Bureau Veritas
Service Risques Industriels
16 Chemin du Jubin – BP 26
69571 DARDILLY CEDEX

Responsable de l'étude :
Emilie COQUEUX-LEJEUNE
Tél. 06 80 67 34 92
e-mail : emilie.coqueux-lejeune@fr.bureauveritas.com

A l'attention de Monsieur Renaud MAGGION
Usine Ciments Calcia de Gargenville
Avenue Victor Hugo - BP 30
78 440 Gargenville - France
Tél +33 (0) 1 34 97 18 49
Mob +33 (0) 6 88 23 72 84
Courriel : rmaggion@ciments-calcia.fr

Assistance à l'élaboration de l'évaluation prospective des risques sanitaires des émissions atmosphériques du projet de carrière à Brueil-en-Vexin (78)

INDICE	DATE	EMETTEUR	APPROBATEUR
0	16 septembre 2016	Emilie COQUEUX-LEJEUNE *Bureau Veritas*	Renaud MAGGION *Ciments Calcia*
1	27 septembre 2016	Emilie COQUEUX-LEJEUNE *Bureau Veritas*	Renaud MAGGION *Ciments Calcia*
2	31 mars 2017	Emilie COQUEUX-LEJEUNE *Bureau Veritas*	Renaud MAGGION *Ciments Calcia*

SOMMAIRE

1 CONTEXTE 4

1.1 CONTEXTE DE L'ETUDE 4
1.2 LOCALISATION DES CARRIERES 4

2 METHODE 6

3 EVALUATION DES EMISSIONS DE L'ACTIVITE 6

3.1 EMISSIONS PRISES EN COMPTE 6
3.2 PHASAGE D'EXPLOITATION PROJETE 7
3.3 METHODOLOGIE DE QUANTIFICATION DES EMISSIONS DE PARTICULES LIEES A L'ACTIVITE DE CARRIERE 8
3.3.1 Procédé de minage 8
3.3.2 Procédé de traitement : concassage et criblage 8
3.3.3 Opérations de manutention des matériaux 8
3.3.4 Circulation et manœuvre des engins et camions 9
3.3.5 Envol de particules des stockages 9
3.3.6 Récapitulatif des émissions liées à l'activité de carrière 9
3.4 METHODOLOGIE DE QUANTIFICATION DES EMISSIONS DE GAZ D'ECHAPPEMENT 10
3.5 METHODOLOGIE DE QUANTIFICATION DES EMISSIONS DE GAZ LIES AUX TIRS DE MINE 13
3.6 COMMENTAIRE 14

4 EVALUATION DES ENJEUX ET DES VOIES D'EXPOSITION 15

4.1 OCCUPATION DES SOLS ET USAGES 15
4.2 POPULATION POTENTIELLEMENT EXPOSEE 16
4.3 SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION 20

5 EVALUATION DE L'ETAT DES MILIEUX 22

5.1 INVENTAIRE DES SOURCES DE POLLUTION 22
5.1.1 Sources recensées dans l'environnement proche du site 22
5.1.2 Sources identifiées dans un périmètre plus large 22
5.1.3 Effets cumulés avec la cimenterie Ciment Calcia de Gargenville 26
5.2 CARACTERISATION DE LA QUALITE DE L'AIR 28

6 EVALUATION PROSPECTIVE DES RISQUES SANITAIRES 31

6.1 IDENTIFICATION DES DANGERS ET DES RELATIONS DOSE-REPONSE 31
6.1.1 Méthodologie 31
6.1.2 Synthèse des données toxicologiques pour les particules et la silice cristalline (polluants spécifiques de l'activité) 32
6.1.2.1 Définitions 32
6.1.2.2 Valeurs de référence 32
6.1.3 Synthèse des données toxicologiques pour les autres polluants étudiés 33
6.1.4 Données épidémiologiques 36
6.2 EVALUATION DES EXPOSITIONS – MODELISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE 37
6.2.1 Présentation du code général utilisé 37
6.2.2 Caractéristiques des espèces 37
6.2.3 Données du site 38
6.2.3.1 Domaine d'étude 38
6.2.3.2 Données topographiques 38
6.2.3.3 Données météorologiques 39
6.2.3.4 Occupation des sols 41
6.2.4 Présentation des résultats de la modélisation 42
6.2.4.1 Cartes des iso-concentrations et iso-dépôts modélisés en moyenne annuelle pour la phase 0-5 ans 42
6.2.4.2 Cartes des iso-concentrations modélisées en moyenne annuelle pour la phase 10-15 ans 52
6.2.4.3 Cartes des iso-concentrations modélisées en moyenne annuelle pour la phase 15-20 ans 61
6.3 EVALUATION DES EXPOSITIONS 70

6.3.1 Voies d'exposition ... 70
6.3.2 Choix des scénarios d'exposition ... 70
6.3.3 Evaluation de l'exposition ... 71
6.4 CARACTERISATION DU RISQUE ... 72
6.4.1 Méthode ... 72
6.4.2 Résultats pour les effets à seuil ... 72
6.4.3 Résultats pour les effets sans seuil ... 76
6.5 DISCUSSION DES INCERTITUDES ... 78
6.5.1 Incertitudes liées à la quantification des émissions ... 78
6.5.2 Incertitudes liées au modèle ... 78
6.6 CONCLUSION DE L'EVALUATION PROSPECTIVE DES RISQUES SANITAIRES ... 80

7 SYNTHESE DE L'ETUDE ... 80

7.1 RAPPEL DU CONTEXTE ... 80
7.2 METHODOLOGIE ET CONTENU DE L'ETUDE ... 81
7.3 SYNTHESE DE L'INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX ... 81
7.4 SYNTHESE DE L'EVALUATION PROSPECTIVE DES RISQUES SANITAIRES ... 82

8 ANNEXES ... 84

8.1 ANNEXE 1 - CHOIX DES PHASES ... 84
8.2 ANNEXE 2 - DONNEES RETENUES POUR LA QUANTIFICATION DES PARTICULES LIEES A L'ACTIVITE DE LA CARRIERE ... 97
8.2.1 Minage ... 97
8.2.2 Procédé de traitement : concassage ... 98
8.2.3 Opérations de manutention des matériaux ... 99
8.2.4 Circulation et manœuvre des engins et camions ... 100
8.2.5 Envol de particules des stockages ... 102
8.3 ANNEXE 3 - DONNEES RETENUES POUR LA QUANTIFICATION DES GAZ D'ECHAPPEMENT DES ENGINS ... 103
8.4 ANNEXE 4 – DONNEES POUR EVALUER L'EXPOSITION PAR INGESTION ... 105

1 CONTEXTE

1.1 CONTEXTE DE L'ETUDE

Ciments Calcia exploite pour sa cimenterie de Gargenville (78) une carrière de calcaire cimentier située sur le territoire de la commune de Guitrancourt. Les réserves en calcaire de cette carrière arrivant à expiration en 2018 au rythme actuel de l'exploitation, Ciments Calcia envisage l'ouverture et l'exploitation d'une nouvelle carrière de calcaire cimentier à Brueil-en-Vexin, sur une zone proche à la carrière actuelle.
Ciments Calcia souhaite déposer un dossier de demande d'autorisation d'exploiter au titre de la réglementation Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) relevant du Code de l'Environnement.

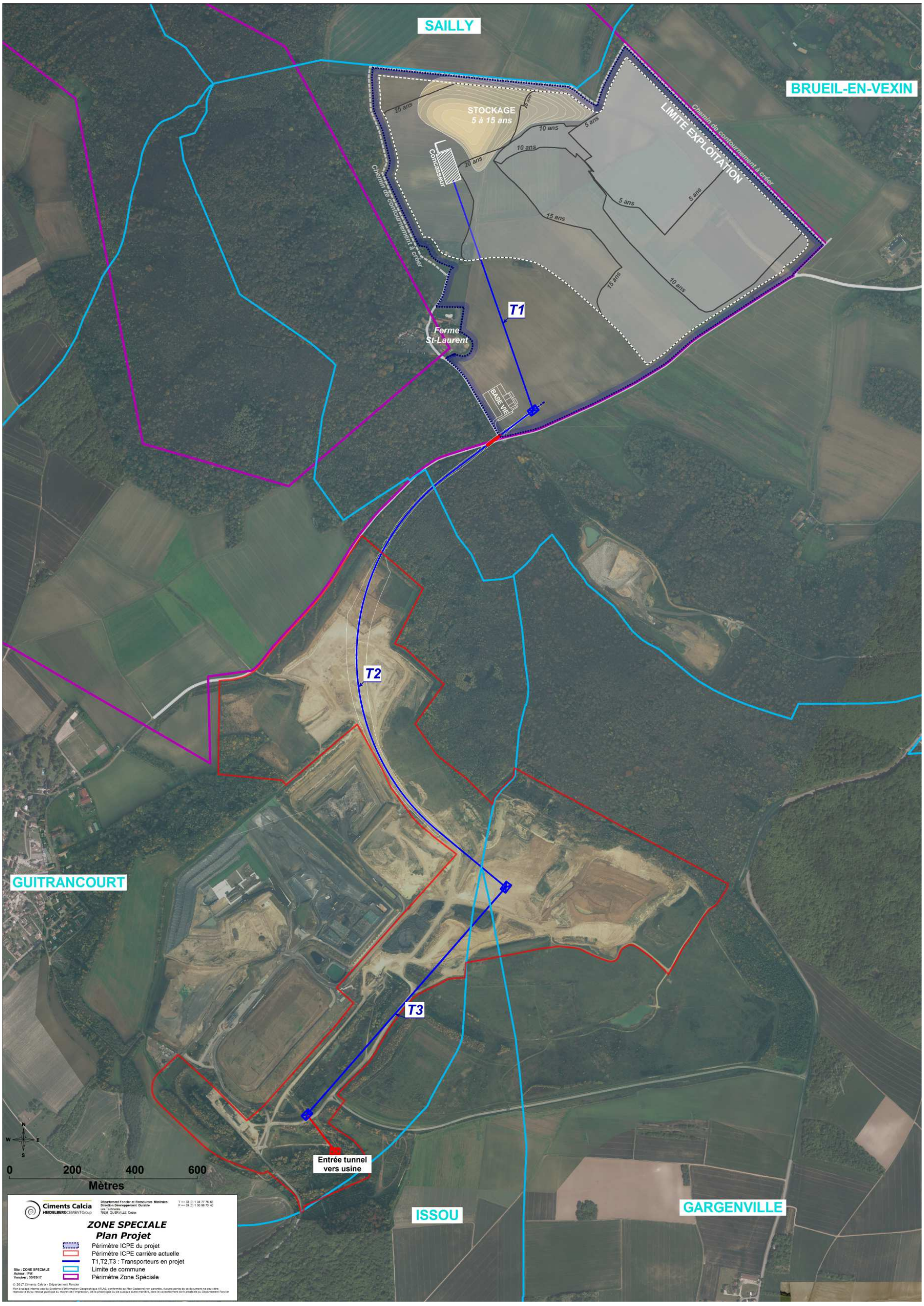
Dans ce cadre, Bureau Veritas a en charge d'assister Ciments Calcia à élaborer l'évaluation prospective des risques sanitaires générés par les émissions de poussières (poussières en tant qu'agent physique : PM10 et PM2,5 ; mais aussi la silice cristalline), des gaz des combustions émis par les moteurs des engins et des gaz générés par les tirs de mine.
Pour cela, les situations étudiées sont les suivantes :

- La phase initiale (0 – 5 ans).
- Les phases suivantes d'exploitation de la future carrière : phases 5-10 ans, phase 10-15 ans, phase 15-20 ans et phase 20-25 ans.

Les phases les plus pénalisantes en termes de quantité de polluants émis (principalement des poussières), mais aussi compte tenu de la proximité des populations riveraines au regard de ces sources d'émission et des vents, sont retenues pour mener l'évaluation prospective du risque sanitaire de la carrière de Gruitrancourt et du projet d'extension de Brueil-en-Vexin.

1.2 LOCALISATION DES CARRIERES

Le périmètre de la carrière de Guitrancourt existante, ainsi que celui de la carrière de Brueil-en-Vexin en projet sont présentés sur le fond de photo aérienne ci-après.


