. L'étape de quantification des risques a pu être effectuée uniquement lorsque des VTR étaient disponibles, toutefois, cela ne signifie pas qu'aucun risque sanitaire n'est susceptible de se produire suite à une exposition à ces substances (ou pour les voies d'exposition pour lesquelles aucune VTR n'était disponible). L'état des connaissances actuel ne permet pas de caractériser ces risques s'ils existent.

Facteurs de biotransfert

Dans le logiciel MODUL'ERS, seules certaines substances et certains milieux sont concernés par une proposition de facteurs de biotransfert.

8.6.3. Incertitudes contribuant à une majoration des risques

Choix des sites ingestion

Le choix d'étudier un scénario ingestion fictif à partir de l'exposition à des aliments produits localement d'origine animale et végétale est majorant puisque l'ensemble des denrées alimentaires locales ne peut pas être produit au niveau de ces points. Une hypothèse plus réaliste aurait nécessité d'effectuer une enquête de consommation auprès des populations riveraines.

Données d'autoconsommation

Des données d'autoconsommation appréhendées dans le cadre de cette étude correspondent à une population d'agriculteurs qui consomment des aliments produits au niveau des sites ingestion. Il semble utile de préciser ici que cette hypothèse majorante a été prise en compte en l'absence d'information relative à l'autoconsommation attribuable à la population de cette partie de La Réunion.

Taux d'exposition journalier

Il a été fait l'hypothèse que le taux d'exposition journalier (paramètre T_i de l'Équation 1) était égal à 1. Cette hypothèse majore le temps d'exposition journalier réel aux émissions, les riverains pouvant être amenés à sortir du domaine d'étude pour des raisons professionnelles ou personnelles (congrés, week-end...). Un travail a montré que les résultats de l'ERS pouvaient être minorés de 30 % par rapport à une hypothèse « 100 % du temps passé au domicile » (Boudet, 1999). Toutefois, cette proportion ne peut pas être appliquée dans le cadre de cette étude, les contextes étant différents.

Fréquence d'exposition annuelle pour des expositions chroniques

Il a été fait l'hypothèse que la fréquence d'exposition (paramètre F de l'Équation 1) était égale à 1. Cette hypothèse majore le temps d'exposition annuel. En réalité, les riverains sont souvent amenés à sortir du domaine d'étude pour des raisons professionnelles ou personnelles (congrés, week-end...). Cette hypothèse peut donc amener à une majoration de l'exposition aux émissions.

Durée d'exposition

Dans le cadre des calculs de risques à effets sans seuil de dose, nous faisons l'hypothèse que les riverains sont exposés pendant 30 ans au cours de leur vie. Il peut exister des variations locales importantes pour l'estimation de cette durée d'exposition, qui peuvent amener à une sous-estimation ou surestimation du risque selon la durée d'exposition dans un même lieu et selon les niveaux d'exposition, plus ou moins élevés, dans les autres lieux fréquentés. Toutefois, d'après la littérature, cette durée d'exposition correspondrait au 95ème percentile de la distribution de probabilité associée à ce paramètre. Autrement dit, cette hypothèse est susceptible de majorer la réalité pour 95% des populations en France.

Estimation des concentrations intérieures et extérieures (C_i)

Les concentrations en composés traceurs à l'intérieur des habitations sont considérées égales aux concentrations extérieures, alors qu'elles peuvent différer, sans que le taux de pénétration des polluants dans les habitations ne soit en général quantifié. Cette hypothèse est par contre majorante pour les éléments traces métalliques.

Prise en compte des concentrations et des dépôts

Les concentrations modélisées retenues pour les calculs correspondent aux résultats les plus élevés des simulations obtenues au niveau des zones habitées.

Paramétrages du logiciel MODUL'ERS

Certains paramètres du logiciel utilisés pour la modélisation des concentrations dans les media d'exposition majorent le risque :

- Les dépôts modélisés sont supposés s'accumuler sur le sol au cours de la durée de fonctionnement des installations sans aucun phénomène d'atténuation (lixiviation, érosion, dégradation) et la concentration de polluants dans le sol est obtenue par calcul de la dilution dans le sol de la quantité de composés déposés dans la couche de sol considérée. L'ensemble des substances présentes dans les sols étudiés est considéré en première approche comme 100% biodisponible.
- Les végétaux et les produits animaux sont considérés être consommés sans décontamination préalable. Or, la pratique du lavage des végétaux va favoriser la diminution des concentrations des éléments, notamment des substances inorganiques.

8.6.4. Incertitudes dont la tendance n'est pas connue

Variabilité individuelle

La fraction inhalée dépend du diamètre aérodynamique des particules et des caractéristiques de sélection à l'entrée des voies respiratoires. Ces dernières diffèrent selon que l'on respire par le nez ou par la bouche et en fonction de paramètres physiques, anatomiques et physiologiques, qui peuvent varier considérablement d'un individu à l'autre.

Facteurs de biotransfert

Les paramètres d'exposition de l'homme ou les facteurs de biotransfert sont issus majoritairement du logiciel MODUL'ERS. Ils ne proviennent pas d'une enquête de terrain.

En ce qui concerne les facteurs de biotransfert, les intervalles de variation et les distributions définies pour chaque catégorie de végétaux restent relativement larges. Pour les métaux qui ont été les plus étudiés et où les données de transfert sont relativement nombreuses, il pourrait être pertinent dans certains cas d'affiner l'estimation de l'intervalle de variation autour du facteur de bioconcentration, en sélectionnant des données en fonction du pH, de la concentration dans le sol ou de l'espèce végétale étudiée. Il convient toutefois de rappeler qu'il existe une variabilité inhérente à ce type de données et que des mesures faites dans des conditions identiques sur plusieurs répliques donneront des résultats différents.

Mélanges de substances

Les polluants interagissent les uns par rapport aux autres. Si la connaissance des effets sur la santé liée à l'inhalation de chacun d'entre eux a beaucoup avancé, ce n'est pas encore le cas d'un ensemble de polluants. Il est donc difficile de savoir si leurs effets sanitaires sont antagonistes, synergiques ou additifs.

Média d'exposition

L'exposition par ingestion considère un scénario fictif basé sur l'ingestion de plusieurs matrices (légumes-feuilles, légumes-racines, légumes-fruits, fruits, lait, viandes, lait et œufs). Les données relatives à la consommation correspondent à des scénarios bibliographiques qui diffèrent potentiellement des situations locales.

Tranches d'âges

L'étude a porté sur la caractérisation d'une population d'enfants et d'adultes. Cette population a été décomposée en tranches d'âge conventionnellement utilisées dans les études de risques sanitaires. Les tranches d'âge ne correspondent pas forcément à celles représentées sur les points récepteurs sur lesquels ont été calculés les risques sanitaires.

Choix des VTR

L'établissement de valeurs toxicologiques de référence (VTR), pour la population générale et pour une durée d'exposition aiguë ou chronique, à partir d'études épidémiologiques (principalement en milieu professionnel) ou animales, et présentant des conditions particulières d'exposition (doses administrées, durée et voie d'exposition, etc.) induit la prise en compte de facteurs d'incertitude variables, le plus couramment compris entre 3 et 1000. Ces facteurs d'incertitude s'apparentent soit à une variabilité, soit à un manque de connaissance (vraie incertitude). A titre d'exemple, les facteurs d'incertitude relatifs à la variabilité concernent la gravité ou l'occurrence des effets sanitaires pouvant être observées entre 2 espèces différentes (variabilité inter-espèce) ou au sein d'une même espèce (variabilité intra-espèce). Les facteurs d'incertitude relatifs à un manque de connaissance concernent le plus souvent un manque de données disponibles (facteur permettant l'estimation d'un NOAEL à partir d'un LOAEL, facteur permettant de considérer un effet sanitaire qui a fait l'objet de peu d'études, etc.).

L'établissement de VTR pour la population entière et pour une durée d'exposition induit un grand nombre d'incertitudes qu'il est difficile de quantifier. Dans la présente étude, les critères de choix ont été effectués selon la note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014.

Il est proposé ci-après, d'étudier l'influence liée au choix d'une autre VTR disponible pour les cas où des dépassements ont été mis en évidence dans cette étude.

→ Cas de la VTR aiguë du SO₂

Le choix de la VTR du SO₂ s'est basé sur la note de la DGS d'octobre 2014 qui indique retenir en priorité une expertise collective française. Ainsi, il a été retenu le choix fait par l'Ineris. Cependant, il existe une VTR de l'OEHHA fixée à 660 µg/m³. Cette différence d'appréciation des VTR a un impact significatif sur les résultats obtenus en considérant les VTR proposées par l'ATSDR ou l'OEHHA.

Interprétation de l'Etat des Milieux (dans l'air et dans les sols)

L'IEM a été réalisé de manière bibliographique.

9. BILAN

Une évaluation des risques sanitaires a été réalisée dans le cadre du projet d'extension de la carrière SORECO située sur la commune de Saint-Pierre à La Réunion.

L'impact sanitaire sur les populations environnantes a été étudié suivant la démarche de l'évaluation des risques sanitaires (ERS). Cette étude s'appuie sur le guide de l'INERIS relatif à la démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques provenant des ICPE (INERIS, 2021) et conformément à la circulaire du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation.

Cette démarche intégrée a comporté les quatre étapes suivantes :

- Une évaluation des émissions des installations ;
- Une évaluation des enjeux et des voies d'exposition ;
- Une évaluation de l'état des milieux (IEM) ;
- Une évaluation prospective des risques sanitaires potentiels.

Interprétation de l'état des milieux (IEM)

Il a été réalisé sur la base d'une étude bibliographique. Elle met en évidence potentiellement une bonne qualité de l'air au droit du site.

Evaluation des Risques Sanitaires

L'évaluation des risques sanitaires a été conduite à travers quatre phases fondamentales rappelées dans le guide de l'INERIS :

- Identification des dangers ;
- Définition des relations dose-réponse ;
- Évaluation de l'exposition humaine ;
- Caractérisation des risques.

Elle a été réalisée sur la base des résultats des calculs réalisés par la société NUMTECH dans l'étude de dispersion.

Certains traceurs de risque ont été choisis à l'issue des phases consacrées à l'évaluation des émissions atmosphériques de l'installation, des enjeux et des voies d'exposition :

- Des métaux : Arsenic (As) et Nickel (Ni) ;
- Le dioxyde d'azote,
- Le dioxyde de soufre,
- Les poussières PM10 et PM2,5 ainsi que la silice cristalline alvéolaire ;
- Le monoxyde de carbone ;
- Le benzène ;
- Le 1,3-butadiène ;
- Le benzo(a)pyrène.

Compte tenu des traceurs retenus, des usages et des populations avoisinantes, les voies d'exposition retenues dans cette étude pour évaluer les risques ont été :

- L'inhalation ;
- L'ingestion de sol ;
- L'ingestion de fruits et légumes ;
- L'ingestion de viande, d'œufs et de lait.

Une modélisation de la dispersion atmosphérique réalisée par NUMTECH a permis d'évaluer les concentrations et les dépôts atmosphériques prévisibles au niveau des principaux points d'intérêt pour deux scénarios, les phases 5 et 6. Elle a ensuite été couplée avec l'outil MODUL'ERS permettant d'estimer les concentrations attendues dans les différents média d'exposition choisis.

La démarche d'évaluation des risques sanitaires s'applique de façon itérative, c'est-à-dire qu'un premier niveau d'approche de cette démarche est tout d'abord effectué.

Ainsi, les risques ont été calculés à partir de valeurs modélisées au niveau des riverains les plus proches exposés aux émissions du site et permettant d'avoir une appréciation des impacts du site et du trafic sur les voies de circulation externes permettant le transport des matériaux.

Pour la voie respiratoire, 7 points d'exposition ont été étudiés. Malgré les hypothèses majorantes, aucun dépassement n'est constaté pour les effets aigus et chroniques à seuil et sans seuil. Pour toutes les substances, aucun effet sanitaire n'est donc attendu dans la population riveraine de l'installation. Concernant les substances pour lesquelles aucune VTR n'est disponible mais pour lesquelles il existe des valeurs-guides annuelles (PM10, PM2,5 et NO₂), aucun dépassement des valeurs guides n'est observé. Les variations des indicateurs de risque ne sont significatives si l'on considère les phases 5 et 6.

Pour la voie digestive, 3 points d'exposition ont été étudiés. Sur deux points, il a été considéré dans une approche majorante qu'une large partie des aliments autoconsommés (fraction d'aliments produits sur place et consommés) étaient produits au niveau des sites où les dépôts de substances émises sont les plus importants avec potentiellement l'existence d'activités d'élevage. Les fractions d'autoconsommation appréhendées correspondent à des fractions d'autoconsommation d'agriculteurs qui ont l'habitude de consommer une large partie des aliments qu'ils cultivent eux-mêmes. Sur le dernier point, au niveau de l'école de Pierrefonds, seule l'exposition par ingestion de sol a été

étudiée. Pour cette voie d'exposition, seule l'exposition chronique, c'est-à-dire sur une longue durée (au moins 1 an) a été appréhendée.

A l'instar des résultats pour la voie respiratoire, pour les effets à seuil et sans seuil, les substances émises par l'installation et par le trafic associé appréhendées dans le cadre de cette étude ne devraient pas entraîner d'effet sanitaire néfaste suite à la consommation de denrées alimentaires produites localement et de sol.

Les risques cumulés à seuil et sans seuil ont également été estimés pour les deux voies d'exposition confondues pour les seuls émissions du site. Une nouvelle fois, aucun dépassement des valeurs seuils sanitaires pour les riverains de l'installation pour les deux phases d'étude ne sont observés.

L'impact des seules émissions liées au fonctionnement de la carrière SORECO peut être qualifié d'acceptable pour les deux phases d'étude. Ce bilan est conforté lorsque l'on considère les émissions modélisées de NO₂ et de benzo(a)pyrène de la carrière TERALTA puisque l'étude des effets cumulés des activités ne montre pas non plus de dépassement des seuils sanitaires.

ANNEXES A - ACRONYMES

Termes génériques :

ADMS : Atmospheric Dispersion Modelling System

As : Arsenic

ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry

ANSES : Agence Française de Sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

B(a)p : Benzo(a)pyrène

CIRC : Centre International de Recherche sur le Cancer (ou IARC en anglais : International Agency for Research on Cancer)

COV : Composés Organiques Volatils

EFSA : European Food Safety Authority

EPA : Environmental Protection Agency – Agence nationale de Protection de l'Environnement (Etats Unis)

ERI : Evaluation de Risque Individuel

ERS : Evaluation du Risque Sanitaire

ERU : Evaluation de Risque Unitaire

I-TEQ : International Toxic Equivalent Quantity

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

IEM : Interprétation de l'Etat des Milieux

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

INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

InVS : Institut de Veille Sanitaire

NO₂ : Dioxyde d'azote

Nox : Oxydes d'azote

PM₁₀ : Particules de diamètre inférieur ou égal à 10 µm

PM_{2.5} : Particules de diamètre inférieur ou égal à 2.5 µm

OEHHA : Office of Environmental Health Hazard Assessment

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

QD : Quotient de Danger

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

SO₂ : Dioxyde de soufre

VTR : Valeur Toxicologique de Référence

ANNEXES B - GLOSSAIRE

Agent : tout ce qui produit un effet dans un phénomène. Un agent peut être de nature chimique, physique ou biologique et induire de façon directe ou indirecte un risque sanitaire.

Danger : événement de santé indésirable tel qu'une maladie, un traumatisme, un handicap, un décès. Par extension, le danger désigne tout effet toxique, c'est-à-dire un dysfonctionnement cellulaire ou organique, lié à l'interaction entre un organisme vivant et un agent chimique, physique ou biologique.

Dose : quantité d'agent dangereux mise en contact avec un organisme vivant. Pour l'exposition humaine ou animale aux substances chimiques, elle s'exprime généralement en milligramme par kilo de poids corporel et par jour.

Effet : phénomène particulier en physique, en biologie,...

Effet cancérigène : toxicité qui se manifeste par l'apparition de cancers.

Classification selon le Centre International de Recherche sur la Cancer (CIRC/IARC) :

Groupe 1	L'agent (ou le mélange) est cancérigène pour l'homme.
Groupe 2A	L'agent (ou le mélange) est probablement cancérigène pour l'homme. Il existe des indices limités de cancérogénicité chez l'homme et des indices suffisants de cancérogénicité pour l'animal de laboratoire.
Groupe 2B	L'agent (ou le mélange) pourrait être cancérigène pour l'homme.
Groupe 3	L'agent (ou le mélange) ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'homme.
Groupe 4	L'agent (ou le mélange) n'est probablement pas cancérigène pour l'homme.

ERS : Evaluation des Risques Sanitaires :

Classiquement, quatre étapes sont décrites dans la démarche d'évaluation des risques pour la santé :

- Identification des dangers qui consiste à identifier des effets indésirables que les substances sont intrinsèquement capables de provoquer chez l'homme,
- Définition des relations dose-réponse : l'estimation de la relation entre la dose, ou le niveau d'exposition aux substances, et l'incidence et la gravité de ces effets ;
- Evaluation de l'exposition humaine consiste à déterminer les voies de passage du polluant de la source vers la cible, ainsi qu'à estimer la fréquence, la durée et l'importance de l'exposition ;
- Caractérisation des risques correspond à la synthèse des informations issues de l'évaluation de l'exposition et de l'évaluation de la toxicité sous la forme d'une expression qualitative et si possible quantitative du risque. Les incertitudes sont évaluées et les résultats interprétés.

Excès de risque individuel (ERI) : probabilité de survenue d'un danger, au cours de la vie entière d'un individu, liée à une exposition à un agent cancérigène (sans unité).

Excès de risque unitaire (ERU) : estimation de l'ERI pour une exposition vie entière égale à 1 unité de dose d'agent dangereux. Cet indice est la valeur toxicologique de référence (VTR) et s'exprime, pour une exposition orale ou cutanée, en $(\text{mg}/\text{kg}\cdot\text{j})^{-1}$.