SAILLY
BRUEIL-EN-VEXIN
STOCKAGE
5 à 15 ans
25 ans
20 ans
10 ans
5 ans
15 ans
Concasseur
LIMITE EXPLOITATION
Chemin de contournement à créer
Ferme
St-Laurent
BASE VIE
T1
T2
T3
GUITRANCOURT
Entrée tunnel
vers usine
ISSOU
GARGENVILLE
0
200
400
600
Mètres
Ciments Calcia
HEIDELBERGCEMENTGroup
ZONE SPECIALE
Plan Projet
Périmètre ICPE du projet
Périmètre ICPE carrière actuelle
T1,T2,T3 : Transporteurs en projet
Limite de commune
Périmètre Zone Spéciale

2 METHODE

La méthodologie suivie dans cette étude se réfère :

- Au guide méthodologique de l'INERIS « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » (Août 2013).
- Au « Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact », document publié par l'Institut national de Veille Sanitaire (février 2000).
- A l'observatoire des pratiques de l'évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact – Ministère de la Santé.

Nous utilisons une approche permettant d'obtenir une cartographie de l'impact des émissions atmosphériques sur une longue période afin d'obtenir des résultats utilisables pour l'évaluation des risques sanitaires qui s'intéresse aux effets des expositions des populations potentiellement exposées sur de longues durées (exposition chronique).

Les outils de modélisation utilisés correspondent aux recommandations de l'US-EPA et de l'INERIS pour l'étude d'impact sanitaire des rejets atmosphériques des sources fixes.

Remarque : Cette étude a été réalisée avec les connaissances actuelles. La méthode et les outils utilisés sont ceux connus et validés à la date de rédaction du rapport.

L'Evaluation des Risques Sanitaires est menée en 4 étapes :

1) Evaluation des émissions liées à l'activité ;

2) Evaluation des enjeux et des voies d'exposition ;

3) Interprétation de l'état des milieux ;

4) Evaluation prospective des risques sanitaires.

3 EVALUATION DES EMISSIONS DE L'ACTIVITE

3.1 Emissions prises en compte

Les émissions de poussières (PM10, PM2,5 et silice cristalline) prises en compte dans la présente étude sont issues :

- Du procédé d'extraction : opérations de décapage et opérations de minage ;
- Du procédé de traitement des matériaux : concassage ;
- Des opérations de manutention des matériaux ;
- De la mise en suspension de particules lors du roulage des engins ;
- Des envols de particules des tas (arrachement par les vents de rafale).

Les gaz d'échappement émis par les engins sont également étudiés, ainsi que les gaz liés aux tirs de mines.

3.2 Phasage d'exploitation projeté

L'exploitation projetée est découpée en 6 phases :

Phase	Description succincte
Phase 0-5 ans	Exploitation de la carrière de Guitrancourt avec concassage (fin progressive) : 0-2,5 ans Exploitation sur Brueil-en-Vexin avec concassage : 2-5 ans Début réaménagement Activité chantier (convoyeurs, …)
Phase 5-10 ans	Exploitation sur Brueil-en-Vexin avec concassage Activité de découverture sur Brueil-en-Vexin Réaménagement sur Brueil-en-Vexin
Phase 10-15 ans	
Phase 15-20 ans	
Phase 20-25 ans	
Phase 25–30 ans	Remise en état final après exploitation

⇨ Au regard des quantités de matériaux extraits, transportés sur site, des distances parcourues par les engins sur le site et de la localisation des zones de travail (voir les données Ciments Calcia présentées en annexe), nous avons retenu les phases majorantes suivantes :

- Phases 0-5 ans : émissions potentiellement les plus élevées du fait de la co-activité Guitrancourt / Brueil-en-Vexin et lors du chantier.
- Phases 10-15 ans et phases 15-20 ans où les quantités de matériaux extraits sur Brueil-en-Vexin sont maximales.

3.3 Méthodologie de quantification des émissions de particules liées à l'activité de carrière

Il s'agit des émissions de poussières (PM10, PM2,5 et silice cristalline).

3.3.1 Procédé de minage

La quantité de particules émises lors des opérations de minage a été estimée sur la base :

- Des facteurs d'émission issus de la bibliographie : *Mojave Desert Air Quality Management District - Antelope Valley Air Pollution Control District - Emissions Inventory Guidance - Mineral Handling and Processing Industries, 2000*.
- De la surface de matériaux abattue par tir.
- Du nombre de tirs annuel prévus.

Les feuilles de calcul concernant les émissions de poussières liées au procédé de minage sont jointes en annexe.

3.3.2 Procédé de traitement : concassage et criblage

Les émissions du concassage sont estimées sur la base :

- Des facteurs d'émission publiés dans la section 11.19.2, au tableau 11.19.2-1 de la publication *U.S. EPA Fifth Edition, Volume I Chapter 11, Mineral Products Industry, section 11.19.2, Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing.*
- De la quantité totale annuelle de chaque type de matériaux concassés (calcaire, schiste cru).

Les feuilles de calcul concernant les émissions de poussières liées au concassage sont jointes en annexe.

3.3.3 Opérations de manutention des matériaux

La quantité de particules émises lors des opérations de manutention des matériaux a été estimée sur la base :

- Des facteurs d'émission issus de la bibliographie : *§ 13.2.4 Aggregate Handling and Storage Piles, AP42 - US EPA, Novembre 2006.*
- De l'estimation des quantités de bruts de minage, de gravillons, de sables, de primaire et O/D qui seront manutentionnées annuellement (y compris en prenant en compte que le même matériau peut être manutentionné plusieurs fois).
- De l'humidité moyenne des matériaux.
- De la vitesse moyenne du vent.

La feuille de calcul concernant les émissions de poussières liées à la manutention des matériaux est jointe en annexe.

3.3.4 Circulation et manœuvre des engins et camions

La quantité de particules mise en suspension lors du passage de véhicules sur les voies a été estimée sur la base :

- Des facteurs d'émission issus de la bibliographie : *§ 13.2.2 Unpaved Roads, AP42 - US EPA, Novembre 2006.*
- Du poids des engins circulant sur le site (pelle, dumper, chargeuse).
- De l'estimation de la distance parcourue annuellement sur le site par ces engins.
- De l'estimation des caractéristiques des matériaux constituant les pistes.

La feuille de calcul concernant la mise en suspension de particules liée au passage des engins est jointe en annexe.

3.3.5 Envol de particules des stockages

La quantité de particules mise en suspension par l'action du vent sur les tas de gravillon, de sable, de particules issues des opérations de forage, de primaire et O/D a été estimée sur la base :

- Des facteurs d'émission issus de la bibliographie : *§ 13.2.5 Industrial Wind Erosion - AP 42, US EPA 2006.*
- Du nombre, de la taille et de la morphologie des tas.
- De l'estimation des caractéristiques du substrat.
- Des données météorologiques horaires pour calculer heure par heure les quantités de particules réenvolées.

3.3.6 Récapitulatif des émissions liées à l'activité de carrière

Le tableau ci-dessous récapitule l'estimation des émissions des différentes sources liées à l'activité de la carrière (hors gaz d'échappement des engins et hors gaz liés aux explosifs) pour les 3 phases d'exploitation retenues.

Emissions totales moyennes annuelles liées à l'activité d'extraction en kg/an		PM2,5	PM10	Silice cristalline
Phase 0-5 ans	Total Guitrancourt	31945	312016	23
	Total Brueil-en-Vexin	12179	106381	48
	Total	**44125**	**418398**	**70**
Phase 10-15 ans	Total Guitrancourt	-	-	-
	Total Brueil-en-Vexin	13511	112403	74
	Total	13511	112403	74
Phase 15-20 ans	Total Guitrancourt	-	-	-
	Total Brueil-en-Vexin	15684	134048	76
	Total	15684	134048	76

⇨ En termes d'émissions totales, c'est la phase 0-5 ans qui est la plus émettrice en poussières. C'est cette phase également qui génère le plus de poussières côté Guitrancourt.

⇨ C'est la phase 15-20 ans qui est la plus émettrice de poussières côté Brueil-en-Vexin.

3.4 Méthodologie de quantification des émissions de gaz d'échappement

Les émissions liées aux gaz d'échappement des engins sont quantifiées sur la base de la méthode COPERT4 qui a établi des facteurs d'émission en fonction soit de la puissance des engins, soit en fonction de leur poids, de leur performance (classe Euro) et par kilomètre parcouru.

Les données relatives aux caractéristiques des engins ont été fournies par Ciments Calcia, ainsi que les distances parcourues annuellement par chaque type d'engins et par itinéraire sur le site.
Les caractéristiques des engins sont récapitulées dans le tableau ci-après.

Engin		Type	Poids vide / en ordre de marche (t)	Poids plein (t)	Technologie
Exploitation carrière	Dumper rigide	CAT 775 (Brueil-en-Vexin)	50	106	Euro IV
	Dumper rigide	CAT 773 (Guitrancourt)	39	89	Conventionnel
	Chargeuse (Brueil-en-Vexin)	CAT 990 (Brueil-en-Vexin)	82	97	Euro IV (commercialisé après 2006)
	Chargeuse (Guitrancourt)	CAT 992 (Guitrancourt)	85	102	conventionnel
Travaux de découverture et travaux de réalisation des d'infrastructure	Dumper articulé	Bell 50D	34	79	Euro III (commercialisé depuis 2003)
Travaux de terrassement et de découverture	Pelle lourde	Liebherr 976	85	95	conventionnel
Travaux de terrassement et de réaménagement	Pelle moyenne	Liebherr 946	43	48	Euro V
	Bull	CAT D6	13	-	Euro V
Travaux préparatoires à la construction du convoyeur, atelier voirie	Compacteur	Bomag BW 226	26	-	Euro IV
Atelier voirie	Compacteur bi-rouleaux (pour enrobé)	Bomag BW 154	8	-	Euro III

Les gaz d'échappement susceptibles d'être émis par les engins sont les suivants :

- les particules (PM10 et PM2,5),
- le monoxyde de carbone (CO),
- les oxydes d'azote (assimilés au NO_2),
- le dioxyde de soufre (SO_2),
- des Composés Organiques Volatils (COV),
- des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP),
- des métaux lourds.

Bien que la *Circulaire du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières* ne soit pas applicable (le projet ne correspond pas à un projet d'infrastructure routière), les substances citées dans la *Note méthodologique sur l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routières* annexée à la Circulaire ont été retenues. En effet, les substances recommandées pour leur prise en compte dans les évaluations du risque sanitaire d'infrastructures routières de niveau I (cas des plus gros projets routiers) ont été retenues pour la présente étude, sauf :

- l'arsenic et le mercure qui disposent des facteurs d'émission les plus faibles au regard des autres métaux retenus,
- le baryum, qui ne dispose pas de facteur d'émission dans COPERT4.

Ainsi, au regard des facteurs d'émission de la bibliographie reconnue, de la toxicité des substances susceptibles d'être émises et du retour d'expérience, les substances retenues sont les suivantes :

- Les particules (PM10 et PM2,5), le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'azote (assimilés au NO_2), le dioxyde de soufre (SO_2).

- Les Composés Organiques Volatils (COV) spécifiques suivant :
  - benzène,
  - toluène,
  - éthylbenzène,
  - xylène
  - acroléine,
  - formaldéhyde,
  - acétaldéhyde,
  - 1,3-butadiène.

- Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) spécifiques : le naphtalène et le benzo(a)pyrène.

- Les métaux retenus pour comme substances d'intérêts sont : le cadmium (Cd), le chrome (Cr), le nickel (Ni), le zinc (Zn), le plomb (Pb).

Les facteurs d'émission retenus pour la quantification des gaz d'échappement des engins sont récapitulés en annexe.

Tableau récapitulatif des émissions de gaz d'échappement pour les 3 phases d'exploitation retenues

Emissions totales moyennes annuelles lié aux gaz d'échappement des engins en kg/an	Emissions totales moyennes annuelles sur la période 0-5 ans (kg/an)			Emissions totales moyennes annuelles sur la période 10-15 ans (kg/an)			Emissions totales moyennes annuelles sur la période 15-20 ans (kg/an)		
	Guitrancourt	Brueil-en-Vexin	TOTAL	Guitrancourt	Brueil-en-Vexin	TOTAL	Guitrancourt	Brueil-en-Vexin	TOTAL
PM2,5	9,1	4,9	14,0	-	3,0	3,0	-	8,1	8,1
PM10	9,1	4,9	13,9	-	3,7	3,7	-	8,1	8,1
Monoxyde de carbone (CO)	48,0	54,0	102,0	-	38,2	38,2	-	93,8	93,8
Oxydes d'azote (NOx)	767,9	305,1	1073,0	-	281,6	281,6	-	436,1	436,1
Dioxyde de soufre (SO2)	5,61E-01	1,86E-01	7,47E-01	-	1,89E-01	1,89E-01	-	2,42E-01	2,42E-01
Composés Organiques Volatils non méthaniques (COVnm totaux)	8,5	9,1	17,6	-	6,3	6,3	-	16,0	16,0
Benzène	5,94E-03	6,38E-03	1,23E-02	-	4,41E-03	4,41E-03	-	1,12E-02	1,12E-02
Toluène	5,86E-02	6,29E-02	1,22E-01	-	4,35E-02	4,35E-02	-	1,11E-01	1,11E-01
Ethylbenzène	2,46E-02	2,64E-02	5,11E-02	-	1,83E-02	1,83E-02	-	4,65E-02	4,65E-02
Xylène	5,18E-02	5,56E-02	1,07E-01	-	3,84E-02	3,84E-02	-	9,79E-02	9,79E-02
Acroléine	1,50E-01	1,61E-01	3,12E-01	-	1,12E-01	1,12E-01	-	2,84E-01	2,84E-01
Formaldéhyde	7,13E-01	7,66E-01	1,48E+00	-	5,29E-01	5,29E-01	-	1,35E+00	1,35E+00
Acétaldéhyde	3,88E-01	4,17E-01	8,05E-01	-	2,88E-01	2,88E-01	-	7,33E-01	7,33E-01
1,3-butadiène	2,80E-01	3,01E-01	5,81E-01	-	2,08E-01	2,08E-01	-	5,29E-01	5,29E-01
Benzo(a)pyrène	1,31E-04	4,37E-05	1,75E-04	-	4,43E-05	4,43E-05	-	5,67E-05	5,67E-05
Naphtalène	8,27E-03	2,75E-03	1,10E-02	-	2,79E-03	2,79E-03	-	3,57E-03	3,57E-03
Cadmium	3,59E-06	1,23E-06	4,82E-06	-	1,23E-06	1,23E-06	-	1,62E-06	1,62E-06
Chrome	1,08E-03	3,69E-04	1,45E-03	-	3,69E-04	3,69E-04	-	4,87E-04	4,87E-04
Nickel	1,65E-04	5,63E-05	2,21E-04	-	5,63E-05	5,63E-05	-	7,44E-05	7,44E-05
Zinc	6,25E-02	2,14E-02	8,38E-02	-	2,14E-02	2,14E-02	-	2,82E-02	2,82E-02
Plomb	1,87E-03	6,40E-04	2,51E-03	-	6,40E-04	6,40E-04	-	8,45E-04	8,45E-04

⇨ Les émissions moyennes annuelles en gaz d'échappement sont maximales pour la phase 0-5 ans.

3.5 Méthodologie de quantification des émissions de gaz liés aux tirs de mine

Ces émissions sont liées aux gaz libérés lors de la détonation des explosifs utilisés lors des tirs de mine.
Il s'agit d'explosifs prévus pour une utilisation dans l es carrières de roches massives du type « nitrate fioul ».

La quantification des gaz émis est réalisée sur la base de la composition des explosifs et des données bibliographiques suivantes :

- *Guide de bonnes pratiques en pyrotechnie – SFEPA – Guide SFEPA N°9* – 2009.
- *Les substances explosives et leurs nuisances – Dunod – Collection Les industries, leurs production, leurs nuisances*.

Le tableau suivant présente la quantification des émissions de gaz lié aux tirs de mine.

Principaux gaz susceptibles d'être émis lors de la détonation	Commentaire	Quantité de gaz émis en kg/an	
Monoxyde d'azote (NO)	Lors d'une détonation, les principaux gaz émis sont du NO (et peu de NO_2). Cependant, nous faisons l'hypothèse pénalisante que la totalité des oxydes d'azote émis est du NO_2 (polluant le plus pénalisant au regard de l'impact sur la santé humaine).	NO_2	68550
Dioxyde d'azote (NO_2)			
Monoxyde de carbone (CO)	Nous faisons l'hypothèse pénalisante que la totalité des oxydes de carbone émis est du CO (polluant le plus pénalisant au regard de l'impact sur la santé humaine).	CO	5789
Dioxyde de carbone (CO_2)			
Aluminium métal, oxydes d'aluminium	Seul l'aluminium métal dispose de données permettant d'évaluer l'impact sur la santé	Al	2930
Monoxyde d'azote (NO)	Lors d'une détonation, les principaux gaz émis sont du NO (et peu de NO2). Cependant, nous faisons l'hypothèse pénalisante que la totalité des oxydes d'azote émis est du NO2 (polluant le plus pénalisant au regard de l'impact sur la santé humaine).	NO_2	2267
Dioxyde d'azote (NO_2)			
Acide chlorhydrique (HCl)	Le dichlore est supposé réagir avec l'humidité de l'air pour former de l'HCl : nous retiendrons donc uniquement l'HCl	HCl	176
Dichlore (Cl_2)			

Nota :
La phase 0-5 ans, peut se décomposer en 2 étapes :

- La période 0-2 ans où l'exploitation continue sur la carrière actuelle de Guitrancourt avec arrêt progressif ;
- La période 2-5 ans où l'exploitation est arrêté sur Guitrancourt (réaménagement) et débute sur Brueil-en-Vexin.
- Pour les phases suivantes, l'exploitation se fait uniquement sur Brueil-en-Vexin.

Ceci a bien été intégré, en considérant les émissions attribuables à chacune des carrières :

Emissions totales moyennes annuelles de gaz liés aux explosifs en kg/an		Monoxyde de carbone (CO)	Oxydes d'azote (NOx)	Acide chlorhydrique (HCl)	Aluminium (Al)
Phase 0-5 ans	Total Guitrancourt	1158	14163	35	586
	Total Brueil-en-Vexin	3473	42490	106	1758
	Total	4631	56654	141	2344
Phases de 5-10 ans jusqu'à la phase 20-25 ans	Total Guitrancourt	-	-	-	-
	Total Brueil-en-Vexin	5789	70817	176	2930
	Total				

3.6 Commentaire

La phase 0-5 ans est la phase potentiellement la plus émettrice de poussières (PM10, PM2,5 et silice cristalline) pour l'ensemble du site et en particulier des émissions liées :

- A l'activité sur Guitrancourt ;
- Les phases 5-10 ans et 15-20 ans sont relativement similaires en termes d'émissions de poussières sur Brueil-en-Vexin.

Nota : Certaines mesures prévues par Ciments Calcia vont conduire à limiter les émissions de poussières (PM10, PM2,5 et silice cristalline), mais aussi de tous les polluants particulaires susceptibles d'être émis (tels que les métaux émis par les gaz d'échappement des engins et des explosifs) à l'extérieur du site.
Il s'agit en particulier des mesures suivantes :

- Le maintien de l'arrosage des pistes par temps sec ;
- Les merlons qui font office d'écran physique ;
- La végétalisation des stockages de matériaux et des merlons périphériques qui permettent de limiter les envols de poussières liés au vent et font également office d'écran (écran végétal).

Cependant, il n'est pas envisageable de quantifier les effets bénéfiques de telles mesures et donc de les intégrer à la présente étude.

4 EVALUATION DES ENJEUX ET DES VOIES D'EXPOSITION

4.1 OCCUPATION DES SOLS ET USAGES

Les zones à proximité immédiate des carrières étudiées, sont majoritairement occupées par des terrains agricoles et des bois.

Pour mémoire, notons la présence :

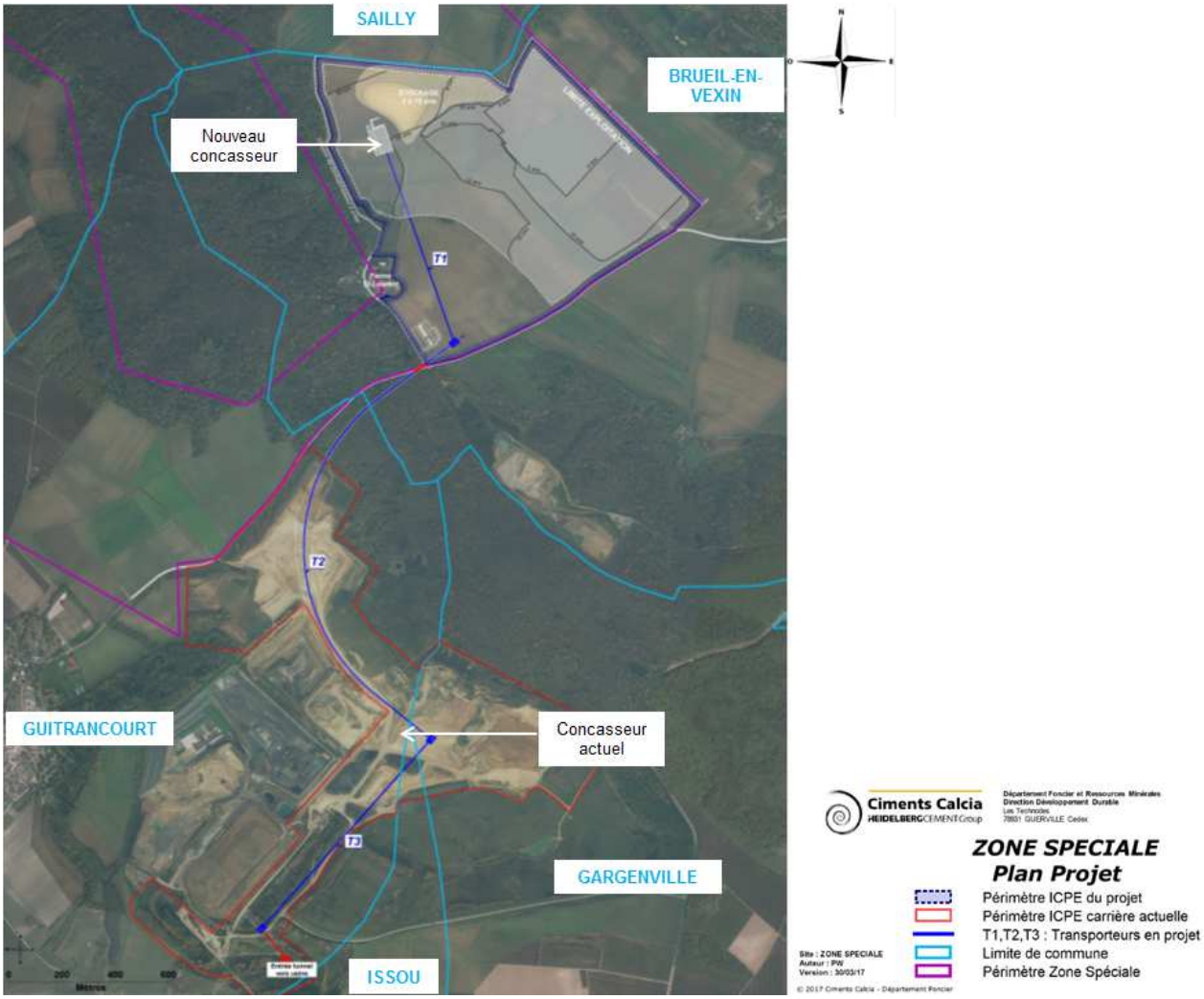
- du Centre de Stockage de Déchets Ultimes (CSDU) de Guitrancourt (EMTA), localisé en limite de propriété ouest de la carrière de Guitrancourt existante,

- de l'Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND) de Brueil-en-Vexin (SITA) localisée à près de 400 m des limites de propriété au sud-est de la carrière de Brueil-en-Vexin en projet et à près de 400 m des limites de propriété au nord-est de la carrière de Guitrancourt existante. L'exploitation de cette ISDND et son réaménagement sont terminés.

Notons la présence d'un captage pour l'alimentation en eau potable (AEP) à proximité immédiate des carrières étudiées. Son périmètre de protection rapproché est en limite du projet de périmètre ICPE de Ciments Calcia pour l'exploitation de la zone exploitée à Guitrancourt. Il n'y a pas de périmètre de protection éloigné.

4.2 POPULATION POTENTIELLEMENT EXPOSEE

Les données de population recensées concernent les communes qui sont situées dans la zone d'influence maximale du site au regard de la dispersion atmosphérique des polluants susceptibles d'être émis.
La figure ci-après présente les communes susceptibles d'être impactées : Sailly, Brueil-en-Vexin, Gargenville, Issou, Guitrancourt, toutes situées dans le département des Yvelines (78).