Exposition : désigne, dans le domaine sanitaire, le contact entre une situation ou un agent dangereux et un organisme vivant. L'exposition peut aussi être considérée comme la concentration d'un agent dangereux dans le ou les milieux pollués mis en contact avec l'homme.

Exposition aiguë : de quelques secondes à quelques jours.

Exposition chronique : de quelques années à vie entière.

Quotient de Danger (QD) : utilisé pour caractériser le risque lié aux agents toxiques. Il correspond à la dose (ou concentration) journalière divisée par la dose (ou concentration de référence).

Risque : probabilité de survenue d'un danger (sans unité).

Seuil : la dose ou l'exposition en dessous de laquelle aucun effet adverse n'est attendu.

Substance dangereuse : molécule capable de provoquer un effet toxique chez l'homme et faisant l'objet d'une classification internationale au titre de la directive européenne 67/548/CEE.

Toxicité aiguë : troubles liés à une exposition courte mais à forte dose. Généralement, ils sont immédiats ou surviennent à court terme (quelques heures à quelques jours) et disparaissent spontanément quand cesse l'exposition, si celle-ci n'a pas occasionné des désordres irréversibles.

Toxicité chronique : troubles en rapport avec une exposition faible et prolongée. Ils surviennent en général avec un temps de latence qui peut atteindre plusieurs mois, voire des décennies, et sont habituellement irréversibles en l'absence de traitement.

Valeurs limites : niveau maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement.

Valeur toxicologique de référence (VTR) : appellation générique regroupant tous les types d'indice toxicologique qui permettent d'établir une relation entre une dose et un effet ou entre une dose et une probabilité d'effet. Les VTR sont établies par des instances internationales (l'OMS ou le CIPR, par exemple) ou des structures nationales (US-EPA et ATSDR aux Etats-Unis, Health Canada, CSHPF en France...).

ANNEXES C – ESTIMATION DES CONCENTRATIONS DANS LES SOLS

Substances	Concentration dans les sols 0-5 cm (mg/kg)	Concentration dans les sols 0-5 cm (mg/kg)	Concentration dans les sols 0-5 cm (mg/kg)	Concentration dans les sols 0-5 cm (mg/kg)	Concentration dans les sols 0-5 cm (mg/kg)	Concentration dans les sols 0-5 cm (mg/kg)
	Point 1 – Phase 5	Point 1 – Phase 6	Point 4 – Phase 5	Point 4 – Phase 6	Point 5 – Phase 5	Point 5 – Phase 6
Arsenic	3,19E-09	3,13E-09	7,93E-09	7,93E-09	2,44E-09	2,44E-09
Nickel	2,13E-08	2,13E-08	5,83E-08	5,83E-08	1,83E-08	1,83E-08
Benzo(a)pyrène	1,20E-04	9,25E-05	1,01E-05	9,39E-06	2,37E-06	2,51E-06

Substances	Concentration dans les sols 0-30 cm (mg/kg)	Concentration dans les sols 0-30 cm (mg/kg)	Concentration dans les sols 0-30 cm (mg/kg)	Concentration dans les sols 0-30 cm (mg/kg)
	Point 1 – Phase 5	Point 1 – Phase 6	Point 4 – Phase 5	Point 4 – Phase 6
Arsenic	5,31E-10	5,22E-10	1,32E-09	1,32E-09
Nickel	3,56E-09	3,56E-09	9,71E-09	9,71E-09
Benzo(a)pyrène	2,00E-05	1,54E-05	1,68E-06	1,57E-06

ANNEXES D – ESTIMATION DES CONCENTRATIONS DANS LES VEGETAUX

Point 1 – Phase 5	Fourrage (mg/kg MS)	Légume-feuille (mg/kg MS)	Légume-fruit (mg/kg MS)	Fruit (mg/kg MS)	Légume-Racine (mg/kg MS)
Substances					
Arsenic	6,78E-10	3,87E-10	1,33E-10	5,27E-11	2,27E-13
Nickel	4,55E-09	2,69E-09	1,39E-09	8,52E-10	1,42E-10
Benzo(a)pyrène	2,58E-05	1,48E-05	5,27E-06	2,23E-06	1,20E-07

Point 1 – Phase 6	Fourrage (mg/kg MS)	Légume-feuille (mg/kg MS)	Légume-fruit (mg/kg MS)	Fruit (mg/kg MS)	Légume-Racine (mg/kg MS)
Substances					
Arsenic	6,66E-10	3,80E-10	1,31E-10	5,18E-11	2,23E-13
Nickel	4,55E-09	2,69E-09	1,39E-09	8,52E-10	1,42E-10
Benzo(a)pyrène	1,99E-05	1,14E-05	4,06E-06	1,72E-06	9,21E-08

Point 4 – Phase 5	Fourrage (mg/kg MS)	Légume-feuille (mg/kg MS)	Légume-fruit (mg/kg MS)	Fruit (mg/kg MS)	Légume-Racine (mg/kg MS)
Substances					
Arsenic	1,69E-09	9,64E-10	3,29E-10	1,31E-10	5,66E-13
Nickel	1,24E-08	7,35E-09	3,78E-09	2,32E-09	3,87E-10
Benzo(a)pyrène	2,17E-06	1,25E-06	4,39E-07	1,87E-07	1,00E-08

Point 4 – Phase 6	Fourrage (mg/kg MS)	Légume-feuille (mg/kg MS)	Légume-fruit (mg/kg MS)	Fruit (mg/kg MS)	Légume-Racine (mg/kg MS)
Substances					
Arsenic	1,69E-09	9,64E-10	3,29E-10	1,31E-10	5,66E-13
Nickel	1,24E-08	7,35E-09	3,78E-09	2,32E-09	3,87E-10
Benzo(a)pyrène	2,02E-06	1,16E-06	4,09E-07	1,75E-07	9,35E-09

ANNEXES E – ESTIMATION DES CONCENTRATIONS DANS LES PRODUITS ANIMAUX

Point 1 – Phase 5					
Substances	Lait (mg/kg MF)	Oeufs (mg/kg MF)	Viande de boeuf (mg/kg MF)	Viande de volaille (mg/kg MF)	Viande de porc (mg/kg MF)
Arsenic	6,38E-13	3,51E-13	1,11E-11	3,24E-15	3,39E-14
Nickel	7,14E-11	2,99E-13	2,24E-10	5,97E-13	1,13E-14
Benzo(a)pyrène	3,20E-06	1,09E-08	5,51E-04	1,91E-08	2,16E-07

Point 1 – Phase 6					
Substances	Lait (mg/kg MF)	Oeufs (mg/kg MF)	Viande de boeuf (mg/kg MF)	Viande de volaille (mg/kg MF)	Viande de porc (mg/kg MF)
Arsenic	6,27E-13	3,44E-13	1,09E-11	3,19E-15	3,33E-14
Nickel	7,14E-11	2,99E-13	2,24E-10	5,97E-13	1,13E-14
Benzo(a)pyrène	2,47E-06	8,39E-09	4,25E-04	1,47E-08	1,67E-07

Point 4 – Phase 5					
Substances	Lait (mg/kg MF)	Oeufs (mg/kg MF)	Viande de boeuf (mg/kg MF)	Viande de volaille (mg/kg MF)	Viande de porc (mg/kg MF)
Arsenic	1,59E-12	8,73E-13	2,77E-11	8,07E-15	8,44E-14
Nickel	1,95E-10	8,15E-13	6,11E-10	1,63E-12	3,09E-14
Benzo(a)pyrène	2,69E-07	9,14E-10	4,63E-05	1,60E-09	1,82E-08

Point 4 – Phase 6					
Substances	Lait (mg/kg MF)	Oeufs (mg/kg MF)	Viande de boeuf (mg/kg MF)	Viande de volaille (mg/kg MF)	Viande de porc (mg/kg MF)
Arsenic	1,59E-12	8,73E-13	2,77E-11	8,07E-15	8,44E-14
Nickel	1,95E-10	8,15E-13	6,11E-10	1,63E-12	3,09E-14
Benzo(a)pyrène	2,50E-07	8,52E-10	4,31E-05	1,49E-09	1,69E-08

*Ensemble préservons
l'environnement de
demain !*



Evaluation & Diagnostic
Impact / Environnement / Santé

ANNEXE 2 - Pièce 12

Modélisation acoustique (A2MS, 2022)

PROJET : SORECO

EXTENSION DE LA CARRIERE

-

ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE



Auteur	Romain Tourgon
Relecture	Jean Paul Van Cuyck
Date d'édition	mercredi 30 novembre 2022
Référence du document	R1142-03-22.10121_IndD

A - SOMMAIRE

A - SOMMAIRE	2
B - PROBLEMATIQUE	4
C - TEXTES DE REFERENCE	4
C.1 TEXTES REGLEMENTAIRES :	4
C.2 TEXTES NORMATIFS :	4
C.3 DOCUMENTS PROJETS :	4
D - DEFINITIONS	5
E - SITUATION	6
E.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE	6
E.2 PROJET	7
F - OBJECTIFS REGLEMENTAIRES	9
F.1 REGLEMENTATION	9
F.1.1 <i>Bruit en limite de propriété</i>	9
F.1.2 <i>Critère d'émergence</i>	9
F.1.3 <i>Tonalité marquée</i>	10
F.2 OBJECTIFS EN FONCTION DES MESURES REALISEES	10
F.2.1 <i>Bruit en limite de propriété</i>	10
F.2.2 <i>Critère d'émergence</i>	11
F.2.3 <i>Tonalité marquée</i>	11
G - PRESENTATION DES SOURCES SONORES	12
G.1 PARTIE FIXE	12
G.2 PARTIE EXTRACTION	12
G.3 TRAFIC DE CAMIONS	12
G.3.1 <i>Présentation des sources</i>	13
G.3.1.1 <i>Partie fixe</i>	13
G.3.1.2 <i>Extraction</i>	14
G.3.1.3 <i>Camions</i>	14
G.4 HYPOTHESES DE CALCULS	15
H - DISPOSITIONS ACOUSTIQUES	16
H.1 IMPLANTATION DES MERLONS	16
H.2 ECRAN ACOUSTIQUE DE LA PLATEFORME DE TRAITEMENT	16
H.3 PLAN D'IMPLANTATION DES DISPOSITIONS ACOUSTIQUES	16
I - MODELISATION	17
I.1 MODELISATION DE LA ZONE D'ETUDE	17

I.2	INTEGRATION DES SOURCES.....	18
I.3	CONFIGURATIONS TESTEES.....	18
I.4	RESULTATS ET INTERPRETATIONS.....	19
J -	IMPACT SONORE	20
J.1	GRILLE DE NIVEAU SONORE.....	20
J.1.1	<i>Période diurne – Exploitation complète.....</i>	<i>20</i>
J.1.2	<i>Période nocturne – Chargement de camion.....</i>	<i>22</i>
J.2	NIVEAUX DE BRUIT PARTICULIER DE L'ENSEMBLE DES SOURCES EN ZER.....	22
J.3	EMERGENCE EN ZER.....	23
K -	GAIN APPORTE PAR LES DISPOSITIONS MISES EN OEUVRE	24
K.1	BRUIT EN LIMITE DE PROPRIETE.....	24
K.2	IMPACT SONORE EN ZER.....	24
L -	IMPACT CUMULE DES DEUX CARRIERES	26
M -	SYNTHESE	29

B - PROBLEMATIQUE

La carrière SORECO du site de Pierrefonds est un site de 11 hectares d'extraction de matériaux depuis 2016. Ce site a pour projet l'extension de la carrière. Il est envisagé une exploitation sur 10 ans avec la mise en place d'une plateforme de traitement des matériaux extraits et une zone d'extraction évolutive. Le volume maximal annuel de granulats à transporter sera de 800 000 tonnes par an.

Le présent document concerne donc la réalisation de l'étude d'impact sonore prévisionnelle de l'extension de la carrière SORECO.

L'indexation B correspond à l'intégration du paragraphe sur l'impact sonore dans l'environnement produit par les deux carrières. Les index C et D intègrent les observations de EMC² Environnement.

C - TEXTES DE REFERENCE

C.1 TEXTES REGLEMENTAIRES :

Les textes applicables sont les suivants :

- Code de la santé publique, articles R 1336-4 à R 1336-11.
- Arrêté d'autorisation d'exploiter n°91-1590
- Arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées.
- Arrêté du 15 novembre 1999 modifiant l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées.

C.2 TEXTES NORMATIFS :

- Norme AFNOR NFS 31-010 «caractérisation et mesurage des bruits dans l'environnement » - Méthodes particulières de mesurage.

C.3 DOCUMENTS PROJETS :

- Plans des phases n°5 et n°6
- Fichier de synthèse édité par EMC² Environnement intégrant le listing des équipements et les hypothèses de fonctionnement, le rapport de campagne de bruit résiduel
- Rapport d'étude d'impact sonore de la carrière mitoyenne TERALTA

D - DEFINITIONS

- **Bruit ambiant :**

Bruit total existant dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné. Il est composé des bruits émis par toutes les sources proches ou éloignées.

- **Bruit particulier :**

Composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement et que l'on désire distinguer du bruit ambiant notamment parce qu'il est l'objet d'une requête.

- **Bruit résiduel :**

Bruit ambiant, en l'absence du (des) bruit(s) particulier(s) considéré(s).

- **Emergence, notée E :**

Modification temporelle du niveau de bruit ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier, perceptible sans exiger d'effort d'attention particulier. Cette modification porte sur le niveau global ou sur le niveau mesuré dans une bande quelconque de fréquence.

L'indicateur d'émergence, noté E, est calculé selon la formule suivante :

$$E = L_{Aeq,Tambiant} - L_{Aeq,Trésiduel}$$

où : $L_{Aeq, Tambiant}$: est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A du bruit ambiant, déterminé pendant les périodes d'apparition du bruit particulier considéré.

$L_{Aeq, Trésiduel}$: est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A du bruit résiduel, déterminé pendant les périodes de disparition du bruit particulier considéré.

- **Niveau acoustique fractile, noté LN,ζ et LAN,ζ :**

Par analyse statistique de Leq courts, on peut déterminer le niveau de pression acoustique dépassé pendant N% de l'intervalle de temps considéré, dénommé « Niveau acoustique fractile ». Par exemple, $L_{90,1s}$ est le niveau de pression acoustique continu équivalent dépassé pendant 90% de l'intervalle de mesurage, avec une durée d'intégration égale à 1s. Lorsqu'il est pondéré avec la pondération A, on note $L_{A90, 1s}$.

- **Niveau de pression acoustique, noté Lp :**

Le niveau de pression acoustique est donné, en décibels, par la formule :

$$L_p = 10 \lg \left[\frac{P^2}{P_0^2} \right]$$

où : P : est la pression efficace (en pascals)

P_0 : est la pression acoustique de référence (20μPa)

E - SITUATION

E.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE

L'image suivante présente la localisation du site dans son environnement. Le site de la carrière SORECO est situé au lieu dit Pierrefonds à proximité de la commune de Saint Pierre à La Réunion.



Figure 1 : Localisation schématique de la carrière et de sa zone d'extension

Le projet d'extension se situe sur les parcelles cadastrales numéro 0227, 0483, 0709 et 0710.



Figure 2 - Référence cadastrale du projet d'extension

L'environnement proche est composé de nombreuses parcelles agricoles et de l'aéroport de Saint Pierre / Pierrefonds au Sud Ouest. La zone d'étude est en plein développement avec la ZAC Roland Hoareau qui induit l'implantation progressive de nombreux bâtiments industriels (Nord et Est du site).

Noter aussi la présence d'une autre carrière mitoyenne, parcelle Sud Ouest.

L'environnement est en pleine mutation dans un mélange d'habitations individuels, de bâtiments industriels et d'exploitation agricole.

➤ **Fin de Phase 5 :**

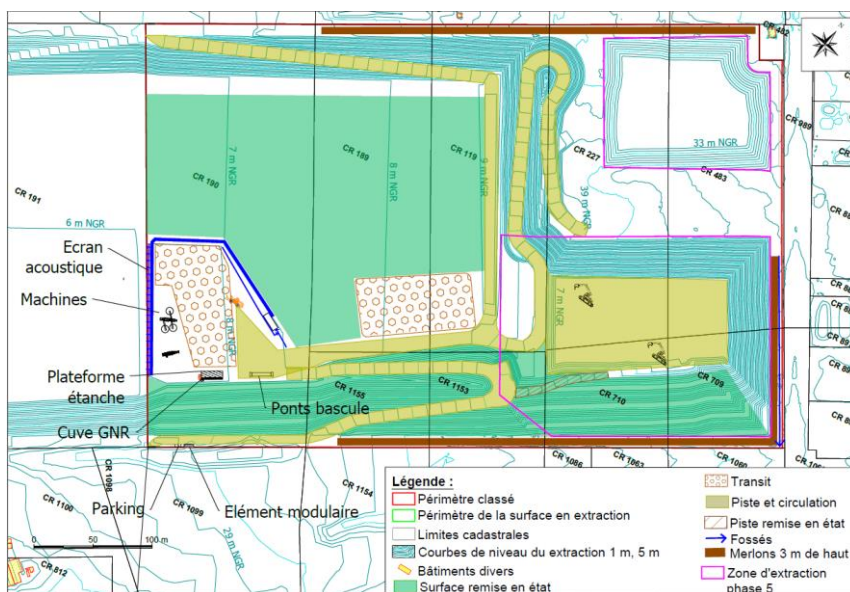


Figure 5 : Plan du projet en fin de phase 5 (Zone d'extraction coin Sud Est)

➤ **Phase 6 :**

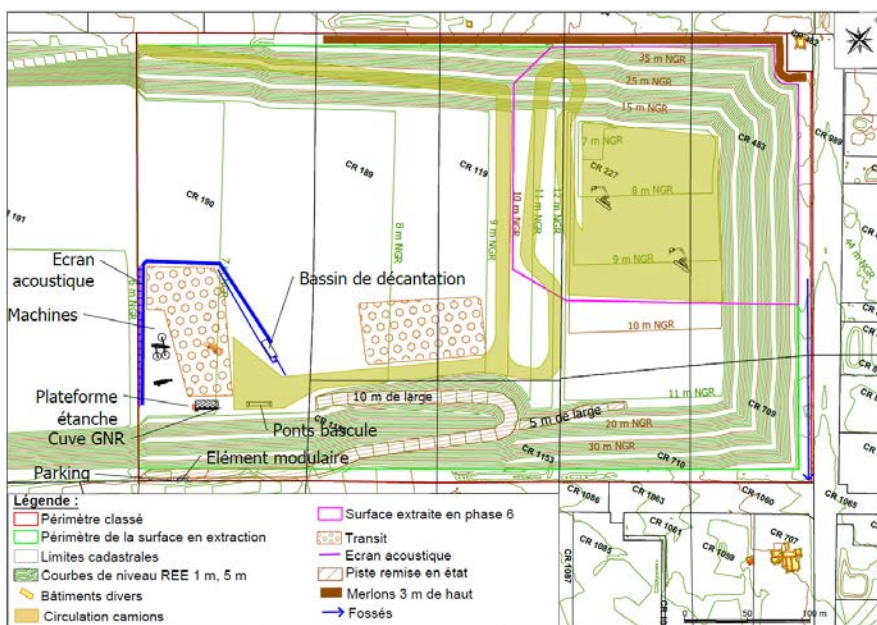


Figure 6 – Plan du projet en Phase 6 (Zone d'extraction Nord Est)

F - OBJECTIFS REGLEMENTAIRES

Le texte régissant les contraintes acoustiques du site de la carrière SORECO est :

- L'arrêté du 23 janvier 1997 pour les valeurs d'émergence à ne pas dépasser et permettant de définir les tonalités marquées.