Source : Ciments Calcia, fond photogramétrique

Nom de la Commune	Nombre d'habitants recensés (2013)	Enfants de moins de 6 ans		
		Enfants de moins de 3 ans	Enfants de 3 à 5 ans	TOTAL Enfants de moins de 6 ans
Sailly	381	Pas de données (communes < 2000 habitants)		
Brueil-en-Vexin	704	Pas de données (communes < 2000 habitants)		
Gargenville	6877	253	248	501
Issou	4359	188	177	365
Guitrancourt	635	Pas de données (communes < 2000 habitants)		

Source : INSEE - Recensement de 2013 *(http://www.insee.fr)*

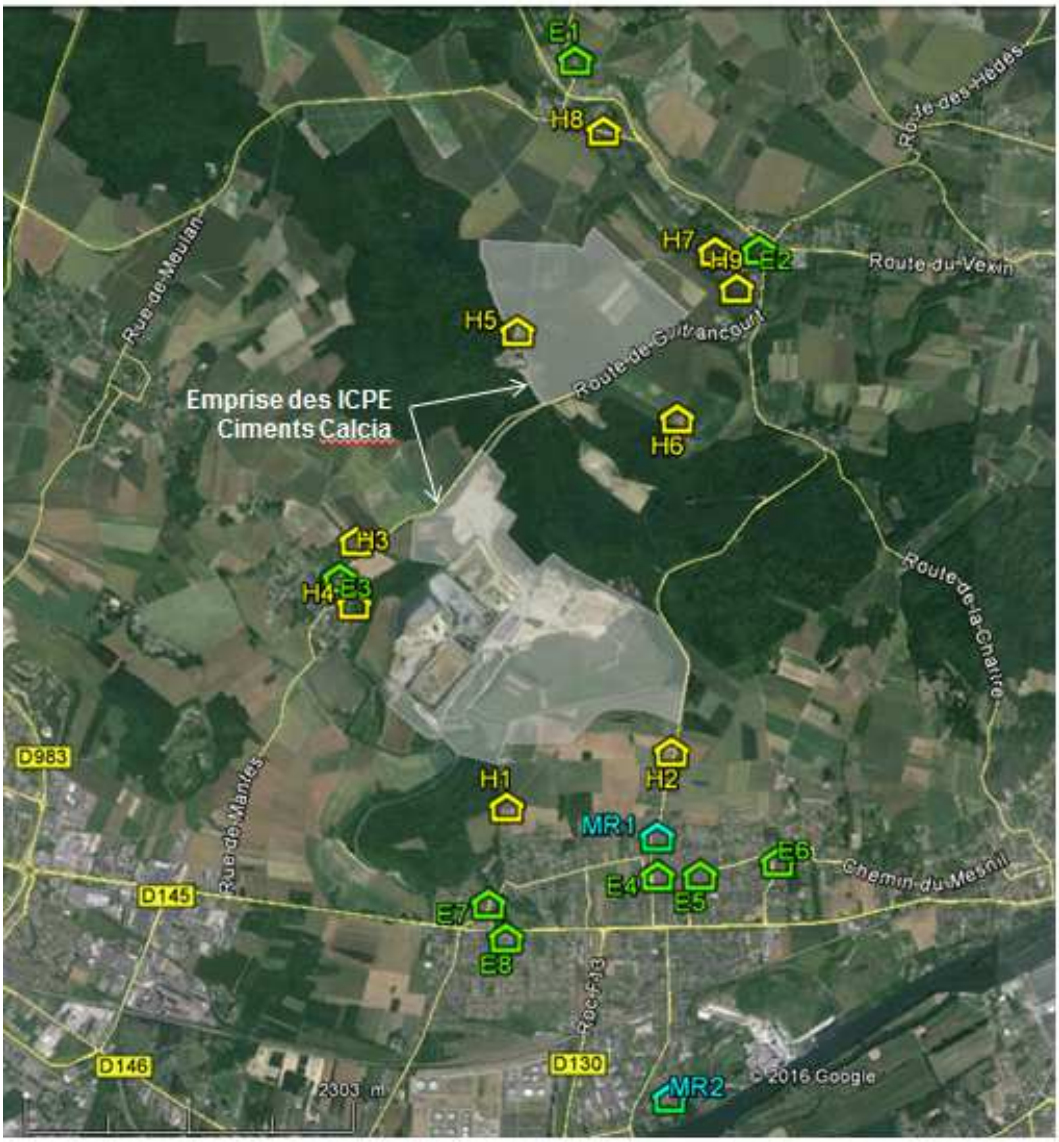
Les populations les plus proches de l'emprise (périmètre ICPE) des carrières (carrière actuelle de Guitrancourt et carrière en projet à Brueil-en-Vexin) sont recensées dans le tableau ci-après et localisées sur le fond de photo aérienne placée ci-après.

Carrière concernée	Principales cibles identifiées	Localisation	Repère
Habitations les plus proches de la carrière existante de Guitrancourt	Les habitations de Issou (maisons individuelles)	Environ 400 m au sud de la carrière existante	H1
	Les habitations de Gargenville (maisons individuelles)	Entre 300 et 400 m sud-est de la carrière existante	H2
	Les habitations de Guitrancourt (maisons individuelles)	Environ 500 m à l'ouest de la carrière existante et du concasseur	H3 et H4
Habitations les plus proches de la carrière en projet	Le petit groupe d'habitations en limite de propriété ouest (maisons individuelles)	Limite de propriété ouest	H5
	Le petit groupe d'habitations (la ferme de la Malmaison)	Environ 630 m à l'est-sud-est de la carrière en projet	H6
	Les habitations de Brueil-en-Vexin (maison individuelles, rue de la Carrière)	Environ 370 m au nord-est des limites ICPE	H7
	Les habitations de Sailly (maison individuelles)	Environ 530 m au nord des limites ICPE	H8
	Les habitations de Brueil-en-Vexin (maison de la Croix Blanche)	Environ 340 m à l'est des limites ICPE (hangar à 210 m des limites ICPE)	H9

Il n'a pas été recensé de populations sensibles à proximité immédiate des limites de propriété de la carrière actuelle et du projet. Il n'a pas été recensé d'établissements de santés (hôpitaux, cliniques) dans les communes citées ci-avant.

Cependant, notons la présence d'écoles et de maison de retraites :

Carrière concernée	Principales cibles identifiées	Localisation	Repère
Etablissements les plus proches de la carrière existante de Guitrancourt	Ecoles de Gargenville	Environ 1,3 km au sud-sud-est des limites ICPE	E4, E5 et E6
	Ecole d'Issou	Environ 1,4 km au sud des limites ICPE	E7 et E8
	Foyer résidence de personnes âgées *L'âge d'or* de Gargenville	Environ 950 m au sud des limites ICPE	MR1
	Maison de retraite EHPAD *Le Clos Saint-Jean* de Gargenville	Environ 2,7 km au sud des limites ICPE	MR2
	Ecole de Guitrancourt	Environ 620 m à l'ouest des limites ICPE	E3
Etablissements les plus proches de la carrière en projet	Ecole de Sailly	Environ 1,2 km au nord des limites ICPE	E1
	Ecole de Brueil-en-Vexin	Environ 610 m au nord-est des limites ICPE	E2



Source : Extrait de photo aérienne Google Earth

4.3 SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION

Les émissions atmosphériques d'une activité sont à l'origine principalement et potentiellement :

- d'une contamination de l'air (polluants atmosphériques),
- d'une contamination des sols, en particulier les polluants bioaccumulables,
- d'une contamination des végétaux (transferts sol / plante et dépôts sur les parties aériennes des végétaux), en particulier pour les polluants bioaccumulables,
- d'une contamination des produits animaux (viande, œufs, lait), en particulier pour les polluants bioaccumulables.

L'exposition des populations est donc susceptible de se faire par les voies d'exposition suivantes :

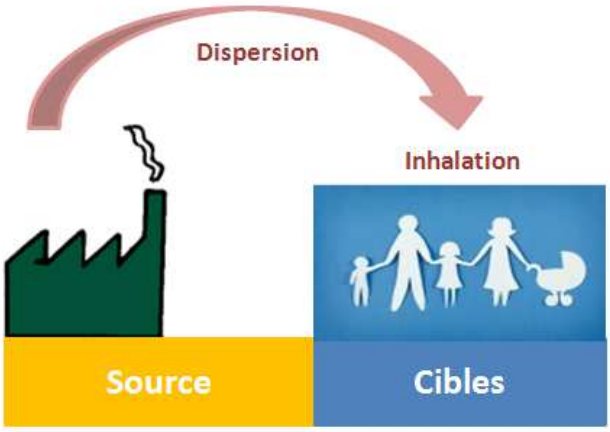
- Inhalation directe : exposition aux concentrations atmosphériques.
- Ingestion directe de sol en particulier chez les enfants (jeux à l'extérieur,…).
- Ingestion indirecte via les légumes et les fruits.
- Ingestion indirecte via les produits animaux (viande, lait, œufs,…). La contamination des animaux provient de l'ingestion directe de sol (pâturage) et de végétaux contaminés.

Les voies d'exposition des populations potentiellement exposées aux émissions atmosphériques de poussières sont retenues sur la base du schéma conceptuel d'exposition. Ce dernier est établi en considérant :

- La nature des polluants susceptibles d'être émis par l'activité et de leurs caractéristiques (en particulier, leur potentiel de bioaccumulation) ;
- Ceci permet d'identifier les voies de transfert possibles ;
- L'inventaire des usages et des différents milieux d'exposition potentielle ;
- L'inventaire des cibles.

Les principaux polluants émis par l'activité de la carrière correspondent aux poussières en tant qu'agent physique émise par l'activité d'exploitation de la carrière (PM10 et PM2,5).
Les poussières sont ici étudiées en tant qu'agent physique (PM10 et PM2,5). Ainsi, la seule voie d'exposition retenue pour ces polluants est l'inhalation.

Le schéma conceptuel d'exposition présentant cette voie d'exposition par inhalation est le suivant :



De même, ce schéma conceptuel est valable pour tous les polluants retenus dans la présente étude et considérés comme non bioaccumulables tels que :

- La silice cristalline ;
- Le monoxyde de carbone (CO) ;
- Les oxydes d'azote (assimilés au NO_2) ;
- Le dioxyde de soufre (SO_2) ;
- Les Composés Organiques Volatils (COV) : benzène, toluène, xylène, propylène, 1,3-butadiène, formaldéhyde, acétaldéhyde, acroléine.
- L'acide chlorhydrique (HCl).

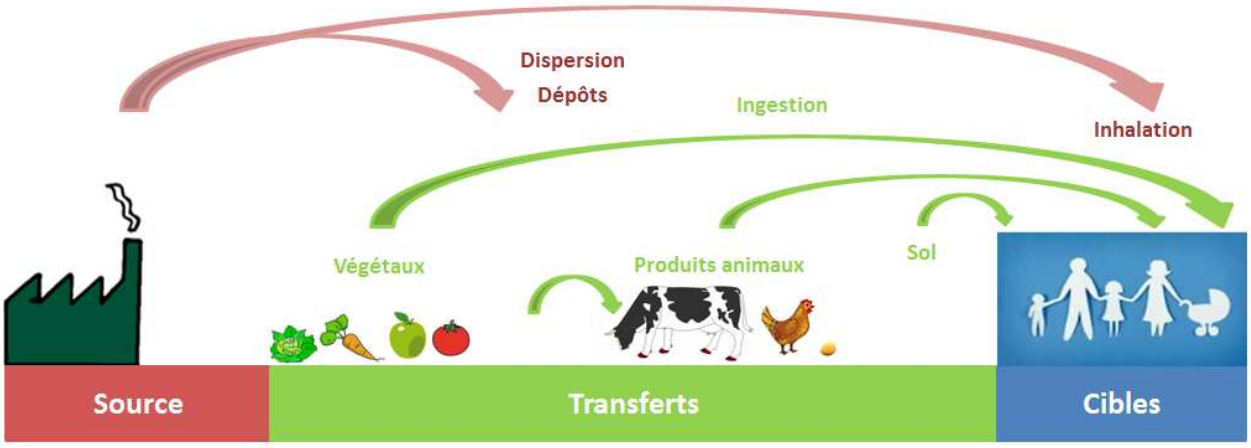
Pour les polluants considérés comme persistants et/ou bioaccumulables dans différents compartiments environnementaux (métaux : cadmium, chrome, nickel, zinc et plomb ; Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques : naphtalène et benzo(a)pyrène), nous avons considéré qu'il y avait une exposition possible par ingestion liée à ces composés.