F.1 REGLEMENTATION

F.1.1 Bruit en limite de propriété

L'arrêté préfectoral d'autorisation fixera les niveaux de bruit à ne pas dépasser en limites de propriété de l'établissement.

Les valeurs fixées par cet arrêté d'autorisation indique que :

- En période diurne, le bruit ne peut excéder **70 dB(A)**
- En période nocturne, le bruit ne peut excéder **60 dB(A)**.

F.1.2 Critère d'émergence

Les émissions sonores de l'installation ne doivent pas engendrer une émergence supérieure aux valeurs admissibles fixées dans le tableau ci-après, dans les zones où celle-ci est réglementée :

Niveau de bruit ambiant existant dans les zones à émergence réglementée (incluant le bruit de l'établissement)	Emergence admissible pour la période allant de 7 heures à 22 heures, sauf les dimanches et jours fériés	Emergence admissible pour la période allant de 22 heures à 7 heures, ainsi que les dimanches et jours fériés
Supérieur à 35 dB(A) et inférieur ou égal à 45 dB(A)	6 dB(A)	4 dB(A)
Supérieur à 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

Tableau 1 - Critère d'émergence réglementaire pour ICPE

Les zones à émergence réglementées ont déjà été définies dans des études précédentes. Elles sont présentés ci-dessous :

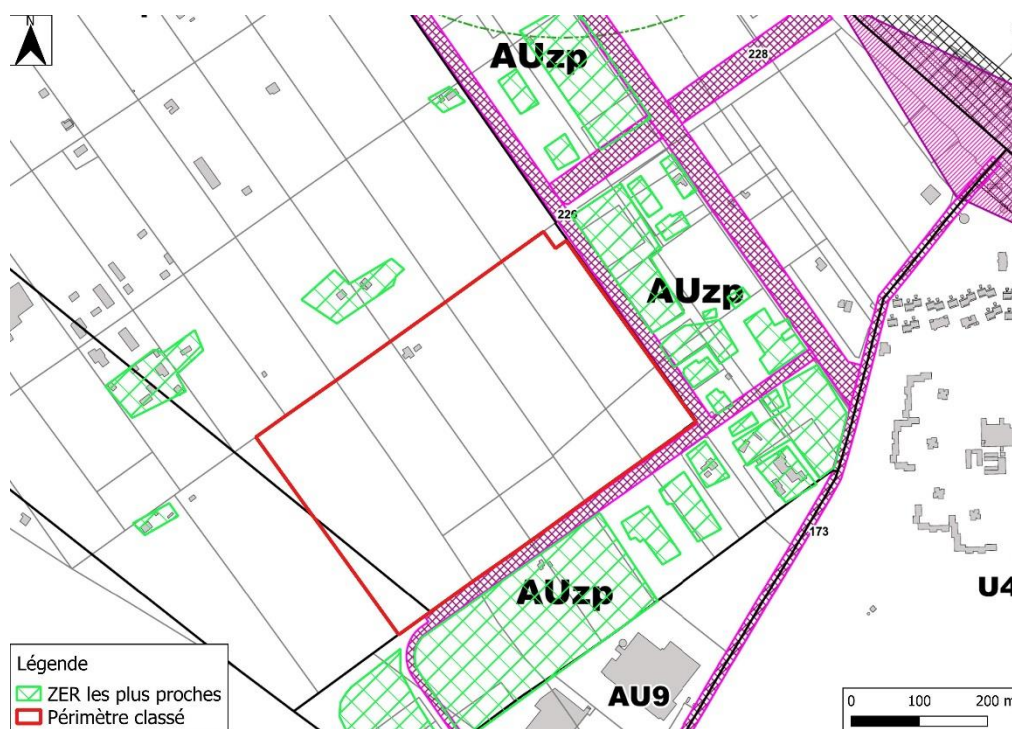


Figure 7 - Présentation des ZER (Zones à émergence réglementée) – Extrait des données communiquées par EMC² Environnement

F.1.3 Tonalité marquée

Dans le cas où le bruit est à tonalité marquée, au sens du tableau ci-dessous, de manière établie ou cyclique, sa durée d'apparition ne peut excéder 30 % de la durée de fonctionnement de l'établissement dans chacune des périodes diurnes et nocturnes définies précédemment.

50 Hz à 315 Hz	400 Hz à 1250 Hz	1600 Hz à 8000 Hz
10 dB	5 dB	5 dB

Tableau 2 - Description de la tonalité marquée

L'analyse se fera à partir d'une acquisition minimale de 10 secondes.

F.2 OBJECTIFS EN FONCTION DES MESURES REALISEES

Une campagne de mesure a été réalisée en amont de la présente étude d'impact, réalisée par EMC² Environnement. La présente étude se base sur cette évaluation de l'état initial.

F.2.1 Bruit en limite de propriété

Ce paramètre ne dépend pas des mesures d'état initial.

F.2.2 Critère d'émergence

Le rapport de mesures transmis par EMC² Environnement caractérise les niveaux de bruit résiduel diurne et nocturne (plage 06h à 07h) au droit de chaque ZER proche. Les points suivants ont été retenus.

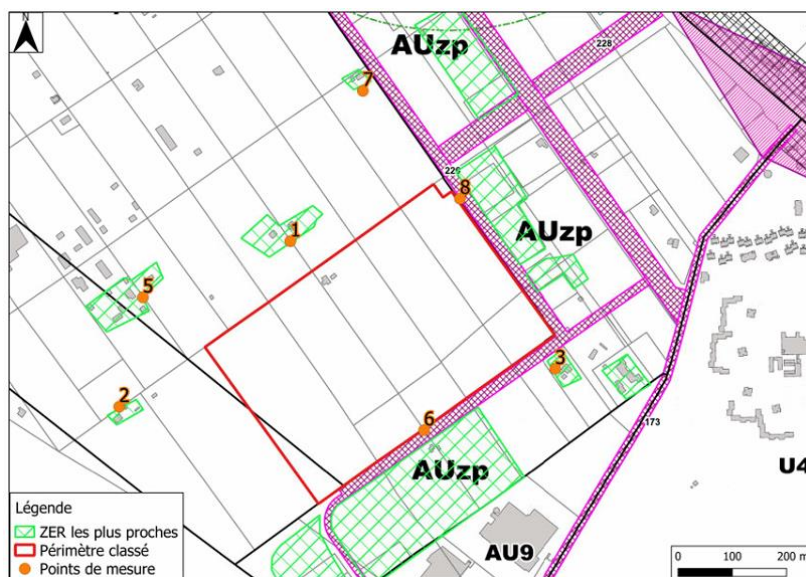


Figure 8 - Localisation des points de mesure

Noter qu'un point supplémentaire a été réalisé dans la caractérisation de l'état initial au niveau de la ZAC Roland Hoareau. En raison de l'évolution de cette zone, ce point n'a pas été retenu dans le contrôle des émergences.

Le tableau suivant présente les niveaux sonores remarquables retenus (Bruit résiduel et bruit particulier admissible) pour chacun des points et des périodes. Le niveau de bruit équivalent L_{eq} sera pris en compte car il permet d'intégrer les sources influentes intermittentes caractéristiques de la zone (Activités de l'aéroport, trafic de véhicule dans la ZAC notamment avec le centre de tri postal).

	Indice retenu	Niveau de bruit résiduel	Émergence	Objectif Ambiant maxi
Période diurne				
Point 1	LAeq	54,8 dBA	5	70 dBA
Point 2	LAeq	58,7 dBA	5	57,5 dBA
Point 3	LAeq	60,2 dBA	5	52 dBA
Point 5	LAeq	52,0 dBA	5	57 dBA
Point 6	LAeq	55 dBA	/	70 dBA
Point 7	LAeq	51,9 dBA	5	50,8 dBA
Point 8	LAeq	57,6 dBA	/	70 dBA
Période nocturne				
Point 1	LAeq	53,9 dBA	3	56,9 dBA
Point 3	LAeq	56,1 dBA	3	53,5 dBA
Point 5	LAeq	55,3 dBA	3	50,8 dBA

Tableau 3 - Niveaux sonores particuliers admissibles en ZER

Pour rappel, l'émergence est la différence arithmétique entre le niveau de bruit ambiant et le niveau de bruit résiduel. Le niveau de bruit ambiant est lui, l'addition logarithmique du niveau de bruit particulier (uniquement dû à la source étudiée) avec le niveau de bruit résiduel.

F.2.3 Tonalité marquée

Ce paramètre ne dépend pas des mesures d'état initial.

G - PRESENTATION DES SOURCES SONORES

Le présent paragraphe présente les différentes sources sonores ainsi que les hypothèses de fonctionnement prise en considération pour l'étude.

G.1 PARTIE FIXE

La partie Traitement, stockage et chargement des matériaux extraits est sur un poste fixe durant toute l'exploitation de l'extension.

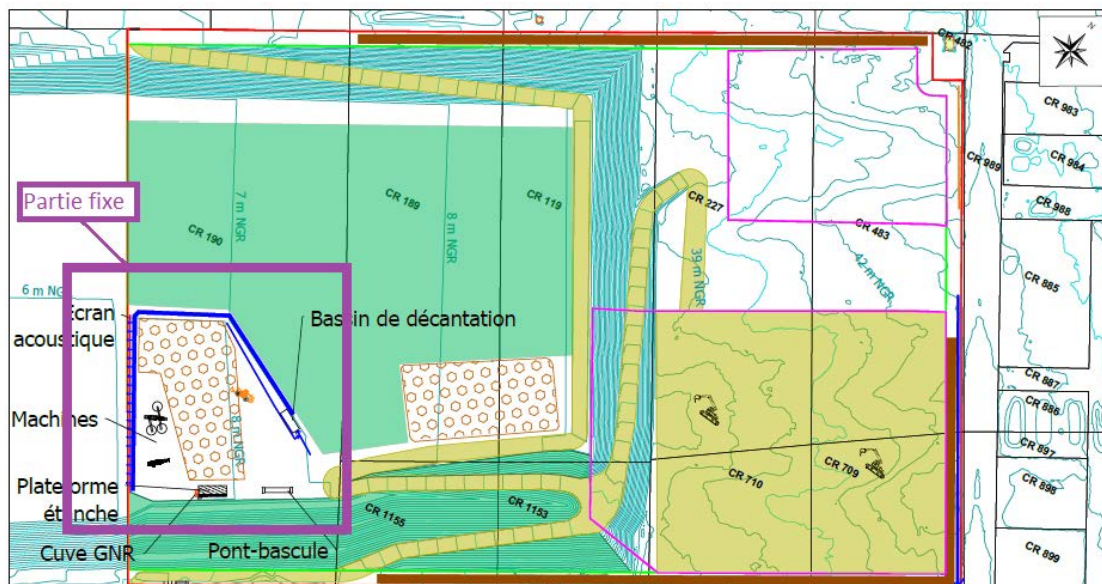


Figure 9- Localisation de la zone fixe de traitement / stockage et chargement

Une plate forme est créée à une altimétrie 8m NGR. Elle accueille les équipements de traitement de la Terre : Crible / Concasseur auquel s'ajoute une chargeuse et des zones de stockage de granulats. Noter que dans l'exploitation de la carrière, 20% des matériaux extraits seront traités sur place.

G.2 PARTIE EXTRACTION

L'extraction des matériaux est effectué à l'aide de deux pelles hydrauliques de 40 et 50 tonnes.

G.3 TRAFIC DE CAMIONS

Le site est parcouru de chemins permettant la circulation de camions routiers type 44 tonnes avec 27T de charge utile. Les camions ont pour mission principale le chargement et l'acheminement des matériaux extraits (3334 Tonnes par jour maximum) depuis le site vers une installation de traitement fixe ou des chantiers avoisinants. Noter aussi la présence de camions pour alimenter en remblais (374 Tonnes par jour).

G.3.1 Présentation des sources

G.3.1.1 Partie fixe :

➤ **Crible :**

Crible : KEESTRACK Combo 2712

Puissance 91 Kw



Figure 10 - Image d'illustration de l'équipement

Puissance acoustique : $L_w = 115 \text{ dB(A)}$

➤ **Concasseur :**

Concasseur : OM crusher Mercurio

Puissance 86 Kw



Figure 11 - Image d'illustration de l'équipement

Puissance acoustique : $L_w = 115 \text{ dB(A)}$

➤ **Chargeuses :**

Chargeuse sur pneu CAT 950

Chargeuse à chaîne CAT 963K



Figure 12 - Image d'illustration de l'équipement

Puissance acoustique : $L_w = 106 \text{ dB(A)}$

Les deux chargeuses ne sont pas utilisées en concomitance.

G.3.1.2 Extraction

Pelles hydraulique 40T et 50T

Puissance acoustique unitaire : $L_w = 105 \text{ dB(A)}$ et $L_w = 108 \text{ dB(A)}$

G.3.1.3 Camions

Les chargements et livraisons de matériaux extraits sont effectués à l'aide de camions 44T. Un total de 298 trajets sont comptabilisés par jour. La vitesse de déplacement sur le site de la carrière est de 20 km/h.

Niveau de puissance acoustique : 90 dB(A) /m (Source linéique), ce qui induit un niveau sonore de 80 dB(A) à 3 m, point fixe au passage d'un camion.

G.4 HYPOTHESES DE CALCULS

L'étude d'impact est réalisée sur l'ensemble de la durée de fonctionnement du site :

- Période diurne entre 07h et 19h avec un ralentissement d'activité entre 11h et 14h (Pause déjeuner et demandes moins fortes – Estimation à 50% du taux d'activité sur cette période)
- Période nocturne entre 06h et 07h avec uniquement le chargement et le déplacement des camions.

Les hypothèses de fonctionnement des équipements ont été élaborées en collaboration avec EMC² environnement sur l'utilisation prévisionnelle moyenne la plus proche de la réalité. Elles ont été définies suivant des hypothèses de besoins, de récurrence et de dimensionnement des installations.

L'ensemble des équipements ne possède pas de données spectrales (répartition en bandes d'octave). Il a été conclu la prise en considération des niveaux globaux en lien avec les objectifs réglementaires. La vérification du principe de tonalité marquée ne pourra être étudiée dans cette étude.

Noter que la suite de l'étude est réalisée sur la base de ces données d'entrée et hypothèses de fonctionnement. Toute variation pourra entraîner un changement de l'impact sonore et par conséquent pourra entraîner un dépassement des objectifs réglementaires.

H - DISPOSITIONS ACOUSTIQUES

Le présent paragraphe présente les dispositions acoustiques mises en œuvre sur le site pour permettre le respect des exigences réglementaires. Elles se composent par :

- La mise en place d'un merlon de 3m de hauteur implanté en périphérie des zones d'extraction – Implantation présentée ci-après
- La mise en place d'un écran acoustique au niveau de la limite de propriété avec la carrière voisine le long de la plateforme de traitement des matériaux extraits.

H.1 IMPLANTATION DES MERLONS

Des merlons seront mis en place à proximité des zones d'extraction en limite de propriété Nord, Est et Sud. Ces éléments seront composés en terre compactée. Il disposeront d'une hauteur minimale de 3m au dessus du niveau du sol.

Localisation :

Voir Plan d'implantation des dispositions acoustiques

H.2 ECRAN ACOUSTIQUE DE LA PLATEFORME DE TRAITEMENT

Mise en place d'un écran acoustique en limite de propriété Ouest (Mitoyenne avec la carrière TERRALTA) sur la plateforme de traitement des matériaux extraits.

Il sera composé par un mur en aggloméré de béton creux de 20 cm. Il présentera une masse surfacique supérieur ou égale à 275 kg/m². Il bénéficiera d'un affaiblissement acoustique $R_w(C;Ctr) \geq 55 (-1;-4)$ dB.

Sa hauteur sera supérieur à 1m du plan Source sonore des équipements Crible et concasseur. Elle est estimé à 5 m de haut.

Localisation :

Voir Plan d'implantation des dispositions acoustiques

H.3 PLAN D'IMPLANTATION DES DISPOSITIONS ACOUSTIQUES

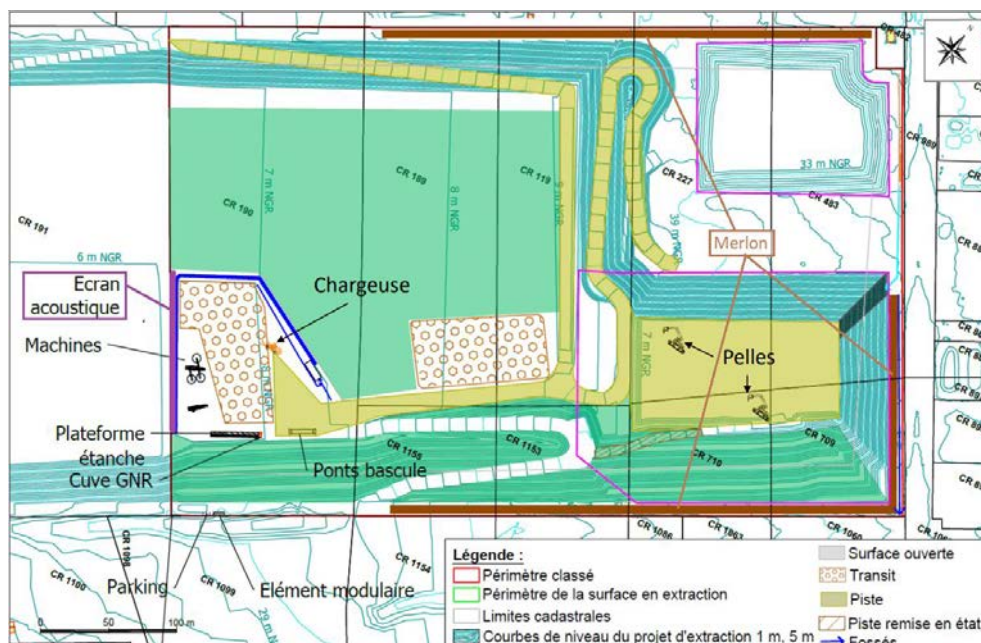


Figure 13 - Schéma d'implantation des dispositions acoustiques

I - MODELISATION

Dans le but d'estimer l'impact sonore des équipements de l'infrastructure, une modélisation acoustique du site est réalisée à l'aide du logiciel de propagation sonore dans l'environnement, IMMI 6.3. Elle permet d'estimer la propagation sonore d'une source dans son environnement suivant les normes en vigueur, notamment la norme ISO 9613 « Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre.

I.1 MODELISATION DE LA ZONE D'ETUDE

La modélisation intègre l'ensemble des bâtiments de la zone, la topographie du terrain, les équipements et les récepteurs correspondants aux diverses zones sensibles.

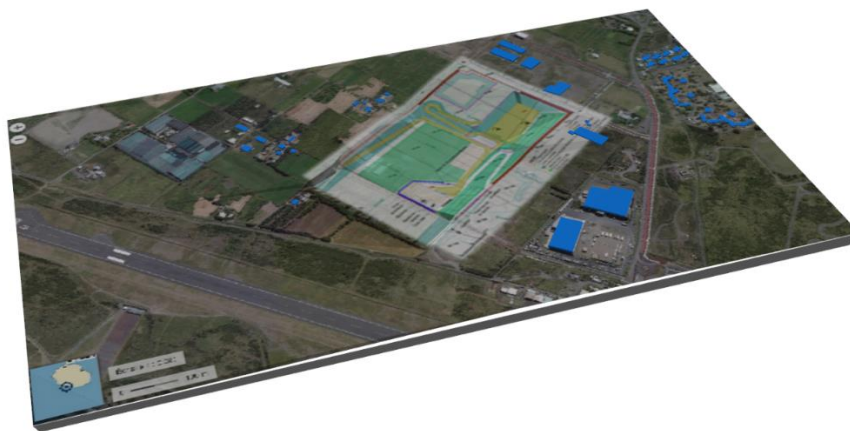


Figure 14 - Illustration de la modélisation

L'impact sonore des équipements est évalué suivant deux aspects :

- Bruit en limite de propriété
- Emergences dans les ZER

Les points de calculs ont été définis en amont de l'étude par EMC² Environnement autour du site. Elles sont présentées ci-après.



Figure 15 - Localisation des points de calculs

Noter que les niveaux sonores en limite de propriété seront étudiés par cartographie de niveaux sonores en plus des deux points de calculs.

Dans les parties suivantes, afin de faciliter la lecture des résultats, nous utiliserons le code couleur suivant :

X dB	Y dB
Cohérent à la réglementation	Non cohérent à la réglementation

Tableau 4 - Code couleur pour analyse des résultats

I.2 INTEGRATION DES SOURCES

Les différentes sources issues des équipements sont intégrées dans le modèle à leur emplacement prévu. Elles sont de nature ponctuelles pour les équipements de la carrière (Pelles, chargeuse, crible et concasseur) et linéaire pour les chemins empruntés par les camions. Aucune directivité n'est intégrée sur les équipements, la propagation sonore est considéré comme omnidirectionnelle.

I.3 CONFIGURATIONS TESTEES

Plusieurs configurations seront testées. Elles représentent les évolutions de l'exploitation du site au cours du temps :

- Début de Phase 5 avec les équipements d'extraction au niveau sol
- Fin de phase 5 avec les équipements d'extraction à 7m NGR
- Début de phase 6 avec le commencement de l'extraction sur la deuxième zone (Niveau sol)
- Fin de phase 6
- Période nocturne avec le chargement et le déplacement des camions

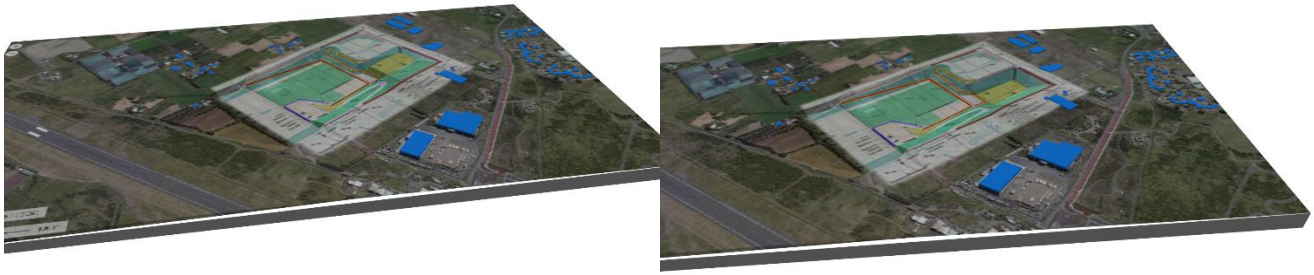


Figure 16 - Phase 5 - Début (A gauche) et Fin (A droite)

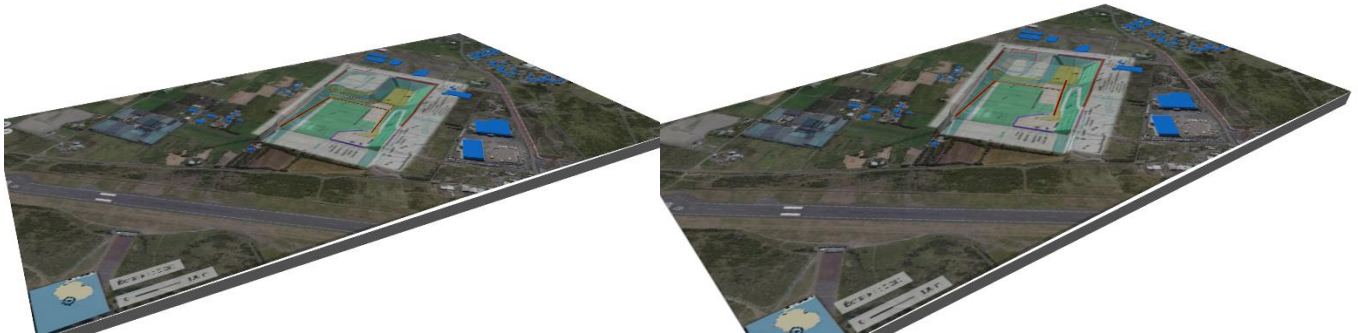


Figure 17 - Phase 6 - Début (A gauche) et Fin (A droite)

La même étude sera réalisée pour l'impact sonore nocturne entre 06 et 07h où seul l'activité de chargement de camions de transport est réalisée.

I.4 RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Pour chaque item étudié, les résultats escomptés suivants seront présentés pour une période entière (diurne ou nocturne) en intégrant les correctifs temporels liés à la durée d'apparition de ceux-ci :

- Bruit particulier sur l'ensemble des points de calculs
- Emergence et cohérence avec la réglementation dans les zones ZER
- Grille de niveaux sonores à une hauteur de 1,5m du sol (Vérification du bruit en limite de propriété)
- Interprétation des résultats

J - IMPACT SONORE

Le présent paragraphe présente l'impact sonore avec la mise en place de dispositions correctives présentées paragraphe H – Disposition acoustique.

Noter que le niveau de bruit est évalué pour la durée totale de chaque période réglementaire. Les équipements fonctionnant par alternance ou sur une tâche spécifique lors d'activités de maintenance voient leurs niveaux sonores pondérés sur la durée d'apparition de l'équipement sur la période considérée.

J.1 GRILLE DE NIVEAU SONORE

Les grilles de niveaux sonores sont présentés pour les différents états de la carrière.

J.1.1 Période diurne – Exploitation complète

➤ Phase 5 – Début :

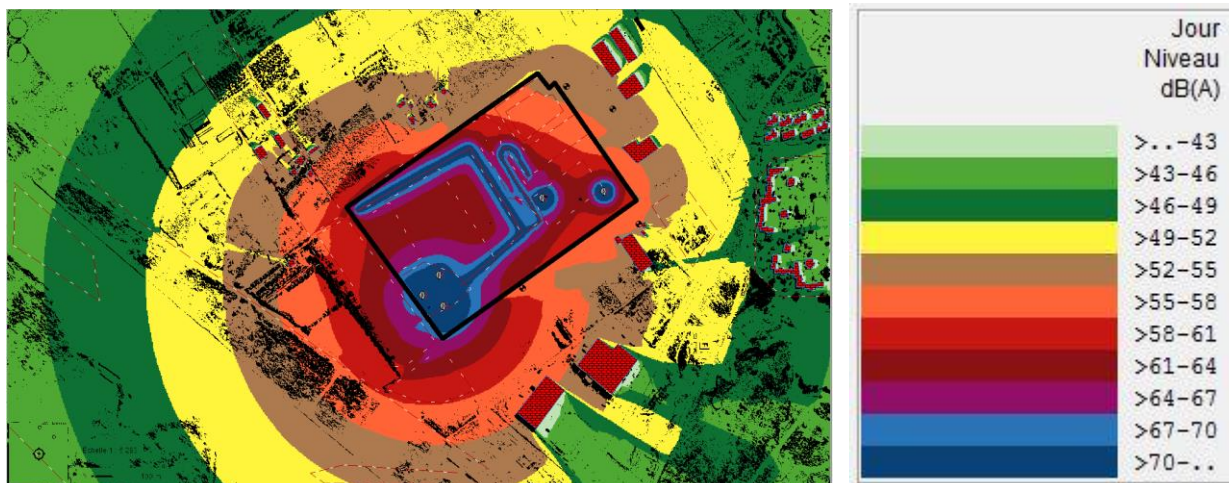


Figure 18 - Grille de niveaux sonores - Phase 5, début d'extraction

➤ Phase 5 – Fin :

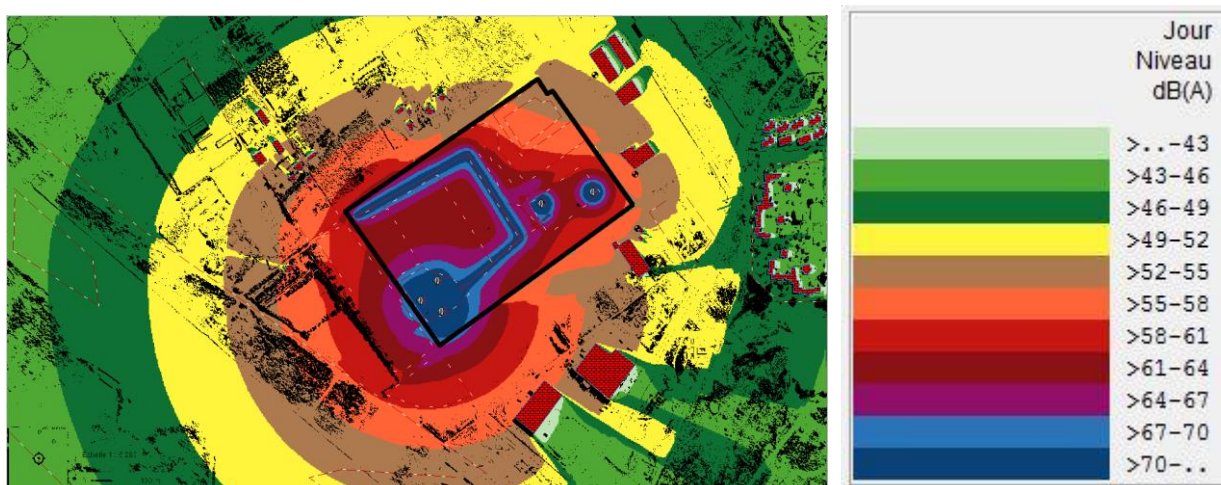


Figure 19 - Grille de niveaux sonores - Phase 5, Fin d'extraction

➤ **Phase 6 – Début :**

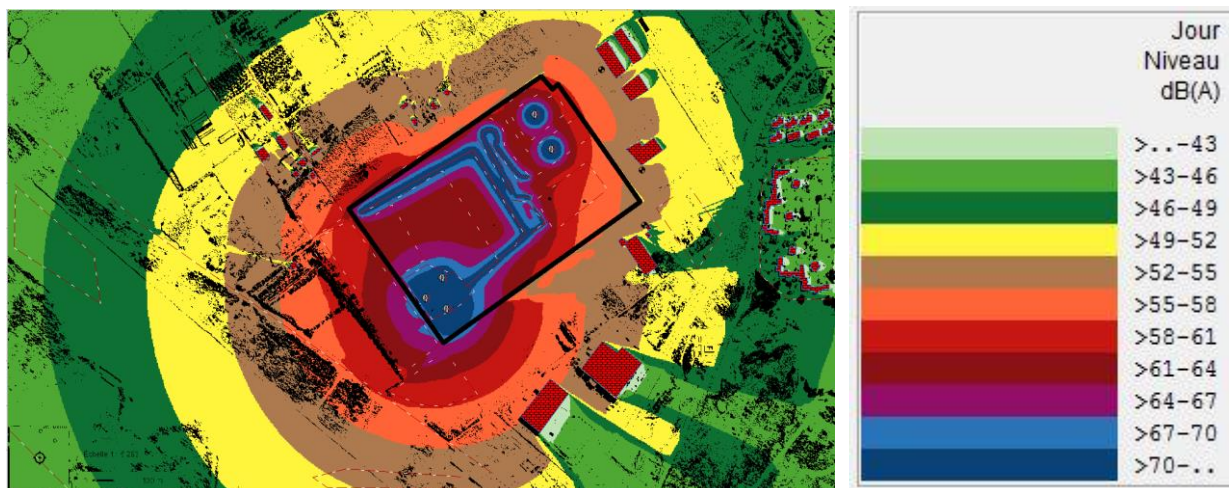


Figure 20 - Grille de niveaux sonores - Phase 6, début d'extraction

➤ **Phase 6 – Fin :**

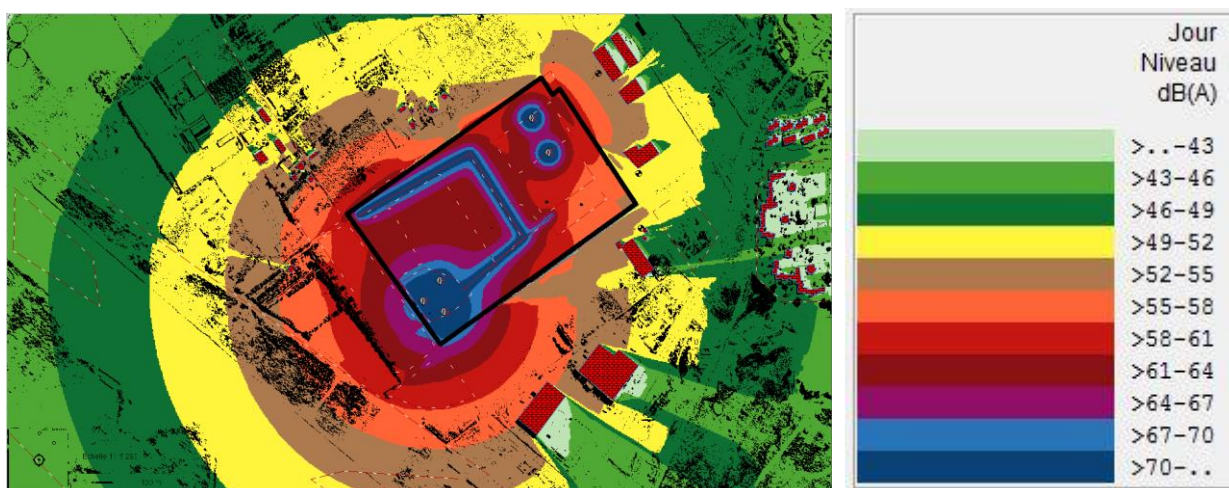


Figure 21 - Grille de niveaux sonores - Phase 6, Fin d'extraction

Le niveau objectif de 70 dB(A) en limite de propriété est atteint ou dépassé dans les zones du code couleur Bleu Foncé (>70-..). Les zones concernées sont situés uniquement à l'intérieur du site. Pour confirmer cela, deux points de calculs en limite de propriété ont été insérés dans le modèle de simulation (Point n°6 et n°8). Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Bruit en LdP (En dB(A))		Début	Fin	Début	Fin
Point		Phase 5	Phase 5	Phase 6	Phase 6
n°6	LdP Sud	53,7	53,0	53,2	52,8
n°8	LdP Nord Est	53,0	52,2	56,1	57,1

Tableau 5 - Niveau de bruit en limite de propriété aux points de calculs

Les niveaux objectifs de bruit en limite de propriété sont respectés en exploitation pendant la période diurne.