L'occupation des sols et l'inventaire des usages mettent en évidence :

- la présence de champs cultivés et de zones de prairies,
- la présence potentielle d'élevages (vaches, volailles),
- la présence de maisons individuelles à proximité du site (les plus proches sont situées à 150 m environ à l'Est du site) avec présence de jardin (quelques jardins potager).

⇨ L'exposition par ingestion de fruits et légumes, d'œufs, de viande et de lait est donc retenue.

Ainsi, le schéma conceptuel d'exposition présentant les voies d'exposition correspondantes est le suivant :



5 EVALUATION DE L'ETAT DES MILIEUX

L'évaluation de l'état des milieux porte sur les polluants retenus comme substances d'intérêt.

5.1 INVENTAIRE DES SOURCES DE POLLUTION

5.1.1 Sources recensées dans l'environnement proche du site

Notons la présence d'activités dans l'environnement proche des carrières, susceptibles d'émettre des polluants de natures proche de celles des émissions des carrières étudiées (en particulier des poussières).

Il s'agit en particulier du Centre de Stockage de Déchets Ultimes (CSDU) de Guitrancourt (EMTA).

Localisation	Sources d'émissions de poussières
En limite de propriété ouest de la carrière de Guitrancourt existante	Centre de tri des encombrants et plate-forme de tri des déchets issus du BTP Roulage des camions, des engins Installations de valorisation et de traitement du bioagaz

Notons la présence de l'installation de stockage de déchets non dangereux de Brueil-en-Vexin (SITA) localisée à environ 400 m des limites de propriété au sud-est de la carrière de Brueil-en-Vexin et des limites de propriété au nord-est de la carrière de Guitrancourt existante. Cependant, ce site a été réaménagé : il n'y a pas d'émissions de poussières susceptibles d'être générées par cette installation.

5.1.2 Sources identifiées dans un périmètre plus large

Dans la région considérée, la pollution de l'air provient :

- De la circulation automobile : Le site est localisé en région parisienne, à moins de 4 km de l'autoroute de Normandie.
- Des installations de chauffage urbain et individuel des agglomérations proches (Gargenville, Mantes-la-Jolie, Les Mureaux, …).
- Des rejets industriels.

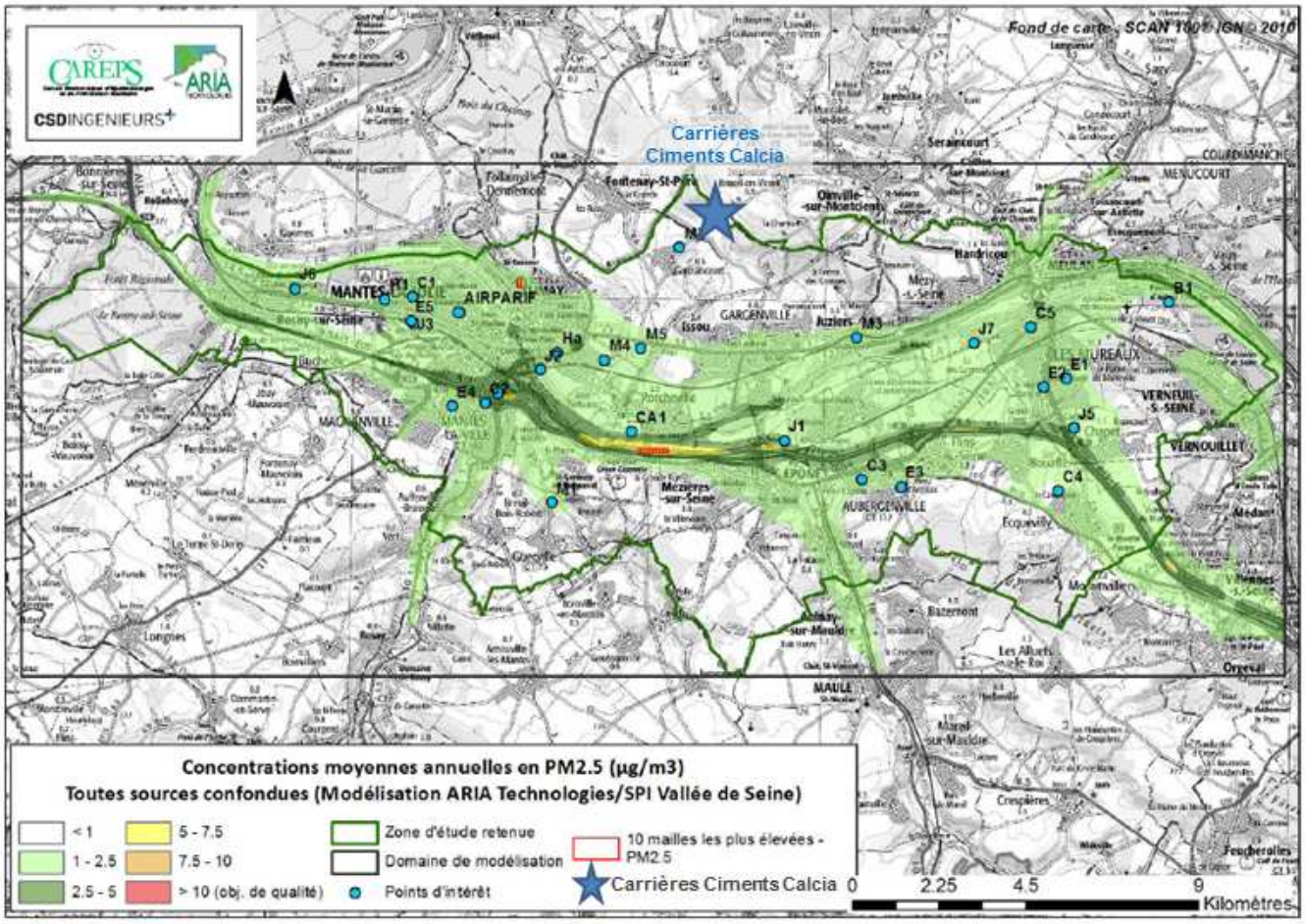
<u>Les rejets industriels :</u>

La cimenterie CIMENTS CALCIA de Gargenville, située à près de 2 km au sud-sud-est des carrières étudiée, est également une source de poussières (four, refroidisseur à clinker, broyeurs à ciment, …).

Notons la présence d'autres sources potentielles d'émissions atmosphériques (et en particulier de poussières) sur la zone de Porcheville :

Activité	Localisation	Principales sources d'émissions de poussières
VALENE, Centre de valorisation énergétique de déchets ménagers	Environ 4,3 km au sud-ouest du projet	Four
Acierie et laminoirs de Paris (ALPA)	Environ 2,2 km au sud-ouest du projet	Broyeur Four
SARP, Centre de traitement et de valorisation de déchets industriels dangereux et spéciaux	Environ 3,4 km au sud-ouest du projet	Fours
GDE Limay, Installation de recyclage de déchets non dangereux	Environ 3,9 km au sud-ouest du projet	Broyeur
EDF Porcheville, Centrale électrique au fioul lourd	Environ 2,0 km au sud-sud-ouest du projet	Combustion du fioul

La carte ci-après présente la modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions de poussières PM2,5 en moyenne annuelle pour l'ensemble de ces activités, y compris les activités agricoles, le trafic routier, ferroviaire et fluvial, les émissions du secteur résidentiel et tertiaire. Il s'agit d'un extrait de la présentation au Comité de pilotage du 19 décembre 2013 à Mantes-la-Jolie de l'*Etude de zone en vallée de Seine – Modélisation de la dispersion atmosphérique – SPI - ARIA TECHNOLOGIES - 2013.*