J.1.2 Période nocturne – Chargement de camion

Le chargement de camion est relativement similaire entre les différents états de la carrière. Le paramètre fluctuant concerne le chemin des camions, évolutif suivant l'avancée de l'extraction. Le cas le plus défavorable sera présenté.

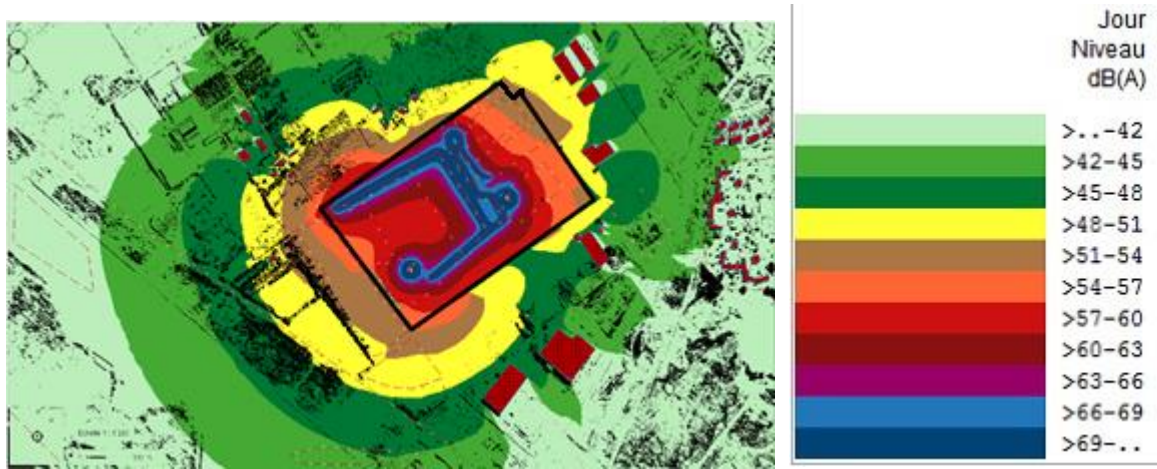


Figure 22 - Grille de niveaux sonores - Activités en période nocturne

Le niveau de bruit en limite de propriété ne dépasse pas 60 dB(A) en période nocturne. Il est en cohérence avec les objectifs visés.

J.2 NIVEAUX DE BRUIT PARTICULIER DE L'ENSEMBLE DES SOURCES EN ZER

Le tableau suivant présente les niveaux de bruit particulier des différentes sources de la carrière en période diurne aux points de calculs pour les 4 configurations étudiées.

Phase 5 - Début		Equipement					Mouvement de camion							Global A
Point		Crible	Concasseur	Chargeuse	Pelle 1	Pelle 2	Entrée 1	Entrée 2	Traitement	Extraction 1	Extraction 2	Extraction 3	Extraction 4	
n°1	ZER Nord	47,3	46,7	39,0	42,3	36,5	45,0	36,2	37,5	30,5	31,1	38,3	34,1	52,7
n°2	ZER Teralta	50,2	48,9	40,5	38,4	32,5	46,8	39,6	38,7	31,9	31,1	32,6	28,6	54,4
n°3	ZER Sud Est	44,3	45,2	36,2	45,4	49,0	40,9	40,4	36,1	33,0	35,0	36,1	33,8	53,4
n°5	ZER Nord Ouest	48,2	47,1	39,3	39,2	33,2	48,3	39,7	38,4	32,4	32,2	33,9	29,8	53,6
n°7	ZER Nord	42,8	42,6	34,5	40,0	35,9	35,9	35,8	36,0	30,7	32,1	36,4	31,9	48,7

Tableau 6 - Niveau de bruit particulier en période diurne calculé en ZER – Début de Phase 5

Phase 5 - Fin		Equipement					Mouvement de camion				Global A
Point		Crible	Concasseur	Chargeuse	Pelle 1	Pelle 2	Extraction 1	Entrée 1	Entrée 2	Traitement	
n°1	ZER Nord	47,3	46,7	39,0	35,1	32,2	31,8	45,0	36,2	37,5	52,0
n°2	ZER Teralta	50,2	48,9	40,5	26,5	32,3	33,3	46,8	39,6	38,7	54,2
n°3	ZER Sud Est	44,3	45,2	36,2	38,3	34,9	31,0	40,8	40,4	36,1	50,1
n°5	ZER Nord Ouest	48,2	47,1	39,3	29,5	33,0	33,2	48,3	39,7	38,4	53,3
n°7	ZER Nord	42,8	42,6	34,5	36,7	34,4	31,1	35,9	35,8	36,0	47,8

Tableau 7 - Niveau de bruit particulier en période diurne calculé en ZER – Fin de Phase 5

Phase 6 - Début		Equipement					Mouvement de camion						Global A	
Point		Crible	Concasseur	Chargeuse	Pelle 1	Pelle 2	Extraction 1	Extraction 2	Extraction 3	Extraction 4	Entrée 1	Entrée 2		Traitement
n°1	ZER Nord	47,3	46,7	39,0	40,4	41,3	32,4	33,7	35,3	35,3	45,0	36,2	37,5	52,7
n°2	ZER Teralta	50,2	48,9	40,5	34,8	35,1	33,9	35,5	32,6	32,9	46,8	39,6	38,7	54,4
n°3	ZER Sud Est	44,3	45,2	36,2	39,9	42,3	34,7	37,5	34,4	36,7	40,8	40,4	36,1	51,3
n°5	ZER Nord Ouest	48,2	47,1	39,3	35,9	36,2	34,6	36,2	32,3	33,8	48,3	39,7	38,4	53,6
n°7	ZER Nord	42,8	42,6	34,5	40,5	40,2	32,8	32,5	32,9	35,2	35,9	35,8	36,0	49,2

Tableau 8 - Niveau de bruit particulier en période diurne calculé en ZER – Début de Phase 6

Phase 6 - Fin		Equipement					Mouvement de camion				Global A
Point		Crible	Concasseur	Chargeuse	Pelle 1	Pelle 2	Extraction 1	Entrée 1	Entrée 2	Traitement	
n°1	ZER Nord	47,3	46,7	39,2	31,7	34,9	33,9	45,0	38,4	39,2	52,1
n°2	ZER Teralta	50,2	48,9	40,5	34,5	34,5	33,2	46,8	39,6	38,7	54,3
n°3	ZER Sud Est	44,3	45,2	36,2	38,5	38,3	31,6	40,8	40,4	36,1	50,3
n°5	ZER Nord Ouest	48,2	47,1	39,3	28,6	35,5	33,2	48,3	39,7	38,4	53,4
n°7	ZER Nord	42,9	42,7	34,7	28,2	32,8	31,9	36,8	37,7	36,3	47,8

Tableau 9 - Niveau de bruit particulier en période diurne calculé en ZER – Fin de Phase 6

Le tableau suivant présente le niveau de bruit des sources en période nocturne.

Période nocturne		Equipement					Mouvement de camion							Global A
Point		Crible	Concasseur	Chargeuse	Pelle 1	Pelle 2	Entrée 1	Entrée 2	Traitement	Extraction 1	Extraction 2	Extraction 3	Extraction 4	
n°1	ZER Nord	SO	SO	40,8	44,1	SO	45,0	36,2	37,5	30,5	31,1	38,3	34,1	49,0
n°3	ZER Sud Est	SO	SO	38,0	47,2	SO	40,9	40,4	36,1	33,0	35,0	36,1	33,8	49,6
n°5	ZER Nord Ouest	SO	SO	41,1	41,0	SO	48,3	39,7	38,4	32,4	32,2	33,9	29,8	50,1

Tableau 10 - Niveau de bruit particulier en période nocturne calculé en ZER – Période nocturne

Noter que 23 rotations de camions ont été pris en compte sur la période nocturne, soit équivalent à un trafic normal sur une heure.

J.3 EMERGENCE EN ZER

Le tableau ci-dessous présente les émergences estimées au niveau des ZER pour les périodes réglementaires suivants les différentes configurations de la carrière.

➤ **Période diurne :**

Emergence (en dB(A))		Bruit résiduel	Début	Fin	Début	Fin
Point			Phase 5	Phase 5	Phase 6	Phase 6
n°1	ZER Nord	54,8	2	2	2	2
n°2	ZER Teralta	58,7	1	1	1	1
n°3	ZER Sud Est	60,2	1	0	1	0
n°5	ZER Nord Ouest	52,0	4	4	4	4
n°7	ZER Nord	51,9	2	1	2	1

Tableau 11 – Emergence en ZER

L'émergence est en cohérence avec les objectifs réglementaires aux 7 points de calculs retenus pour un fonctionnement de la carrière en période diurne entre 07 et 19h.

➤ **Période nocturne :**

Période nocturne		Bruit résiduel	Bruit particulier	Bruit ambiant	Emergence
Point					
n°1	ZER Nord	53,9	49,0	55,1	1
n°3	ZER Sud Est	56,1	49,6	57,0	1
n°5	ZER Nord Ouest	55,3	50,1	56,5	1

Tableau 12 - Emergence en période nocturne

L'émergence en période nocturne est en cohérence avec les objectifs réglementaires.

K - GAIN APPORTE PAR LES DISPOSITIONS MISES EN OEUVRE

Le présent paragraphe présente l'impact sonore sans mise en place de disposition corrective. Ainsi, les merlons de 3m en périphérie du site et les écrans acoustiques ne sont pas intégrés. Cela a pour objectif de montrer l'impact apporté par la création des merlons et la mise en place d'un écran acoustique au niveau de la plateforme de traitement des matériaux extraits.

K.1 BRUIT EN LIMITE DE PROPRIETE

La non mise en place des dispositions acoustiques engendre un dépassement du bruit en limite de propriété au niveau de la plateforme de traitement. L'absence de merlons en périphérie des zones d'extraction peut engendrer un dépassement lorsque les pelles sont à proximité immédiate de la limite de propriété, notamment lors du début d'exploitation (Equipement au niveau du sol). En effet, le niveau limite (70 dB(A)) est dépassé sur une zone de 25 m autour de l'équipement.

Ces observations sont illustrées dans la grille de niveaux sonores suivante.

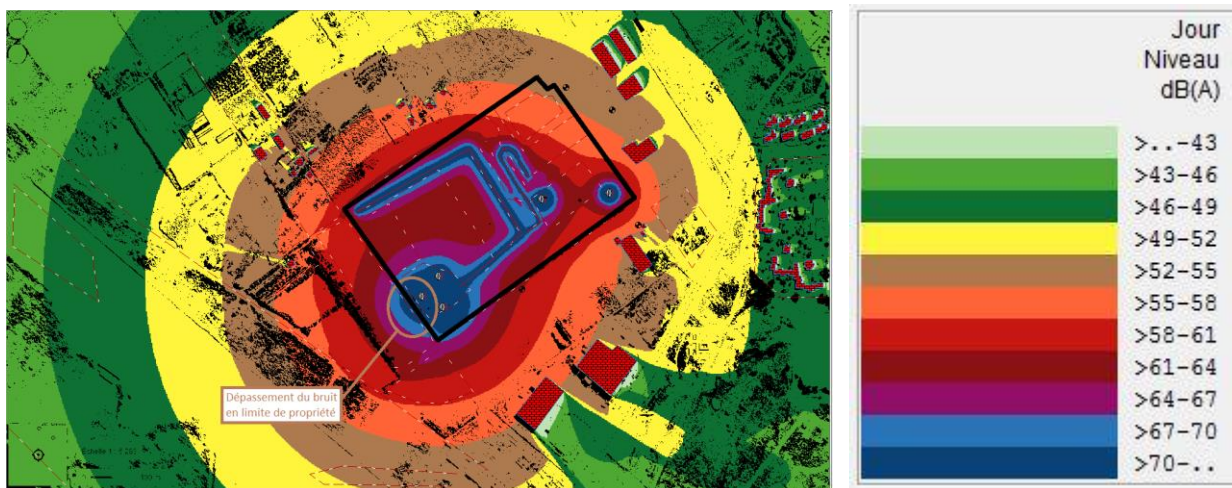


Figure 23 - Grille de niveaux sonores sans dispositions acoustiques

Les cartographies dans les autres configurations de la carrière amène aux mêmes conclusions. Elles ne sont pas présentés pour éviter toute redondance.

K.2 IMPACT SONORE EN ZER

Le tableau suivant présente les niveaux de bruit particulier des différentes sources de la carrière en période diurne aux points de calculs pour les 4 configurations étudiées.

Phase 5 - Début		Equipement				Mouvement de camion						Global A		
Point		Crible	Concasseur	Chargeuse	Pelle 1	Pelle 2	Entrée 1	Entrée 2	Traitement	Extraction 1	Extraction 2	Extraction 3	Extraction 4	
n°1	ZER Nord	48,0	47,4	40,1	43,6	36,5	52,2	46,9	41,1	36,8	38,1	41,2	35,8	56,2
n°2	ZER Teralta	50,3	48,9	40,5	38,1	32,3	46,8	39,6	38,7	31,9	31,1	32,6	28,6	54,4
n°3	ZER Sud Est	45,3	45,9	37,2	46,2	51,3	41,2	42,9	41,0	39,1	35,8	36,2	34,0	55,1
n°5	ZER Nord Ouest	48,2	47,1	39,3	38,9	33,0	48,8	40,5	38,4	32,4	32,2	33,9	29,8	53,8
n°7	ZER Nord	43,1	42,9	34,9	40,0	35,6	42,6	41,2	36,5	32,6	33,6	36,7	31,9	50,1

Tableau 13 - Niveau de bruit particulier en période diurne calculé en ZER – Début de Phase 5

Phase 5 - Fin		Equipement					Mouvement de camion				Global A
Point		Crible	Concasseur	Chargeuse	Pelle 1	Pelle 2	Extraction 1	Entrée 1	Entrée 2	Traitement	
n°1	ZER Nord	48,0	47,4	40,1	42,3	37,1	36,2	52,2	46,9	41,1	55,8
n°2	ZER Teralta	50,3	48,9	40,5	26,5	32,4	33,3	46,8	39,6	38,7	54,3
n°3	ZER Sud Est	45,3	45,9	37,3	46,3	47,4	37,8	41,7	43,4	41,0	53,7
n°5	ZER Nord Ouest	48,2	47,1	39,3	29,5	33,0	33,2	48,8	40,5	38,4	53,5
n°7	ZER Nord	43,1	42,9	34,9	39,5	35,9	32,0	42,6	41,2	36,5	49,7

Tableau 14 - Niveau de bruit particulier en période diurne calculé en ZER – Fin de Phase 5

Phase 6 - Début		Equipement					Mouvement de camion						Global A	
Point		Crible	Concasseur	Chargeuse	Pelle 1	Pelle 2	Extraction 1	Extraction 2	Extraction 3	Extraction 4	Entrée 1	Entrée 2		Traitement
n°1	ZER Nord	48,0	47,4	40,1	43,2	41,8	39,1	44,0	43,4	40,9	52,2	46,9	41,1	56,6
n°2	ZER Teralta	50,3	48,9	40,5	34,8	35,1	33,9	35,5	32,6	32,9	46,8	39,6	38,7	54,4
n°3	ZER Sud Est	45,3	45,9	37,3	41,1	44,7	41,1	38,9	35,3	38,2	41,7	43,4	41,0	53,0
n°5	ZER Nord Ouest	48,2	47,1	39,3	36,2	36,2	34,6	36,7	34,1	34,1	48,8	40,5	38,4	53,8
n°7	ZER Nord	43,1	42,9	34,9	42,6	40,4	34,7	38,6	37,9	36,1	42,6	41,2	36,5	51,1

Tableau 15 - Niveau de bruit particulier en période diurne calculé en ZER – Début de Phase 6

Phase 6 - Fin		Equipement					Mouvement de camion				Global A
Point		Crible	Concasseur	Chargeuse	Pelle 1	Pelle 2	Extraction 1	Entrée 1	Entrée 2	Traitement	
n°1	ZER Nord	48,0	47,4	40,0	43,2	41,7	36,4	52,2	47,0	41,2	56,0
n°2	ZER Teralta	50,3	48,9	40,5	34,5	34,5	33,2	46,8	39,6	38,7	54,3
n°3	ZER Sud Est	45,3	45,9	37,3	40,8	43,2	37,8	41,7	43,6	41,0	52,3
n°5	ZER Nord Ouest	48,2	47,1	39,3	36,1	35,7	33,2	48,8	40,5	38,4	53,6
n°7	ZER Nord	43,1	42,9	34,9	42,6	39,9	32,3	42,9	40,9	36,6	50,4

Tableau 16 - Niveau de bruit particulier en période diurne calculé en ZER – Fin de Phase 6

Le niveau de bruit particulier augmente sans les dispositions acoustiques :

- De l'ordre de 4 dB(A) au point n°1
- De 1 à 3 dB(A) au niveau des points n°3 et n°7

Ces niveaux de bruit particulier permettent d'estimer l'émergence aux points de calculs. Elle est présentée ci-dessous.

Emergence (en dB(A))		Bruit résiduel	Début Phase 5	Fin Phase 5	Début Phase 6	Fin Phase 6
Point						
n°1	ZER Nord	54,8	4	4	4	4
n°2	ZER Teralta	58,7	1	1	1	1
n°3	ZER Sud Est	60,2	1	1	1	1
n°5	ZER Nord Ouest	52,0	4	4	4	4
n°7	ZER Nord	51,9	2	2	3	2

Tableau 17 - Emergence aux points de calculs sans dispositions acoustiques – Période diurne

Période nocturne		Bruit résiduel	Bruit particulier	Bruit ambiant	Emergence
Point					
n°1	ZER Nord	53,9	54,6	57,3	3
n°3	ZER Sud Est	56,1	51,0	57,3	1
n°5	ZER Nord Ouest	55,3	50,5	56,5	1

Tableau 18 - Emergence aux points de calculs sans dispositions acoustiques – Période nocturne

La non mise en place des dispositions acoustiques ne semble pas engendrer de dépassements de l'émergence réglementaire.

L - IMPACT CUMULE DES DEUX CARRIERES

La carrière SORECO est mitoyenne d'une seconde carrière, la carrière Teralta. Elle se situe au Sud Est du site étudié. Le présent paragraphe présente l'impact cumulé des deux exploitations.



Figure 24 - Localisation des deux carrières

Une étude d'impact sonore prévisionnelle a été réalisée sur la carrière TERALTA. Les niveaux sonores produits par la carrière TERALTA seront issus de cette étude. Elle a été effectuée par GEOPlus Environnement pour un état de la carrière à T0 + 5 ans.

Six points de calculs ont été étudiés dont 3 en limite de propriété et 3 en ZER. Le plan suivant, extrait du rapport, présente la localisation des points de mesure ainsi que les niveaux de bruit résiduel mesuré et le niveau de bruit ambiant projeté.

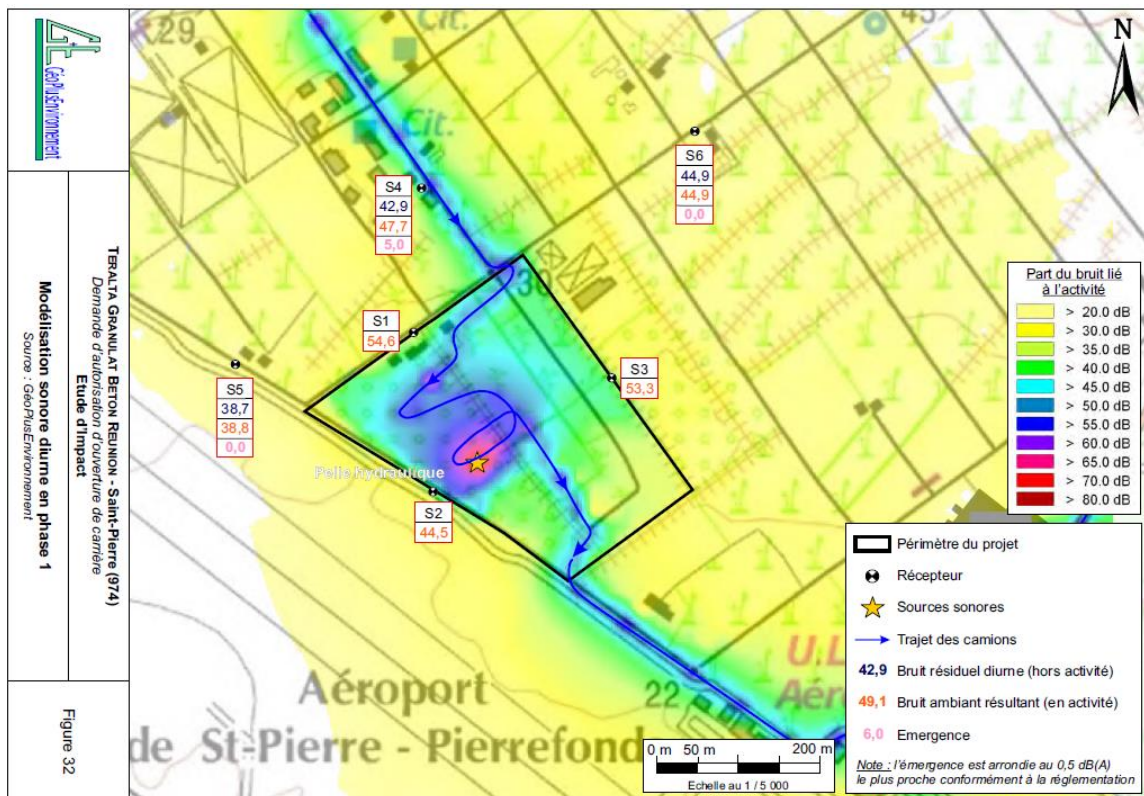


Figure 25 - Etude d'impact prévisionnelle de la carrière Teralta - Extrait du rapport

Un tableau de résultats est renseigné dans l'étude. Il permet d'obtenir le niveau de bruit particulier estimé pour la carrière Teralta.

Points récepteurs	Localisation	A Modélisation du bruit lié à l'activité en dB(A)
S1 Limite	Limite Nord-Ouest	31,7
S2 Limite	Limite Site - Aéroport	34,5
S3 Limite	Limite Nord-Est	36,4
S4 ZER	Habitations Nord	46,0
S5 ZER	Habitation Ouest	23,7
S6 ZER	Habitations Nord-Est	24,1

Figure 26 - Tableau de résultat extrait du rapport Teralta

L'étude conclut qu'au delà du point S6, la carrière Teralta n'engendre plus d'impact sur l'émergence (Bruit particulier 10 dB ou plus inférieur au bruit résiduel. La maison sur le site de la carrière Teralta est inoccupée pendant l'exploitation de celle-ci. Il n'y aura pas d'impact concomitant sur ce point.

Ainsi, le fonctionnement cumulé des deux carrières ne devrait avoir un impact commun uniquement sur le point S4 (Etude Teralta) / Equivalent au point n°5 dans la présente étude. L'émergence est estimée avec les deux carrières en fonctionnement. L'impact sonore est présenté dans le tableau ci-dessous.

Emergence (en dB(A))	Bruit particulier		Bruit résiduel	Bruit ambiant	Emergence
Point					
Carrière Soreco	53,6	54,3	52,0	56,3	4
Carrière Teralta	46,0				

Tableau 19 - Emergence au point n°5 avec les deux carrières en fonctionnement

Le niveau de bruit particulier cumulé augmente légèrement au point n°5 avec les deux carrières en fonctionnement. L'émergence cumulée reste à 4 dB(A), en cohérence avec les objectifs réglementaires.

La cartographie suivante présente l'impact sonore cumulé avec le fonctionnement des deux carrières.

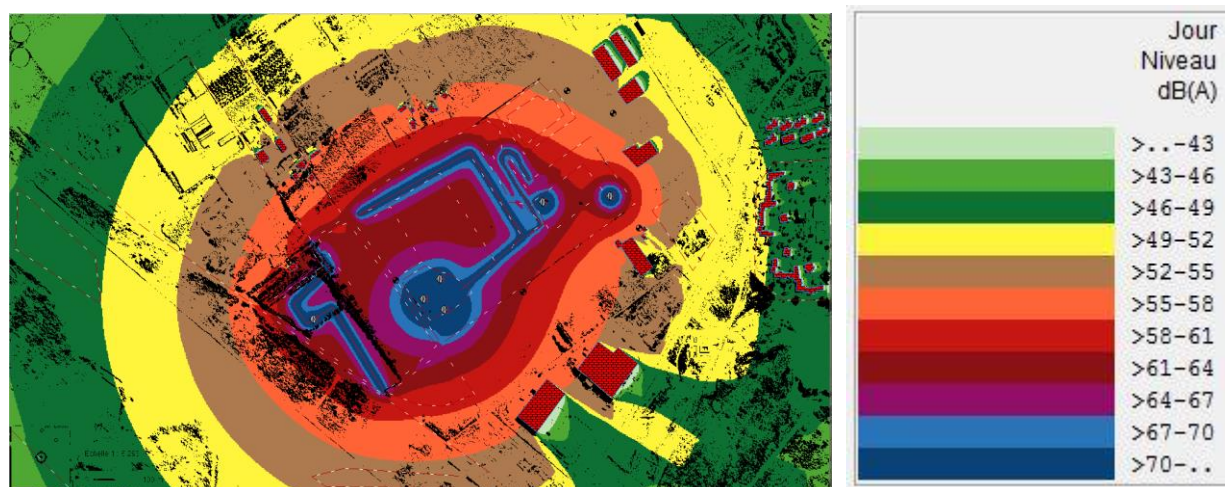


Figure 27 - Grille de niveaux sonores de l'activité des deux carrières cumulées

Noter que l'impact de la carrière Teralta est défini suivant les paramètres d'entrée de l'étude d'impact prévisionnelle. Cet impact est présenté à titre informatif.

La grille suivante présente le comparatif sonore entre l'impact de la carrière SORECO uniquement (Phase 5 – Début) et l'état avec les deux carrières cumulées (Grille précédente).

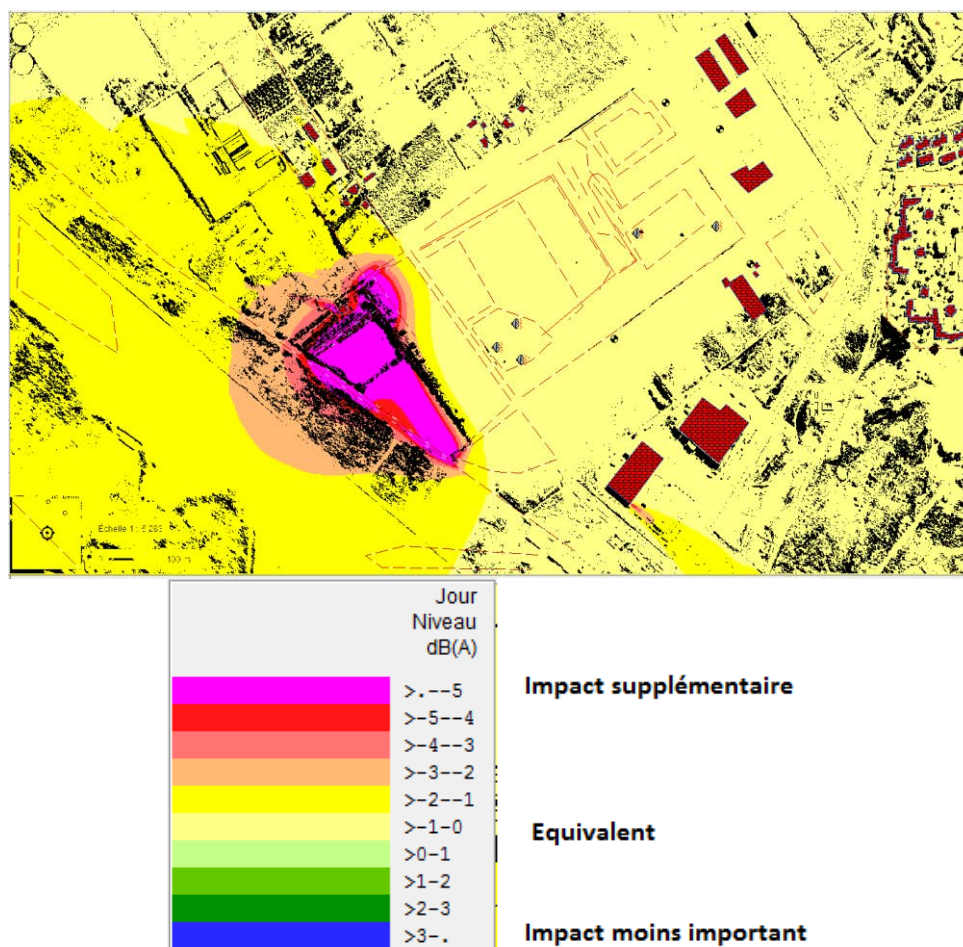


Figure 28 - Evolution de l'impact sonore avec les deux carrières en fonctionnement sur la zone d'étude

La grille montre bien que le bruit augmente au niveau de la propriété de la carrière Teralta (Proximité des nouvelles sources de bruit). L'impact cumulé engendre une augmentation de 1 à 2 dB maximum sur la zone au Nord Ouest de la carrière Teralta, lié principalement à la proximité de la carrière Teralta. Le point n°5 se situe dans cette zone.

L'impact sonore cumulé des deux carrières ne semble pas engendrer de dégradations importantes sur les zones communes tierces.

M - SYNTHÈSE

La présente étude d'impact porte sur l'extension de la carrière SORECO, au lieu-dit Pierrefonds, près de Saint Pierre sur l'île de la Réunion.

Au préalable de cette étude, une campagne de mesures de l'état sonore initial avait été réalisée par EMC² Environnement. Celle-ci a permis de fixer les exigences de niveaux sonores en ZER du site.

Pour évaluer l'impact sonore, une modélisation acoustique est effectuée à l'aide du logiciel IMMI dans sa version 2014. Celle-ci se base sur les données fournies par EMC² Environnement (Niveaux sonores des équipements et durée d'apparition des différentes activités du site).

Afin de respecter les objectifs visés, des dispositions acoustiques seront mis en œuvre :

- Création de merlons de 3m de haut en périphérie des zones d'extraction
- Mise en place d'un écran acoustique en bloc aggloméré de béton creux d'épaisseur 20 cm et de hauteur au dessus de 1m des équipements de traitement. Cet écran sera disposé le long de la limite de propriété Ouest, au niveau de la plateforme de traitement des matériaux extraits.

La modélisation permet de montrer que suivant les hypothèses de niveaux sonores, de régimes de fonctionnement, de durée d'utilisation de l'ensemble des équipements :

- Les niveaux de bruit en limite de propriété respectent les exigences acoustiques.
- Les niveaux sonores en ZER respecteront les exigences acoustiques.

Les hypothèses sont présentées dans le paragraphe G « Présentation des sources sonores ».

L'étude se base sur des données en niveau global, car certains équipements ne disposent pas de données en bandes d'octave. Par conséquent, les tonalités marquées ne peuvent être vérifiées. Afin de déterminer une éventuelle tonalité marquée, il aurait fallu que celles-ci soient en bandes de tiers d'octave. Au vue des sources présentes, il ne devrait pas y avoir de tonalité marquée car les moteurs des équipements sont plutôt large bande.

Noter pour finir que l'exploitant du site devra faire réaliser par un bureau d'étude indépendant des mesures de niveaux sonores en limite de propriété et en ZER après le démarrage des activités dans le cadre du contrôle périodique des installations ICPE. La simulation a permis de savoir à quels points les niveaux sonores sont potentiellement les plus importants ou les plus impactants. L'exploitant en tiendra compte dans le choix des points de mesures.

Documents techniques

ANNEXE 3 - Pièce 1

Fiches techniques du flocculant

Fiche de données de sécurité

page: 1/9

BASF Fiches de données de sécurité selon le règlement n° 1907/2006/CE

Date / mise à jour le: 30.12.2010

Produit: **Zetag® 4139**

Version: 2.0

(ID Nr. 30506491/SDS_GEN_FR/FR)

date d'impression 04.06.2013

1. Identification de la substance / préparation et de la société / entreprise.

Identificateur de produit

Zetag® 4139

Utilisations identifiées pertinentes de la substance ou du mélange et utilisations déconseillées

Utilisations identifiées significatives: agent floculant

Renseignements concernant le fournisseur de la fiche de données de sécurité

Société:
BASF SE
67056 Ludwigshafen
GERMANY

Adresse de contact:
BASF France
49, avenue Georges Pompidou
92593 Levallois-Perret Cedex
FRANCE

Téléphone: +33 1 4964-5732
adresse E-Mail: securite-produits.france@basf.com

Numéro d'appel d'urgence

Tél.: 01 45 42 59 59 (APPEL D'URGENCE ORFILA)
Fax: 01 49 64 53 80 (heures de bureau)
International emergency number (Numéro d'urgence international):
Téléphone: +49 180 2273-112

2. Identification des dangers

Éléments d'étiquetage

Conformément au Règlement (CE) No 1272/2008 [CLP]

Le produit n'est pas soumis à étiquetage selon les critères du GHS.

page: 2/9

BASF Fiches de données de sécurité selon le règlement n° 1907/2006/CE

Date / mise à jour le: 30.12.2010

Produit: **Zetag® 4139**

Version: 2.0

(ID Nr. 30506491/SDS_GEN_FR/FR)

date d'impression 04.06.2013

Conformément à la Directive 67/548/CEE ou 1999/45/CE

Directive 1999/45/CE ('Directive Préparations')

Le produit n'est pas soumis à l'étiquetage selon les directives CE.

Classification de la substance ou du mélange

Conformément au Règlement (CE) No 1272/2008 [CLP]

Le produit n'a pas besoin d'être classé sur la base des critères GHS.

Conformément à la Directive 67/548/CEE ou 1999/45/CE

Dangers possibles:

Peut causer une irritation de l'oeil qui disparaîtra après élimination du produit.

Peut provoquer une irritation du système respiratoire en cas d'inhalation de poussières

Possibilité d'irritation en cas d'action prolongée sur la peau.

Ce type de produit a tendance à créer de la poussière s'il est manipulé brutalement. Il ne brûle pas facilement mais comme beaucoup de poudres organiques, des nuages de poussières inflammables peuvent être formés dans l'air

Très glissant si humide.

Autres dangers

Evaluation PBT/vPvB:

Conformément à l'Annexe XIII du Règlement (CE) n°1907/2006 concernant l'Enregistrement, l'Evaluation, l'Autorisation et les Restrictions des substances chimiques (REACH): Le produit ne contient pas de substance satisfaisant au critère PBT (Persistant/bioaccumulable/toxique) ou au critère vPvB (très Persistant et très bioaccumulable).

3. Composition / Information sur les composants

Mélanges

Caractérisation chimique

polyacrylamide, anionique

4. Premiers Secours

Description des premiers secours

Retirer les vêtements souillés.

Après inhalation:

En cas de malaises dus à l'inhalation des poussières: apport d'air frais, secours médical.

Après contact avec la peau:

Laver à fond avec de l'eau et du savon.

Après contact avec les yeux:

Laver à fond à l'eau courante pendant au moins 15 minutes en maintenant les paupières écartées.