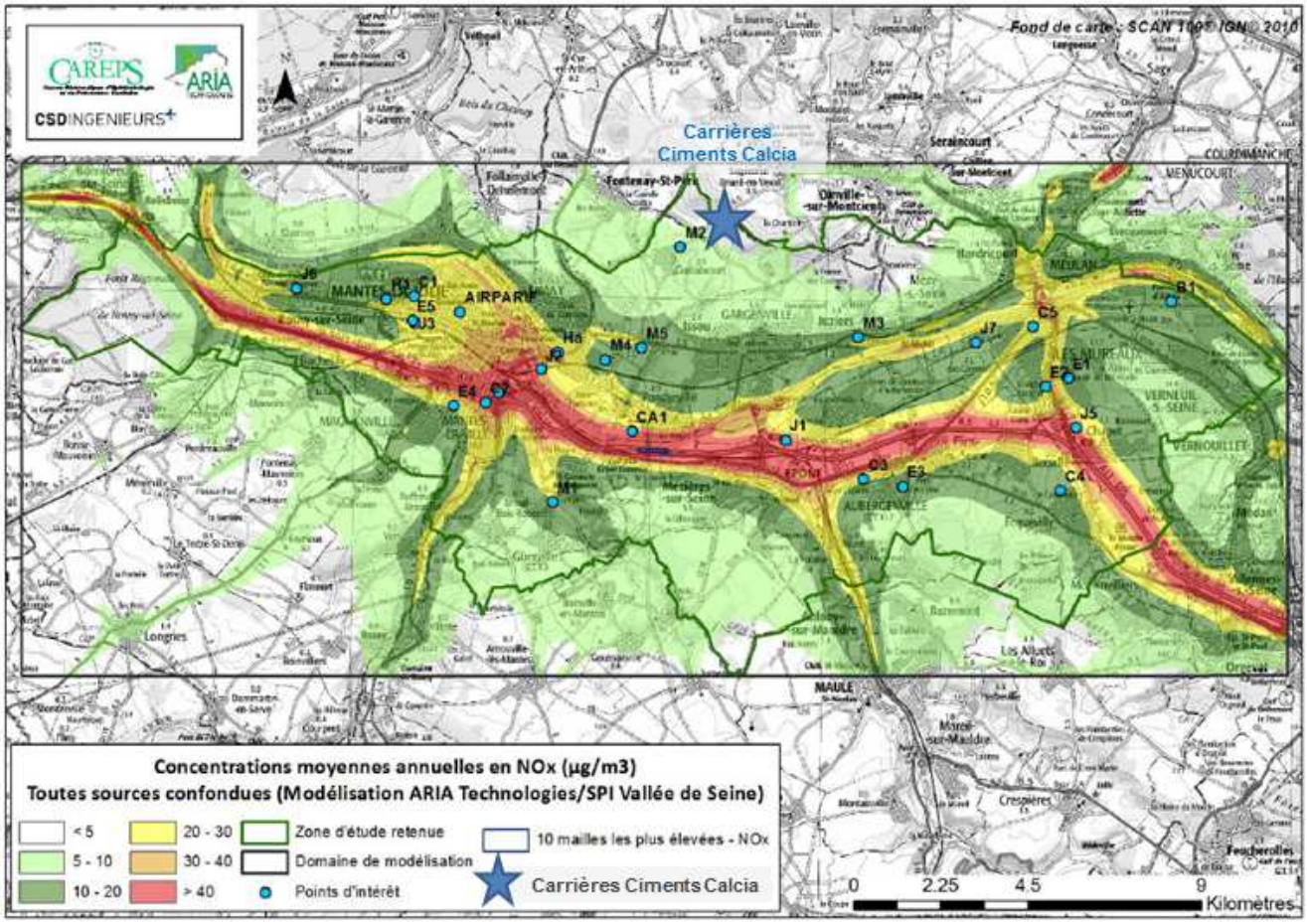


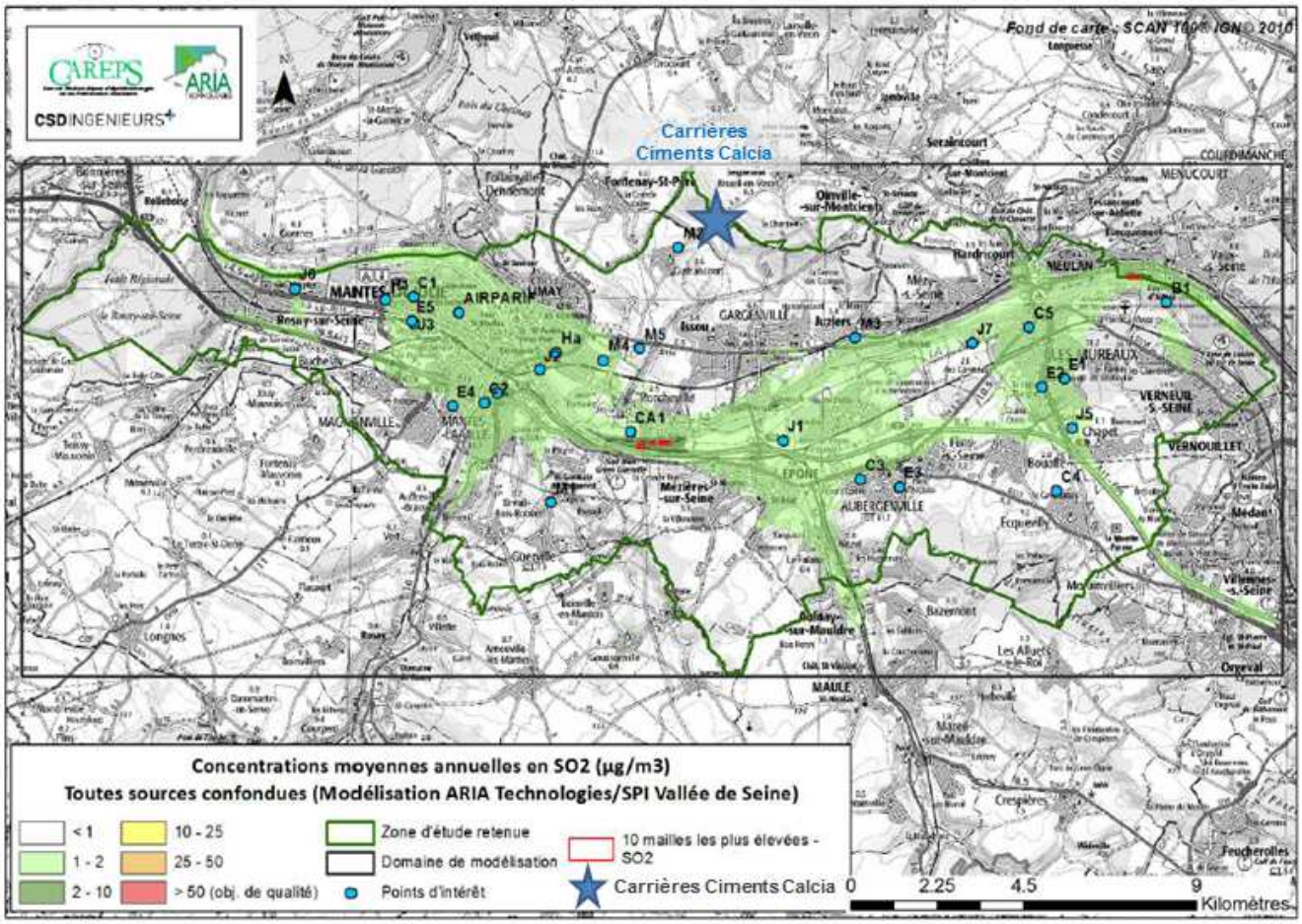
Source : Extrait de la présentation au Comité de pilotage du 19 décembre 2013 à Mantes-la-Jolie de l'*Etude de zone en vallée de Seine – Modélisation de la dispersion atmosphérique – SPI - ARIA TECHNOLOGIES - 2013.*

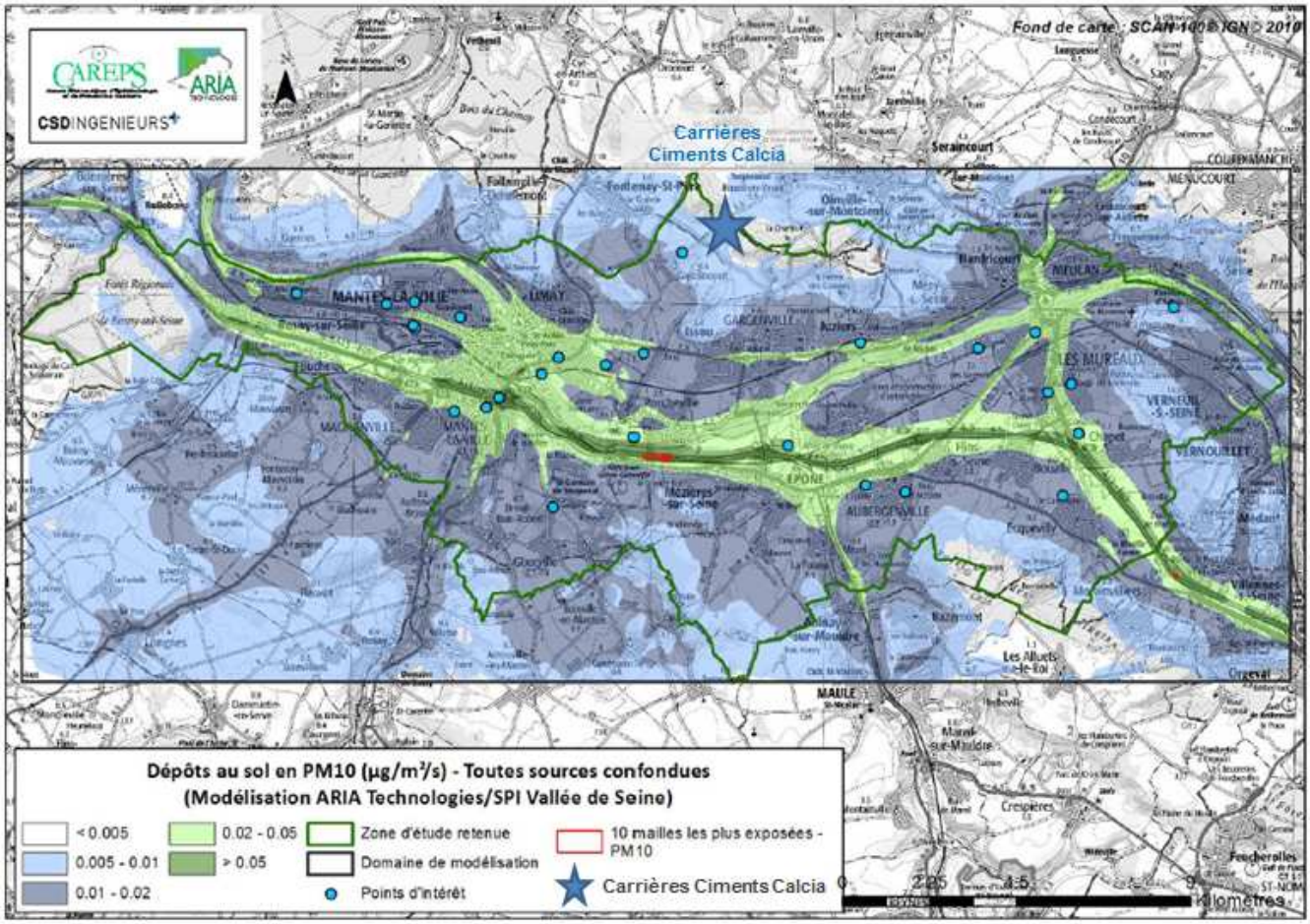
Les cartes ci-après sont des extraits de la présentation au Comité de pilotage du 19 décembre 2013 à Mantes-la-Jolie de l'*Etude de zone en vallée de Seine – Modélisation de la dispersion atmosphérique – SPI - ARIA TECHNOLOGIES – 2013 :*

- Les oxydes d'azote (NOx) ;
- Le dioxyde de soufre (SO_2) ;
- Le dépôt au sol de poussières PM10 (pour mémoire).

Les cartes suivantes sont établies pour des résultats en concentration atmosphérique modélisée en moyenne annuelle et les dépôts totaux modélisés en moyenne annuelle.



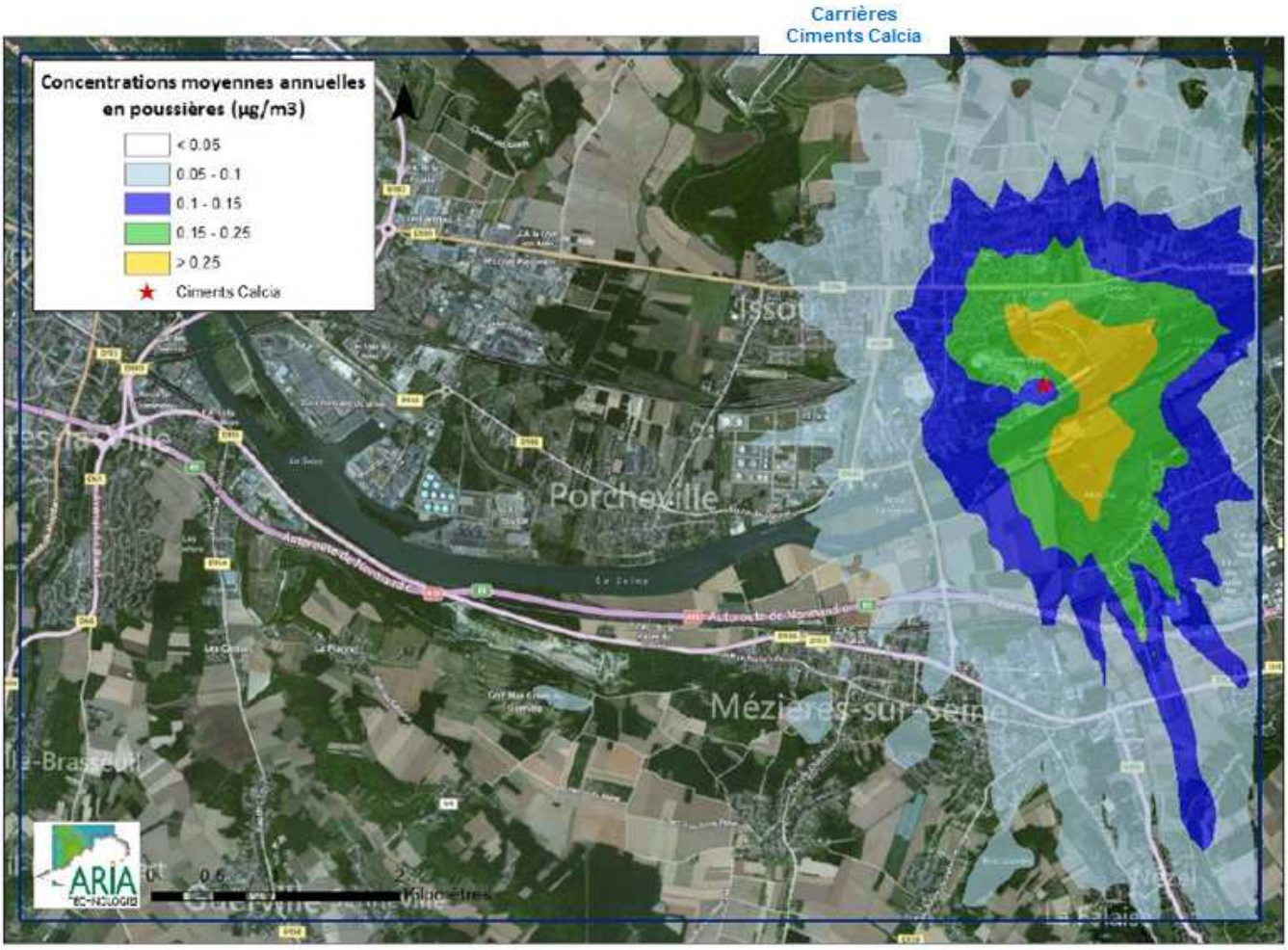

Fond de carte : SCAN 100® IGN © 2010
CAREPS
ARIA
CSD INGENIEURS
Carrières Ciments Calcia
Concentrations moyennes annuelles en SO2 (µg/m3)
Toutes sources confondues (Modélisation ARIA Technologies/SPI Vallée de Seine)
< 1
1 - 2
2 - 10
10 - 25
25 - 50
> 50 (obj. de qualité)
Zone d'étude retenue
Domaine de modélisation
Points d'intérêt
10 mailles les plus élevées - SO2
Carrières Ciments Calcia
0
2.25
4.5
9
Kilomètres



⇨ **L'influence des émissions atmosphériques des sources modélisées au niveau des carrières Ciments Calcia est relativement faible (limite de la zone d'influence).**

5.1.3 Effets cumulés avec la cimenterie Ciment Calcia de Gargenville

Une étude de modélisation de la dispersion atmosphérique des rejets attribuables à la Cimenterie Ciments Calcia de Gargenville a été réalisée par ARIA TECHNOLOGIES pour les PM10, ainsi que pour certains métaux (dont le plomb, le nickel, le cadmium et le chrome).
A titre d'exemple, la carte ci-après présente les résultats des concentrations moyennes annuelles modélisées pour les PM10 : extrait du rapport *Plan de surveillance mutualisé - Etude de dispersion des polluants particulaires émis par les sites industriels de la zone de Porcheville - Site de Ciments CALCIA – ARIA TECHNOLOGIES – 2013.*



Pour mémoire, les conclusions du rapport relatives aux émissions de la cimenterie étaient les suivantes (extrait du *Plan de surveillance mutualisé - Etude de dispersion des polluants particulaires émis par les sites industriels de la zone de Porcheville - Site de Ciments CALCIA – ARIA TECHNOLOGIES – 2013) :*

- *« Les concentrations calculées au point géographique le plus exposé de la zone d'étude sont inférieures aux valeurs réglementaires françaises de la qualité de l'air et aux recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé.*

- *Sur les cartographies de concentrations, on observe plusieurs zones d'impact suivant les substances étudiées :*
  - *Une première zone se situe au nord-est à environ 300 m du site, dans une zone inhabitée,*
  - *Une seconde zone se situe au sud-est à environ 600 m du site, dans une zone agricole,*
  - *Une troisième zone se situe à environ 4 km au sud-est, au niveau de Nézel »*

La concentration atmosphérique (de poussières) modélisée au point le plus exposé du domaine d'étude est de 0,37 µg/m^3.