Après ingestion:

Se rincer la bouche et boire de l'eau abondamment. Vérifier la respiration et tâter le pouls. Placer la victime dans la position de sécurité, la couvrir et la maintenir au chaud. Enlever les vêtements susceptibles de serrer, tels que collier, cravate ou ceintures. Consulter un médecin. Ne jamais faire vomir ou faire avaler quelque chose par la bouche, si la personne blessée est inconsciente ou souffre de crampes.

Principaux symptômes et effets, aigus et différés

Symptômes: Les principaux symptômes et effets connus sont décrits dans l'étiquette (voir section 2) et/ou en section 11.. A ce jour, aucun autre symptôme ou effet important n'est connu.

Indication des éventuels soins médicaux immédiats et traitements particuliers nécessaires

Traitement: Traitement symptomatique (décontamination, fonctions vitales), aucun antidote spécifique connu.

5. Mesures de lutte contre l'incendie**Moyens d'extinction**

Moyens d'extinction recommandés:
poudre d'extinction, mousse

Moyens d'extinction contre-indiqués pour des raisons de sécurité:
jet d'eau

Indications complémentaires:

Si l'eau est utilisée, limiter la circulation des piétons et des véhicules dans les zones où il peut y avoir danger de glisser ou de dérapage.

Dangers particuliers résultant de la substance ou du mélange

oxydes de carbone, oxydes d'azote

Les substances et les groupes de substances cités peuvent être libérés lors d'un incendie. Très glissant si humide.

Conseils aux pompiers

Équipement particulier de protection:
Porter un appareil respiratoire autonome.

Autres informations:

Le danger dépend des produits et des conditions de combustion. L'eau d'extinction contaminée doit être éliminée conformément aux réglementations officielles locales.

6. Mesures à prendre en cas de rejet accidentel**Précautions individuelles, équipement de protection et procédures d'urgence**

Utiliser un vêtement de protection individuelle.

Précautions pour la protection de l'environnement

Ne pas rejeter dans les canalisations d'égout/les eaux superficielles/les eaux souterraines.

Méthodes et matériel de confinement et de nettoyage

Pour de petites quantités: Ramasser à l'aide d'un moyen adapté et éliminer.
Pour de grandes quantités: Ramasser à l'aide d'un matériau liant les poussières et éliminer.
risque de glissade en cas de renversement accidentel d'une solution aqueuse de produit ou de produit devenu humide. Eviter le dégagement de poussières.

Référence à d'autres sections

Les informations concernant les contrôles de l'exposition/la protection individuelle et les considérations relatives à l'élimination se trouvent en section 8 et 13.

7. Manipulation et stockage**Précautions à prendre pour une manipulation sans danger**

En cas de transvasement de quantités importantes sans dispositif d'aspiration : protection respiratoire. Respecter les mesures de prudence habituellement applicables lors de la mise en oeuvre des produits chimiques. Formation de dépôts glissants en présence d'eau.

Conditions d'un stockage sûr, y compris d'éventuelles incompatibilités

Autres données sur les conditions de stockage: À conserver dans l'emballage d'origine non ouvert dans un endroit frais et sec. Éviter les conditions humides ou mouillées, les températures extrêmes et les sources d'allumage.

Stabilité de stockage:

Éviter la chaleur extrême.

Utilisation(s) finale(s) particulière(s)

Pour l'(les) usage(s) pertinents identifiés dans la section 1, l'avis mentionné dans cette section 7 doit être respecté.

8. Contrôle de l'exposition / Protection individuelle**Paramètres de contrôle**Paramètres d'exposition à contrôler sur le lieu de travail

Poussières réputées sans effet spécifique, fraction alvéolaire
VME 5 mg/m³ (VLEP-INRS (FR)), Fraction respirable
Juridiquement contraignant

Poussières réputées sans effet spécifique, fraction inhalable
VME 10 mg/m³ (VLEP-INRS (FR)), fraction inhalable
Juridiquement contraignant

Contrôles de l'expositionÉquipement de protection individuelle**Protection respiratoire:**

Protection respiratoire adaptée en cas de concentrations faibles ou de durée d'action courte: Filtre à particules d'efficacité moyenne pour particules solides et liquides (par ex. EN 143 ou 149, type P2 ou FFP2).

Protection des mains:

Gants de protection résistant aux produits chimiques (EN 374)

Matériaux également adaptés pour une exposition directe prolongée (Recommandé: indice de protection 6, correspondant à une durée de perméation > 480 min d'après EN 374):

p.ex. caoutchouc nitrile, caoutchouc chloroprène, chlorure de polyvinyle (PVC) entre autres.

Remarque complémentaire: Les données sont basées sur des contrôles internes, des données bibliographiques et des informations fournies par les fabricants de gants, ou sont déduites de celles de produits analogues. Il est à noter que, dans la pratique, la durée quotidienne d'utilisation d'un gant de protection contre les agents chimiques peut être sensiblement plus courte que la durée de perméation établie compte tenu de l'influence de nombreux facteurs (p.ex.: la température).

Compte tenu de la diversité des types, il y a lieu de respecter le mode d'emploi des producteurs.

Protection des yeux:

Lunettes de sécurité avec protections latérales (lunettes à monture) (p.ex. EN 166)

Vêtements de protection:

Vêtement de protection léger

Mesures générales de protection et d'hygiène

Respecter les mesures de prudence habituellement applicables lors de la mise en oeuvre des produits chimiques. Veiller à la bonne aération des locaux. Le port d'un vêtement de travail fermé est recommandé. Retirer immédiatement les vêtements contaminés et les laver avant de les réutiliser. Se laver les mains et/ou le visage avant les pauses et après le travail.

9. Propriétés physiques et chimiques

Informations sur les propriétés physiques et chimiques essentielles

Etat physique: poudre
Couleur: blanchâtre
Odeur: inodore
Valeur du pH: 7,3
(1 %(m))
solution

Point de fusion: Ne peut être déterminé, la substance/le produit se décomposant.

Point d'éclair: non applicable

Solubilité dans l'eau: Forme une solution visqueuse.

Propriétés comburantes: non comburant

Autres informations

Densité apparente: env. 750 kg/m³

10. Stabilité et réactivité

Réactivité

Pas de réactions dangereuses, si les prescriptions/indications pour le stockage et la manipulation sont respectées.

Corrosion des métaux: Non corrosif pour le métal.

Stabilité chimique

Le produit est stable, lorsque les prescriptions/recommandations pour le stockage sont respectées.

Peroxydes: 0 %
Le produit ne contient pas de peroxydes.

Possibilité de réactions dangereuses

A l'état de livraison, le produit n'est pas explosible; cependant l'accumulation de poussières fines peut entraîner un risque d'explosion.

Conditions à éviter

Eviter les températures extrêmes. Eviter l'humidité.

Matières incompatibles

Produits à éviter:
acides forts, bases fortes, oxydants puissants

Produits de décomposition dangereux

Aucun produit de décomposition dangereux, si les prescriptions/indications pour le stockage et la manipulation sont respectées.

11. Informations toxicologiques

Informations sur les effets toxicologiques

Toxicité aiguë

Données expérimentales/calculées:
DL50 rat (par voie orale): > 2.000 mg/kg (Ligne directrice 401 de l'OCDE)

Irritation

Données expérimentales/calculées:
Corrosion/irritation de la peau lapin: non irritant (Ligne directrice 404 de l'OCDE)

Lésion oculaire grave/irritation lapin: non irritant

Sensibilisation des voies respiratoires/de la peau

Données expérimentales/calculées:
non sensibilisant

Autres informations sur la toxicité

Le produit n'a pas été testé. Les informations toxicologiques proviennent de produits de structure ou de composition analogue.

12. Informations écologiques

Toxicité

Toxicité vis-à-vis des poissons:

CL50 (96 h) > 100 mg/l, *Oncorhynchus mykiss* (statique)

(sous des conditions statiques en présence de 10 mg/L d'acide humic)

Invertébrés aquatiques:

CL50 (48 h) > 100 mg/l, *Daphnia magna*

Persistance et dégradabilité

Données sur l'élimination:

Difficilement biodégradable (selon critères OCDE).

Potentiel de bioaccumulation

Évaluation du potentiel de bioaccumulation:

La partie polymérique n'est pas biodisponible compte tenu de ses propriétés structurales.

L'accumulation dans les organismes n'est pas attendue.

Mobilité dans le sol (et d'autres compartiments si disponibles)

Données relatives à : 2-Propenoic acid, sodium salt, polymer with 2-propenamide

Évaluation du transport entre les compartiments environnementaux:

Une adsorption sur la phase solide du sol est attendue.

Résultats des évaluations PBT et VPVB

Conformément à l'Annexe XIII du Règlement (CE) n° 1907/2006 concernant l'Enregistrement, l'Évaluation, l'Autorisation et les Restrictions des substances chimiques (REACH): Le produit ne contient pas de substance satisfaisant au critère PBT (Persistant/bioaccumulable/toxique) ou au critère vPvB (très Persistant et très bioaccumulable).

Indications complémentaires

Autres informations sur l'écotoxicité:

Le produit n'a pas été testé. Les données concernant l'écotoxicologie proviennent de produits de structure ou de composition analogue.

13. Considérations relatives à l'élimination

Méthodes de traitement des déchets

Éliminer conformément aux réglementations régionales ou nationales.

Emballage non nettoyé:

Les emballages qui ne peuvent être nettoyés sont à éliminer comme le produit qu'ils ont contenu. Les emballages non contaminés peuvent être réutilisés.

14. Informations relatives au transport

Transport terrestre

ADR

Produit non dangereux au sens des réglementations de transport

RID

Produit non dangereux au sens des réglementations de transport

Transport fluvial intérieur

ADN

Produit non dangereux au sens des réglementations de transport

Transport maritime

IMDG

Produit non dangereux au sens des réglementations de transport

Sea transport

IMDG

Not classified as a dangerous good under transport regulations

Transport aérien

IATA/ICAO

Produit non dangereux au sens des réglementations de transport

Air transport

IATA/ICAO

Not classified as a dangerous good under transport regulations

15. Informations réglementaires

Réglementations/législation particulières à la substance ou au mélange en matière de sécurité, de santé et d'environnement

Code de la Sécurité Sociale, Art. L 461-1 à L 461-8 (France): n° 65

Évaluation de la sécurité chimique

Évaluation de la sécurité chimique (CSA) pas encore réalisée du fait des délais d'enregistrement

16. Autres informations

Du fait du rachat de CIBA par le groupe BASF, toutes les Fiches de Données de Sécurité ont été réévaluées sur la base d'informations consolidées. Cela a pu conduire à des changements significatifs de nos Fiches de Données de Sécurité. Si vous aviez des questions concernant ces changements, vous pouvez nous contacter à l'adresse indiquée en section 1.

Les traits verticaux sur le bord gauche indiquent les modifications par rapport à la version précédente.

Les données contenues dans cette fiche de données de sécurité reposent sur notre expérience et nos connaissances actuelles; elles décrivent le produit quant aux exigences en matière de sécurité. Les données ne peuvent en aucun cas être considérées comme des spécifications du produit. Ni les spécifications du produit, ni les domaines d'application du produit ne peuvent être déduits des données figurant dans cette fiche de données de sécurité. Il incombe à l'acquéreur de nos produits de s'assurer que tous les droits d'exclusivité et toutes les lois existantes sont observés.

® = marque déposée BASF
Performance Products France
SAS

®

ZETAG Gamme poudres Anioniques

Polyélectrolytes anioniques solides

Description

Formulés à base de polyacrylamides, ces flocculants ont un poids moléculaire très élevé et présentent divers degrés de charge ionique. Ils sont fournis sous forme de granulés poudres libres.

Structure Chimique

Non ioniques – ZETAG 1100 (Polyacrylamide)
Anioniques – Autres (Co-polymères d'acrylamide et sodium acrylate)

Principaux domaines d'utilisation

Polyélectrolytes conçus pour le traitement d'un large éventail d'applications de traitement des effluents industriels.
Particulièrement efficaces pour les substrats inorganiques anioniques (par exemple à base de minéraux, neutralisé) ces produits peuvent également être utilisés en post-coagulation. Ces produits ne sont pas adaptés pour une utilisation de traitement des eaux potables. En cas de doute quant à la pertinence de l'utilisation de ces produits pour une application donnée, merci de contacter votre représentant commercial local.

Bénéfices

Très efficaces dans un large éventail d'applications (par exemple la déshydratation mécanique et l'épaississement, la flottation et la clarification). Opérant sur une large gamme de pH (4-9).

Caractéristiques Physiques

Apparence: Granulés blanchâtre
Densité vrac: Environ 0.7 g/cm³
pH solution à 1% à 25 °C: 6.0 – 9.0

Produit	Charge ionique	Poids Moléculaire	Viscosité apparente (cP) à 25 °C à concentration (%)		
			0.25	0.50	1.0
ZETAG 1100	Aucune	Haut	50	100	600
ZETAG 4100	Très faible	Très élevé	200	350	1,100
ZETAG 4105	Faible	Moyen	320	650	1,700
ZETAG 4110	Moyen	Haut	400	900	1,700
ZETAG 4120	Moyen	Très élevé	600	1,250	2,000
ZETAG 4125	Moyen	Haut	450	950	2,300
ZETAG 4139	Moyen	Haut	700	1,400	3,900
ZETAG 4145	Haut	Très élevé	400	900	2,100
ZETAG 4190	Très élevé	Haut	500	1,100	>5,000

Stockage

Dans des conditions normales de stockage, entre 5 et 25 °C, les produits restent stables pendant au moins 24 mois. Le stockage à long terme, en dehors des conditions de températures ci-avant décrites, peut affecter négativement les produits et doit donc être évité autant que possible.

Il est recommandé de préparer régulièrement les solutions-mère à 0.25 – 0.5 % et pour un effet maximum, ces solutions devront être utilisées dans les 5 jours. Au delà de cette période, une perte d'efficacité des produits peut être constatée.

Expédition et Manutention

Effets des basses températures sur la dissolution : à basse température, <5°C, la dissolution de ces produits sera perturbée, dans la mesure où elle nécessitera un temps plus long.

Corrosion très faible envers la plupart des matériaux standards de construction. Les surfaces en acier inoxydable, fibre de verre, polyéthylène, polypropylène et en caoutchouc sont idéales. Dans certains cas, l'aluminium et les surfaces galvanisées peuvent être affectés négativement.

Les détails concernant les différents types d'emballages sont disponibles sur demande auprès de votre interlocuteur habituel.

Très glissants quand ils sont mouillés. Merci de vous référer aux fiches de données de sécurité, FDS, pour les recommandations de manipulation des produits.

Service Technique

Commerciaux et techniciens sont à votre disposition pour conseils et assistance dans la conduite des tests laboratoire et essais applications, afin de déterminer le produit approprié et les meilleures conditions d'utilisation.

Santé & Sécurité

Des informations détaillées, relatives aux données de santé et sécurité des produits décrits dans ce document, peuvent être trouvées dans les Fiches de Données de Sécurité, FDS.

Contact

Pour toute information complémentaire, merci de contacter votre agence régionale. Certaines informations peuvent également être trouvées sur notre site web : <http://www.watersolutions.basf.com>

Note

® Marques déposées.

Copyright © 2011 BASF – Tous droits réservés

Les marques sont enregistrées ou déposées dans les pays concernés et BASF en est soit propriétaire, soit détenteur des licences correspondantes.

IMPORTANT: LE VENDEUR NE DONNE AUCUNE GARANTIE, EXPRESSE OU IMPLICITE, Y COMPRIS EN CE QUI CONCERNE LA COMMERCIALISATION OU L'UTILISATION DU (DES) PRODUIT(S) POUR UNE APPLICATION PARTICULIÈRE.

Aucune des déclarations contenues ici ne doit être interprétée comme une incitation à un non-respect d'un quelconque brevet actuellement en vigueur. En aucun cas le Vendeur ne sera responsable de tout dommage, direct ou indirect, résultant d'une négligence ou d'un manquement, et relatif au(x) produit(s). L'unique recours de l'Acheteur et toute responsabilité du Vendeur en cas de réclamation sera limité au montant du prix d'achat des produits par l'Acheteur. Les informations et les résultats sont basés sur des contrôles ou des travaux de laboratoire et doivent par conséquent être confirmés par l'Acheteur par des essais en fonction des conditions d'utilisation et d'application du (des) produit(s) envisagées. Les produits n'ont pas été testés pour des utilisations et applications comportant un contact prolongé avec des muqueuses, une peau écorchée ou du sang, ni pour des utilisations ayant pour objet une implantation dans le corps humain, sauf pour

les produits spécialement conçus pour de telle utilisations et pour lesquels toutes les approbations réglementaires adéquates ont été obtenues pour ces utilisations envisagées. Les informations données dans notre documentation technique sont basées sur l'état actuel de nos connaissances. Elles décrivent, sans responsabilité induite, les utilisations et applications envisageables pour notre (nos) produit(s). Pour toutes autres applications ou utilisations, différentes de celles indiquées ou convenues par ailleurs entre l'Acheteur et le Vendeur, l'Acheteur devra vérifier la pertinence de cette application particulière ainsi que la conformité réglementaire.