⇨ Au vu des résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique des rejets atmosphériques attribuables à la cimenterie Ciments Calcia de Gargenville, l'influence des émissions de la cimenterie au niveau de la carrière concernée par le projet d'extension est considérée comme non significative.

⇨ **Il n'y a pas de présomption d'effets cumulés entre la carrière concernée par le projet et la cimenterie Ciments Calcia de Gargenville.**

5.2 CARACTERISATION DE LA QUALITE DE L'AIR

L'objectif est d'évaluer le niveau du « bruit de fond » local en poussières (PM10 et PM2,5), mais aussi pour les autres polluants retenus dans la présente étude : les gaz de combustion issus des moteurs des engins et les gaz issus des tirs de mine.

Les stations Airparif (réseau de surveillance de la qualité de l'air en région parisienne) les plus proches et représentatives du site sont :

- La station de Mantes-la-Jolie (station périurbaine), localisée à près de 6 km à l'ouest du site ;
- La station de Frémainville (station rurale régionale), localisée à près de 4,5 km au nord-est du site.

- **Les particules (poussières) – polluants principal émis par l'activité de carrière :**

Les particules (poussières) ne sont pas surveillées à la station de Mantes-la-Jolie.

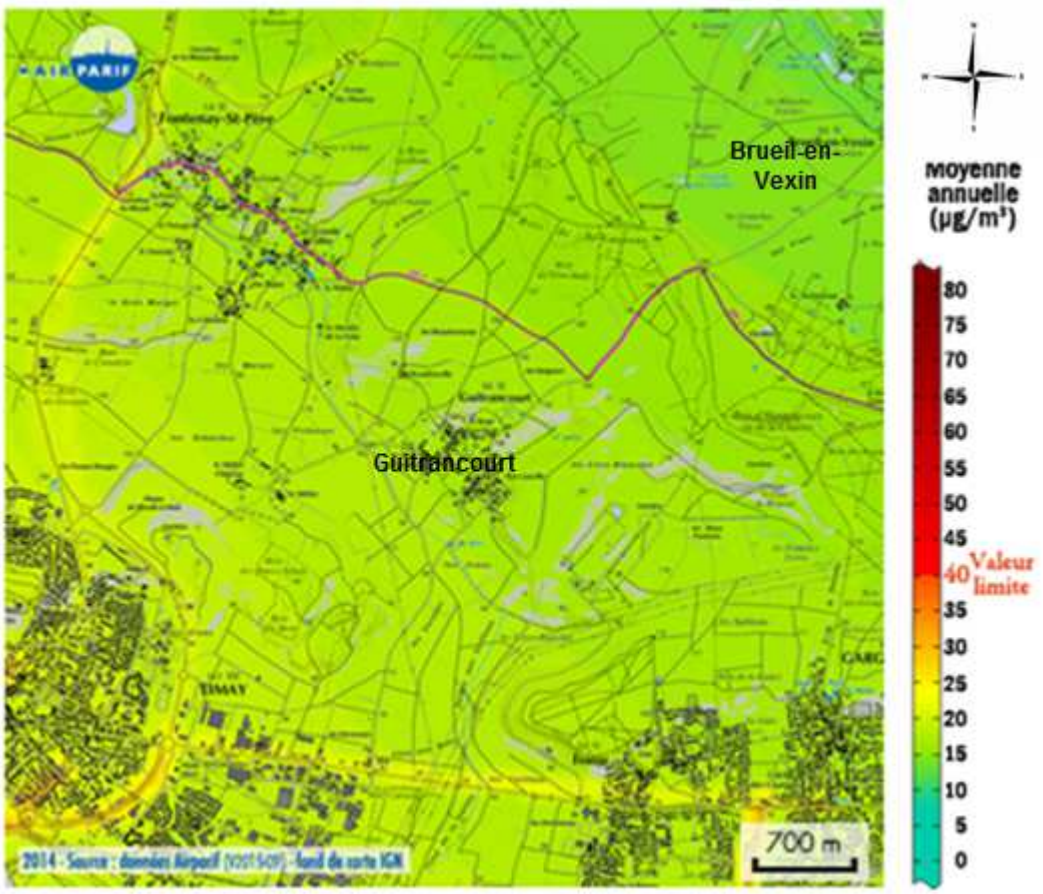
Le tableau ci-après présente les résultats de mesures en particules à la station de Frémainville (bruit de fond rural régional) pour les 3 dernières années :

	PM10		PM2,5
	Concentration moyenne annuelle	Nombre de dépassement du seuil de 50 µg/m^3 pour la protection de la santé humaine	Concentration moyenne annuelle
Valeur de référence (article R221-1 du Code de l'Environnement)	Objectif de qualité de l'air = 30 µg/m^3 Valeur limite pour la protection de la santé humaine = 40 µg/m^3	< 35 dépassements par année civile	Objectif de qualité de l'air = 10 µg/m^3 Valeur cible = 20 µg/m^3 Valeur limite pour la protection de la santé humaine = 25 µg/m^3
2012	19	17	Non mesuré
2013	19	14	Non mesuré
2014	17	6	Non mesuré

⇨ Pour les PM10, les concentrations moyennes annuelles respectent l'objectif de qualité de l'air (et donc la valeur limite pour la protection de la santé humaine). De même, le nombre de dépassement du seuil de 50 µg/m^3 respecte les 35 dépassements autorisés.

Airparif réalise une modélisation régionale chaque année. S'agissant d'une modélisation régionale, celle-ci ne prend pas en compte de façon détaillée le bâti, le trafic routier et d'autres sources plus locales de la pollution. De cette modélisation régionale pour l'année 2014 (année la plus récente disponible), la carte pour la commune de Guitrancourt a été extraite et présentée ci-après pour les PM10 (pas de modélisation disponible pour les PM2,5).

Carte Airparif 2014 pour les PM10 – Extraction pour les communes de Guitrancourt et de Brueil-en-Vexin



Source : *http://www.airparif.asso.fr/*

⇨ Les concentrations de PM10 modélisées par Airparif pour le secteur de Guitrancourt / Brueil-en-Vexin respectent l'objectif de qualité de l'air qui est de 30 µg/m^3 (et donc la valeur limite pour la protection de la santé humaine qui est de 40 µg/m^3).

L'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) donne une Ligne Directrice relative à la qualité de l'air de 20 µg/m^3 pour les PM10.
Le fond de pollution du secteur d'étude est proche de cette valeur (autour de 20 µg/m^3) : **le milieu air du secteur d'étude est donc considéré comme sensible au regard des particules.**
Ciments Calcia apportera donc une attention particulière aux mesures permettant de limiter les émissions de poussières liées au projet et en particulier :

- **Le maintien de l'arrosage des pistes par temps sec ;**
- **Les merlons qui font office d'écran physique ;**
- **La végétalisation des stockages de matériaux et des merlons périphériques qui permettent de limiter les envols de poussières liés au vent et font également office d'écran** (écran végétal).

Ces mesures permettent de limiter les émissions de poussières (PM10, PM2,5, silice cristalline), **mais aussi de tout autres polluants particulaires** (tels que les métaux issus des gaz d'échappement des véhicules et des explosifs) **en dehors du site.**

- **Les autres substances retenues comme substances d'intérêt :**

Seules les données de qualité de l'air disponibles pour substances retenues dans la présente étude et disposant d'une surveillance par Airparif sont présentées dans le tableau suivant.

		Valeur de référence (article R221-1 du Code de l'Environnement)	2012	2013	2014	Commentaire
Oxydes d'azote (NO_2) en µg/m^3	Moyenne annuelle	Objectif de qualité de l'air = 40 µg/m^3	22,1	22,5	20,5	Station de Mantes-la Jolie
	Dépassement de seuil	200 µg/m^3 en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile	0	0	0	
Cadmium (Cd) en ng/m^3	Station du stade Delaune (Limay)	Valeur cible = 5 ng/m^3	-	0,1	-	*Surveillance des métaux dans l'air ambiant à Limay autour de la Zone industrielle de Porcheville – Novembre 2013. **
	Station du Centre pénitentiaire pour mineures (Porcheville)		-	0,4	-	
Nickel (Ni) en ng/m^3	Station du stade Delaune (Limay)	Valeur cible = 20 ng/m^3	-	1,0	-	
	Station du Centre pénitentiaire pour mineures (Porcheville)		-	1,4	-	
Plomb (Pb) en µg/m^3	Station du stade Delaune (Limay)	Objectif de qualité de l'air = 0,25 µg/m^3 Valeur limite pour la protection de la santé humaine = 0,5 µg/m^3	-	0,01	-	
	Station du Centre pénitentiaire pour mineures (Porcheville)		-	0,01	-	
Zinc (Zn) en ng/m^3	Station du stade Delaune (Limay)	Pas de valeur de référence	-	23,2	-	
	Station du Centre pénitentiaire pour mineures (Porcheville)		-	39,4	-	

* : Airparif a réalisé une *Surveillance des métaux dans l'air ambiant à Limay autour de la Zone industrielle de Porcheville – Novembre 2013*.
5 stations de mesures, en situation de fond (hors influence du trafic routier) ont été disposées à Limay et Porcheville afin d'assurer une bonne représentativité de la qualité de l'air sous l'influence de la zone industrielle de Limay-Porcheville.
Les 2 stations les plus proches et considérées comme les plus représentative de la zone d'étude de la carrière sont : la station du Gymnase Delaune (Limay) et la station du Centre pénitentiaire pour mineures (Porcheville), situées à près de 3 km respectivement à l'Est-sud-est et au Sud-est du site.
Notons que les sources d'émissions industrielles sont toutes situées au Sud de ces stations de surveillance.
La campagne de mesure a été réalisée sur la période du 10 décembre 2012 au 03 mars 2013 (12 semaines de mesures).
Source : *http://www.airparif.asso.fr/*

⇨ Les valeurs mesurées en moyenne annuelle (pour les oxydes d'azote) et en moyenne sur une période de 12 semaines (campagne de mesures spécifiques pour les métaux) respectent toutes les valeurs de références (en moyenne sur une année civile) disponibles.

6 EVALUATION PROSPECTIVE DES RISQUES SANITAIRES

6.1 IDENTIFICATION DES DANGERS ET DES RELATIONS DOSE-REPONSE

6.1.1 Méthodologie

L'objectif de ce chapitre est de présenter une synthèse des informations sur :

- La dangerosité des substances (classement Cancérogène, Mutagène ou Reprotoxique – CMR, …) ;
- Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) avec les organes cibles (ou type d'effet) associés.

Pour toutes les substances étudiées, les sources suivantes ont été systématiquement consultées (seules les sources fournissant des informations sont citées dans l'étude) :

- United States Environmental Protection Agency (US EPA),
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR),
- L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS ou WHO),
- RijksInstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM),
- Health Canada (Santé Canada),
- California Environmental Protection Agency (OEHHA - California EPA),
- Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC ou IARC),
- Base de données FURETOX,
- Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS),
- Base de données ITER (International Toxicity Estimates for Risk),

Ainsi que les Valeurs Toxicologiques de Références de l'Anses.