Ce produit peut être utilisé comme spécifié ou comme convenu par ailleurs avec le fabricant et ce, pour les seules applications indiquées et dans le strict respect des recommandations et des réglementations applicables. Pour toutes autres applications ou utilisations, différentes de celles indiquées ou convenues par ailleurs entre l'Acheteur et le Vendeur, l'Acheteur devra vérifier la pertinence de cette application particulière ainsi que la conformité réglementaire. Veuillez noter que l'assortiment des produits commercialisés peut être différent d'un pays à l'autre. Nous vous remercions de contacter votre représentant local pour toute question. Des informations complémentaires sont disponibles sur notre site internet <http://www.basf.com>

ANNEXE 3 - Pièce 2

Fiches techniques du coagulant

Fiche de données de sécurité

page: 1/9

BASF Fiches de données de sécurité selon le règlement n° 1907/2006/CE

Date / mise à jour le: 08.12.2010

Produit: **MAGNAFLOC® LT37**

Version: 2.0

(ID Nr. 30478996/SDS_GEN_FR/FR)

date d'impression 16.02.2011

1. Identification de la substance / préparation et de la société / entreprise.

Identificateur de produit

MAGNAFLOC® LT37

Utilisations identifiées pertinentes de la substance ou du mélange et utilisations déconseillées

Utilisations identifiées significatives: Coagulant

Renseignements concernant le fournisseur de la fiche de données de sécurité

Société:BASF SE
67056 Ludwigshafen
GERMANYAdresse de contact:BASF France
49, avenue Georges Pompidou
92593 Levallois-Perret Cedex
FRANCE

Téléphone: +33 1 4964-5732

adresse E-Mail: securite-produits.france@basf.com

Numéro d'appel d'urgence

Tél.: 01 45 42 59 59 (APPEL D'URGENCE ORFILA)

Fax: 01 49 64 53 80 (heures de bureau)

International emergency number (Numéro d'urgence international):

Téléphone: +49 180 2273-112

2. Identification des dangers

Éléments d'étiquetage

Conformément au Règlement (CE) No 1272/2008 [CLP]

Mention de Danger:

page: 2/9

BASF Fiches de données de sécurité selon le règlement n° 1907/2006/CE

Date / mise à jour le: 08.12.2010

Produit: **MAGNAFLOC® LT37**

Version: 2.0

(ID Nr. 30478996/SDS_GEN_FR/FR)

date d'impression 16.02.2011

H412 Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.

Conseil de Prudence (Prévention):

P273 Éviter le rejet dans l'environnement.

Conseil de Prudence (Élimination):

P501 Faire éliminer le contenu/récipient dans un point de collecte des déchets spéciaux ou dangereux.

Conformément à la Directive 67/548/CEE ou 1999/45/CE

Phrase(s)-R

R52/53

Nocif pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.

Le(s) conseil(s) de prudence

S61

Éviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions spéciales/la fiche de données de sécurité.

Classification requise selon l'UE.

Classification de la substance ou du mélange

Conformément au Règlement (CE) No 1272/2008 [CLP]

Toxicité chronique pour le milieu aquatique: Cat. 3

Conformément à la Directive 67/548/CEE ou 1999/45/CE

Dangers possibles:

Nocif pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.

Peut causer une irritation de l'oeil qui disparaîtra après élimination du produit.

Possibilité d'irritation en cas d'action prolongée sur la peau.

Très glissant si humide.

Autres dangers

Évaluation PBT/vPvB:

Conformément à l'Annexe XIII du Règlement (CE) n°1907/2006 concernant l'Enregistrement, l'Évaluation, l'Autorisation et les Restrictions des substances chimiques (REACH): Le produit ne contient pas de substance satisfaisant au critère PBT (Persistant/bioaccumulable/toxique) ou au critère vPvB (très Persistant et très bioaccumulable).

3. Composition / Information sur les composants

Mélanges

Caractérisation chimique

Solution aqueuse à base de: homopolymère, cationique

Composants dangereux (GHS)

conformément au Règlement (CE) N° 1272/2008

homopolymère à base de 2-propen-1-aminium,N,N-diméthyl-N-2-propényl-, chlorure
 Teneur (W/W): >= 10 % - <= 50 % Tox. chronique pour le milieu aquatique: Cat. 3
 Numéro CAS: 26062-79-3 H412

Composants dangereux

conformément à la directive 1999/45/CE

homopolymère à base de 2-propen-1-aminium,N,N-diméthyl-N-2-propényl-, chlorure
 Teneur (W/W): >= 10 % - <= 50 %
 Numéro CAS: 26062-79-3
 Phrase(s)-R: 52/53

Si des composants dangereux sont cités, les textes correspondant aux symboles de danger et aux phrases de risque sont indiqués dans le chapitre 16.

4. Premiers Secours**Description des premiers secours**

Retirer les vêtements souillés.

Après inhalation:

En cas de malaise après inhalation de vapeurs/aérosols : Air frais, secours médical.

Après contact avec la peau:

Laver à fond avec de l'eau et du savon.

Après contact avec les yeux:

Laver à fond à l'eau courante pendant au moins 15 minutes en maintenant les paupières écartées.

Après ingestion:

Se rincer la bouche et boire de l'eau abondamment.

Principaux symptômes et effets, aigus et différés

Symptômes: Les principaux symptômes et effets connus sont décrits dans l'étiquette (voir section 2) et/ou en section 11., A ce jour, aucun autre symptôme ou effet important n'est connu.

Indication des éventuels soins médicaux immédiats et traitements particuliers nécessaires

Traitement: Traitement symptomatique (décontamination, fonctions vitales), aucun antidote spécifique connu.

5. Mesures de lutte contre l'incendie**Moyens d'extinction**

Moyens d'extinction recommandés:
 eau pulvérisée, poudre d'extinction, mousse

Indications complémentaires:

Si l'eau est utilisée, limiter la circulation des piétons et des véhicules dans les zones où il peut y avoir danger de glisser ou de dérapage.

Dangers particuliers résultant de la substance ou du mélange

gaz/vapeurs toxiques, oxydes d'azote, oxydes de carbone
 Dégagement de fumées/brouillard. Les substances et les groupes de substances cités peuvent être libérés lors d'un incendie. Ne pas rejeter d'eau contaminée chimiquement dans les écoulements, les sols ou l'eau de surface. Des mesures suffisantes doivent être prises pour récupérer l'eau utilisée pour l'extinction. Éliminer l'eau et le sol contaminé selon les réglementations locales.

Conseils aux pompiers

Équipement particulier de protection:

Porter un appareil respiratoire autonome et une combinaison de protection contre les agents chimiques.

Autres informations:

L'eau d'extinction contaminée doit être éliminée conformément aux réglementations officielles locales.

6. Mesures à prendre en cas de rejet accidentel

Sol très glissant en cas de déversement de produit.

Précautions individuelles, équipement de protection et procédures d'urgence

Utiliser un vêtement de protection individuelle.

Précautions pour la protection de l'environnement

Retenir l'eau souillée/l'eau d'extinction d'incendie. Ne pas rejeter dans les canalisations d'égout/les eaux superficielles/les eaux souterraines.

Méthodes et matériel de confinement et de nettoyage

Pour de grandes quantités: Pomper le produit.

Résidu: Ramasser avec des produits appropriés absorbant les liquides. Le produit récupéré doit être éliminé conformément à la réglementation en vigueur.

Référence à d'autres sections

Les informations concernant les contrôles de l'exposition/la protection individuelle et les considérations relatives à l'élimination se trouvent en section 8 et 13.

7. Manipulation et stockage**Précautions à prendre pour une manipulation sans danger**

En cas d'utilisation appropriée aucune mesure particulière nécessaire.

Protection contre l'incendie et l'explosion:

Pas de mesures particulières nécessaires.

Conditions d'un stockage sûr, y compris d'éventuelles incompatibilités

Autres données sur les conditions de stockage: Conserver le récipient bien fermé dans un endroit frais. Éviter les extrêmes de température, en particulier le gel et les conditions de gelées

Stabilité de stockage:

Température de stockage: > 0 °C

Éviter le gel.

Utilisation(s) finale(s) particulière(s)

Pour l'(les) usage(s) pertinents identifiés dans la section 1, l'avis mentionné dans cette section 7 doit être respecté.

8. Contrôle de l'exposition / Protection individuelle

Paramètres de contrôle

Paramètres d'exposition à contrôler sur le lieu de travail

Pas de valeur limite d'exposition professionnelle connue.

Contrôles de l'exposition

Équipement de protection individuelle

Protection respiratoire:

Protection respiratoire en cas d'aération insuffisante.

Protection des mains:

Gants de protection résistant aux produits chimiques (EN 374)

Matériaux également adaptés pour une exposition directe prolongée (Recommandé: indice de protection 6, correspondant à une durée de perméation > 480 min d'après EN 374);

p.ex. caoutchouc nitrile, caoutchouc chloroprène, chlorure de polyvinyle (PVC) entre autres.

Remarque complémentaire: Les données sont basées sur des contrôles internes, des données bibliographiques et des informations fournies par les fabricants de gants, ou sont déduites de celles de produits analogues. Il est à noter que, dans la pratique, la durée quotidienne d'utilisation d'un gant de protection contre les agents chimiques peut être sensiblement plus courte que la durée de perméation établie compte tenu de l'influence de nombreux facteurs (p.ex.: la température).

Compte tenu de la diversité des types, il y a lieu de respecter le mode d'emploi des producteurs.

Protection des yeux:

Lunettes de sécurité avec protections latérales (lunettes à monture) (p.ex. EN 166)

Vêtements de protection:

Vêtement de protection léger

Mesures générales de protection et d'hygiène

Respecter les mesures de prudence habituellement applicables lors de la mise en oeuvre des produits chimiques. Le port d'un vêtement de travail fermé est recommandé.

9. Propriétés physiques et chimiques

Informations sur les propriétés physiques et chimiques essentielles

Etat physique:	liquide
Couleur:	jaune paille
Odeur:	d'amine, légère odeur
Valeur du pH:	env. 5,5
Point de fusion:	< 0 °C

Point d'ébullition:	> 100 °C
Point d'éclair:	Du fait de la teneur importante en eau, la détermination du point éclair n'est pas nécessaire.
Pression de vapeur:	env. 32 mbar (25 °C)
Densité:	env. 1,1 g/cm ³ (20 °C)
Solubilité dans l'eau:	miscible
Risque d'explosion:	aucune propriété explosive

Autres informations

10. Stabilité et réactivité

Réactivité

Pas de réactions dangereuses, si les prescriptions/indications pour le stockage et la manipulation sont respectées.

Stabilité chimique

Le produit est stable, lorsque les prescriptions/recommandations pour le stockage sont respectées.

Peroxydes:	0 %
	Le produit ne contient pas de peroxydes.

Possibilité de réactions dangereuses

Pas de réactions dangereuses lors d'un stockage et d'une manipulation conformes aux prescriptions.

Conditions à éviter

Éviter les températures excessives. Éviter le gel.

Matières incompatibles

Produits à éviter:
acides forts, bases fortes, oxydants puissants

Produits de décomposition dangereux

Aucun produit de décomposition dangereux, si les prescriptions/indications pour le stockage et la manipulation sont respectées.

11. Informations toxicologiques

Informations sur les effets toxicologiques

Toxicité aiguë

Données expérimentales/calculées:
DL50 rat (par voie orale): > 5.000 mg/kg

Irritation

Données expérimentales/calculées:

Corrosion/irritation de la peau lapin: non irritant (Ligne directrice 404 de l'OCDE)

Lésion oculaire grave/irritation lapin: non irritant (Ligne directrice 405 de l'OCDE)

Autres informations sur la toxicité

Le produit n'a pas été testé. Les informations toxicologiques proviennent de produits de structure ou de composition analogue.

12. Informations écologiques**Toxicité**

Evaluation de la toxicité aquatique:

Nocif (nocivité aiguë) pour les organismes aquatiques. Peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.

Le produit n'a pas été testé. Les informations proviennent de produits de structure ou de composition analogue.

Toxicité vis-à-vis des poissons:

CL50 (96 h) 10 - 100 mg/l

Invertébrés aquatiques:

CE50 (48 h) 10 - 100 mg/l

Persistance et dégradabilité

Données sur l'élimination:

Difficilement biodégradable (selon critères OCDE).

Potentiel de bioaccumulation

Potentiel de bioaccumulation:

La partie polymérique n'est pas biodisponible compte tenu de ses propriétés structurales.

L'accumulation dans les organismes n'est pas attendue.

Mobilité dans le sol (et d'autres compartiments si disponibles)

Données relatives à : homopolymère à base de 2-propen-1-aminium,N,N-diméthyl-N-2-propényl-, chlorure

Evaluation du transport entre les compartiments environnementaux:

Une adsorption sur la phase solide du sol est attendue.

Résultats des évaluations PBT et VPVB

Conformément à l'Annexe XIII du Règlement (CE) n°1907/2006 concernant l'Enregistrement, l'Evaluation, l'Autorisation et les Restrictions des substances chimiques (REACH): Le produit ne contient pas de substance satisfaisant au critère PBT (Persistant/bioaccumulable/toxique) ou au critère vPvB (très Persistant et très bioaccumulable).

13. Considérations relatives à l'élimination**Méthodes de traitement des déchets**

Doit être orienté vers une décharge agréée ou incinéré dans un centre agréé tout en respectant les prescriptions réglementaires locales.

Emballage non nettoyé:

Les emballages non contaminés peuvent être réutilisés.

Les emballages qui ne peuvent être nettoyés sont à éliminer comme le produit qu'ils ont contenu.

14. Informations relatives au transport**Transport terrestre**

ADR

Produit non dangereux au sens des réglementations de transport

RID

Produit non dangereux au sens des réglementations de transport

Transport fluvial intérieur

ADNR

Produit non dangereux au sens des réglementations de transport

Transport maritime

IMDG

Produit non dangereux au sens des réglementations de transport

Sea transport

IMDG

Not classified as a dangerous good under transport regulations

Transport aérien

IATA/ICAO

Produit non dangereux au sens des réglementations de transport

Air transport

IATA/ICAO

Not classified as a dangerous good under transport regulations

15. Informations réglementaires**Réglementations/législation particulières à la substance ou au mélange en matière de sécurité, de santé et d'environnement**

Code de la Sécurité Sociale, Art. L 461-1 à L 461-8 (France): non concerné

Évaluation de la sécurité chimique

16. Autres informations

Du fait du rachat de CIBA par le groupe BASF, toutes les Fiches de Données de Sécurité ont été réévaluées sur la base d'informations consolidées. Cela a pu conduire à des changements significatifs de nos Fiches de Données de Sécurité. Si vous aviez des questions concernant ces changements, vous pouvez nous contacter à l'adresse indiquée en section 1.

Texte intégral des symboles de danger, des mention de danger H et des phrases-R, si des substances dangereuses sont citées au chapitre 3 sous 'Composants dangereux':

52/53	Nocif pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.
H412	Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.

Les traits verticaux sur le bord gauche indiquent les modifications par rapport à la version précédente.

Les données contenues dans cette fiche de données de sécurité reposent sur notre expérience et nos connaissances actuelles; elles décrivent le produit quant aux exigences en matière de sécurité. Les données ne peuvent en aucun cas être considérées comme des spécifications du produit. Ni les spécifications du produit, ni les domaines d'application du produit ne peuvent être déduits des données figurant dans cette fiche de données de sécurité. Il incombe à l'acquéreur de nos produits de s'assurer que tous les droits d'exclusivité et toutes les lois existantes sont observés.

® = registered Trademark of
BASF Performance Products plc

MAGNAFLOC® LT35, LT37 and LT38

Potable water grade liquid cationic coagulants

Description

Liquid grade polyelectrolytes of high cationic charge and low-medium molecular weight. They are of low viscosity as supplied and can be readily pumped and diluted prior to use.

Chemical structure

EN 1408:1998 and EN 1409:1998 compliant

Principal use

The main application is as a primary coagulant for the clarification of potable water and a wide range of industrial effluents. When used in such situations they can reduce and in some cases eliminate the prior addition of inorganic coagulants such as aluminium sulphate and ferric sulphate.

Benefits

- Reduction or elimination of inorganic primary coagulants.
- Reduction in sludge volumes produced in the system.
- Reduction in overall treatment costs.
- Can be used in combination with inorganic coagulants.
- Decrease in pH sensitivity of coagulation/flocculation process.
- Stable to degradation by chlorine.

Typical properties

	MAGNAFLOC LT35	MAGNAFLOC LT37	MAGNAFLOC LT38
Appearance:	Clear viscous liquid	Clear viscous liquid	Clear viscous liquid
Colour:	Colourless to yellow	Colourless to yellow	Colourless to yellow
Solids content:	40 %	40 %	40 %
Specific gravity g/cm ³ :	1.0	1.0	1.0
pH as supplied:	Approx. 6.0	Approx. 6.0	Approx. 6.0
Viscosity as supplied:	Approx. 1000 cPs	Approx. 2000 cPs	Approx. 10500 cPs
Solubility in water:	Infinitely soluble	Infinitely soluble	Infinitely soluble
Freezing point °C:	- 3 °C	- 3 °C	- 3 °C
Freeze thaw stability:	Good	Good	Good

Storage

Undiluted products exhibit good stability characteristics after storage for 6 months at 40 °C. Under normal storage conditions within the range 5 – 25 °C, the product will be stable for at least 24 months. Storage outside the above specified temperature range for long periods may adversely affect the product over a long period and should thus be avoided, if possible. It is recommended that stock solutions at 0.25 – 0.5 % are prepared regularly and for maximum effect such solutions should be used within 5 days. Beyond this period some loss in efficiency of the product may occur.

Shipping & Handling

As with all cationic polyelectrolytes the product exhibits toxicity towards fish. It is important that precautions are taken where the product may come into direct contact with fresh water courses, streams and rivers. Corrosion towards most standard materials of construction is very low. Stainless steel, fibreglass, polyethylene, polypropylene and rubberised surfaces are recommended. In some cases aluminium surfaces can be adversely affected.

Technical Service

Account managers and field service technicians are available to give advice and assistance in the running of laboratory tests and machine trials to select the correct product and determine the best application conditions.

Health & Safety

Detailed information on the product described in this leaflet can be found in our relevant health and safety information (Material Safety Data Sheet).

Contact

For further information contact your regional office, details of which can be obtained on our website; <http://www.watersolutions.basf.com>

Note

The data contained in this publication are based on our current knowledge and experience. In view of the many factors that may affect processing and application of our product, these data do not relieve processors from carrying out their own investigations and tests; neither do these data imply any guarantee of certain properties, nor the suitability of the product for a specific purpose. Any descriptions, drawings, photographs, data, proportions, weights etc. given herein may change without prior information and do not constitute the agreed contractual quality of the product. It is the responsibility of the recipient of our products to ensure that any proprietary rights and existing laws and legislation are observed.

September 2010