<u>Commentaire sur le choix des VTR pour l'évaluation des risques :</u>

Les valeurs toxicologiques de référence ont été retenues conformément à la *Note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de détection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluation des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués*.
C'est-à-dire que ce sont les VTR construites par l'Anses qui seront retenues prioritairement. A défaut de valeur construite pas l'ANSES, ce sont les valeurs issues d'une sélection approfondies par une expertise nationale parmi les VTR disponibles qui seront ensuite retenues. Pour cela, ce sont les documents de l'INERIS (*Rapport d'étude n°DRC-08-94380-11776C* de mars 2009 et les valeurs définies par l'INERIS dans ses « *fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques* » lorsqu'elles sont plus récentes) qui ont été consultés.
Si l'expertise a été réalisée antérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente, alors ce sera la VTR la plus récente parmi les bases de données suivantes : US-EPA, ATSDR, ou OMS. A défaut de valeur recensée dans ces bases de données, c'est la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA qui sera retenue.

A défaut de VTR, nous avons indiqué les objectifs de qualité de l'air et les valeurs limites pour la protection de la santé humaine réglementaires (Code de l'Environnement).

6.1.2 Synthèse des données toxicologiques pour les particules et la silice cristalline (polluants spécifiques de l'activité)

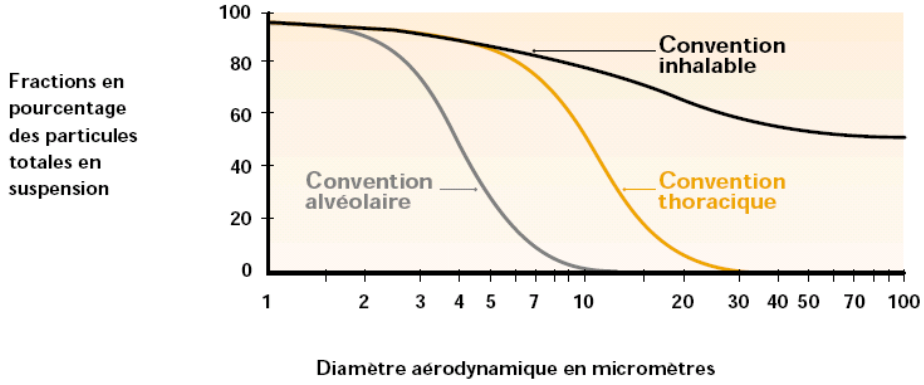
La principale voie d'exposition aux particules est l'inhalation. La pénétration et la répartition des particules dans l'appareil respiratoire humain dépendent de la granulométrie des particules inhalées.

6.1.2.1 Définitions

Fraction inhalable : fraction massique des particules totales en suspension dans l'air inhalées par le nez et la bouche. La fraction inhalable dépend principalement de la vitesse et de la direction de l'air, de la fréquence respiratoire.

Fraction thoracique : fraction massique des particules inhalées pénétrant au-delà du larynx.

Fraction alvéolaire : fraction massique des particules inhalées atteignant les voies non ciliées de l'appareil respiratoire (poumon profond), zone de leur assimilation. L'essentiel des effets sur la santé de cet agent est le fait des particules fines, de diamètre inférieur à 10 µm (PM_{10}), voire très fines, de diamètre inférieur à 2,5 µm ($PM_{2,5}$).



Source : INRS – « *Particules, fumées et brouillards sur les lieux de travail : risques et prévention* » – 87 TD 113, 2001.

Les effets néfastes pour la santé pouvant être occasionnés par l'inhalation de particules diffèrent en fonction de la nature de ces dernières.
La composition chimique des particules n'a pas été intégrée à la présente étude : **nous considérons ici les particules (ou poussières) en tant qu'agent physique.**
Cependant, compte tenu du retour d'expérience (en particulier sur les travailleurs), la silice cristalline est identifiée comme polluant pouvant être émis par l'activité d'exploitation de carrière (selon la qualité des roches extraites) et susceptible de présenter un danger potentiel sur la santé : **la silice cristalline a été étudiée dans la présente étude.**

6.1.2.2 Valeurs de référence

- **Particules en tant qu'agent physique (PM10, PM2,5) :**

Le tableau suivant présente la synthèse des valeurs de référence recensées au moment de la rédaction du présent dossier pour les PM10 et les PM2,5.

	Valeur de référence pour une exposition chronique (µg/m^3)	Source	Commentaire
PM10	20	Ligne Directrice (OMS)	Ces valeurs de référence ne sont pas considérées comme des Valeurs Toxicologiques de Référence
	30	Objectif de qualité de l'air (Code de l'Environnement)	
	40	Valeur Limite pour la protection de la santé humaine (Code de l'Environnement)	
PM2,5	10	Ligne Directrice de (OMS)	
	10	Objectif de qualité de l'air (Code de l'Environnement)	
	25	Valeur Limite pour la protection de la santé humaine (Code de l'Environnement)	

Notons qu'il n'y a pas de valeur de référence pour les particules plus fines telles que les PM1.

Les particules dans l'air extérieur sont classées dans le Groupe 1 par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) – OMS (Organisation Mondiale de la Santé). **Voir le commentaire précisé au *§ 6.1.4 Données épidémiologiques*.**
Avec :
- Groupe 1 : L'agent est cancérogène pour l'homme
- Groupe 2A : L'agent est probablement cancérogène pour l'homme
- Groupe 2B L'agent est peut-être cancérogène pour l'homme
- Groupe 3 : L'agent est inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme
- Groupe 4 : L'agent n'est probablement pas cancérogène pour l'homme

- **Silice cristalline :**

La silice cristalline comprend :
- le quartz : N°CAS = 14808-60-7
- la cristobalite : N°CAS = 14464-46-1
- la tridymite : N°CAS = 15468-32-3

Le tableau suivant présente la synthèse des valeurs de référence recensées au moment de la rédaction du présent dossier pour la silice cristalline respirable.

Valeur de référence pour une exposition chronique (µg/m^3)	Source	Commentaire
3	OEHHA, données de la base de juin 2014	Effets sur le système respiratoire

Les poussières de silice sous forme de quartz ou de cristobalite sont classées dans le Groupe 1 des agents classés par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) – voir la définition du Groupe 1 ci-avant.

6.1.3 Synthèse des données toxicologiques pour les autres polluants étudiés

Le tableau suivant présente une synthèse :
- des Valeurs Toxicologiques de Référence recensées ;
- du classement cancérigène, Mutagène et toxique pour la Reproduction des substances ;
- le potentiel de persistance et de bioaccumulation de celles-ci dans les différents compartiments environnementaux.

Substance		N°CAS	Effet à seuil						Effet sans seuil				Classement Cancérigène, Mutagène et toxique pour la Reproduction (CMR) [1]		Persistance (biodégradabilité) et/ou potentiel de bioaccumulation dans les compartiments environnementaux
			Inhalation (µg/m3)	Organe cible ou effet sur …	Référence	Ingestion (mg/kg/j)	Organe cible ou effet sur …	Référence	Inhalation (µg/m3)-1	Référence	Ingestion (mg/kg/j)-1	Référence	Classification réglementaire CMR	Classement cancérogène du CIRC	
Gaz de combustion	Dioxyde de soufre (SO_2)	7446-09-5	2,00E+01	-	Ligne Directrice (OMS)								Non classé CMR	Groupe 3	Non bioaccumulable
			5,00E+01	-	Objectif de qualité de l'air et Valeur Limite pour la protection de la santé humaine (Code de l'Environnement)										
	Oxydes d'azote assimilés au NO_2	10102-44-0	4,00E+01	-	Ligne Directrice (OMS)								Non classé CMR	Non évalué	Non bioaccumulable
			4,00E+01	-	Objectif de qualité de l'air et Valeur Limite pour la protection de la santé humaine (Code de l'Environnement)										
	Monoxyde de carbone (CO)	630-08-0	1,00E+04	-	Valeur Limite pour la protection de la santé humaine (Code de l'Environnement) pour le maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures								Reprotoxique 1	Non évalué	Non bioaccumulable
Acide chlorhydrique (HCl)		7647-01-0	2,00E+01	Système respiratoire	RfC (US-EPA), 1995 FI = 300								Non classé CMR	Groupe 3	Non bioaccumulable
Métaux	Plomb (Pb)	7439-92-1	0,5	-	OMS, 2002	3,50E-03	-	OMS, 2004					Reprotoxique 1 et 3 pour les composés du plomb	Groupe 2B	Bioaccumulable et persistant
	Cadmium (Cd)	7440-43-9	0,45	Augmentation de 5% atteinte tubulaire dans la population générale (système urinaire)	ANSES, 2012	3,60E-04	Système urinaire	EFSA ,2011	3,33E-05	ANSES, 2012			Cancérogène 2, Mutagène 3 et Reprotoxique 3	Groupe 1	Bioaccumulable et persistant
	Nickel (Ni)	7440-02-0	0,09	Système respiratoire	ATSDR, 2005 FI = 30	2,00E-02	Diminution pondérale et des organes	RfD (US-EPA), 1995 FI = 3000	3,80E-04	OMS, 2000	9,10E-01	OEHHA, 2001	Cancérigène 3	Groupe 2B	Bioaccumulable et persistant
	Chrome (Cr)	7440-47-3											Non classé CMR	Groupe 3	Bioaccumulable et persistant
	ChromeVI (CrVI)	18540-29-9 1333-82-0	1,00E-01	-	US-EPA, 1998	3,00E-03	-	RfD (US-EPA), 1998	4,00E-02	OMS, 2000	4,20E-01	OEHHA, 2002	Cancérogènne 2	Groupe 1	Bioaccumulable et persistant
	Zinc (Zn)	7440-66-6				3,00E-01	Système sanguin	(ATSDR, 1994 et US EPA, 1992)					Non classé CMR	Non évalué	Bioaccumulable et persistant
	Aluminium (Al)	7429-90-5				1,00E+00	Système nerveux	US EPA, 2008					Non classé CMR	Non évalué	Bioaccumulable et persistant
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	Naphtalène	91-20-3	3,70E+01	Lésions de l'épithélium respiratoire et olfactif	ANSES, 2013	2,00E-02	Développement	RfD (US-EPA), 1998 FI = 3000	5,60E-06	ANSES, 2013	1,20E-01	ERU OEHHA 2005	Cancérigène 3	Groupe 2B	Bioaccumulable et persistant
	B(a)Pyrène	50-32-8							1,10E-03	OEHHA, 1993	2,00E-01	RIVM, 2001	Cancérigène 2 Mutagène 2 Reprotoxique 2	Groupe 1	Bioaccumulable et persistant

Substance		N°CAS	Effet à seuil						Effet sans seuil				Classement Cancérigène, Mutagène et toxique pour la Reproduction (CMR) (1)		Persistance (biodégradabilité) et/ou potentiel de bioaccumulation dans les compartiments environnementaux
			Inhalation (µg/m3)	Organe cible ou effet sur …	Référence	Ingestion (mg/kg/j)	Organe cible ou effet sur …	Référence	Inhalation (µg/m3)-1	Référence	Ingestion (mg/kg/j)-1	Référence	Classification réglementaire CMR	Classement cancérogène du CIRC	
Composés Organiques Volatils (COV)	COV totaux	-													
	Benzène	71-43-2	1,00E+01	Système immunitaire	ATSDR, 2007 FI = 10	5,00E-03	Système immunitaire	ATSDR, 2007 FI = 30	2,60E-05	ANSES, 2013			Cancérigène 1 Mutagène 2	Groupe 1	Non bioaccumulable
	Formaldéhyde	50-00-0	1,00E+01	Lésions histopathologiques de l'épithélium nasal	Sélectionnée par l'ANSES (2008) : MRL (ATSDR), 1999 FI = 30	1,50E-01	Irritation du tractus gastro-intestinal	Selectionnée par l'ANSES (2008) : OMS, 2000	5,26E-06	Recommandée par l'INERIS (2010) : Santé Canada, 2000			Cancérigène 3	Groupe 1	Non bioaccumulable
	Toluène	108-88-3	3,00E+03	Effets neurologiques	ANSES, 2010								Reprotoxique 3	Groupe 3	Non bioaccumulable
	Ethylbenzène	100-41-4	2,65E+02	Système urinaire	ATSDR, 2010 FI = 300				2,50E-06	OEHHA, 2009			Non classé CMR	Groupe 2B	Non bioaccumulable
	Xylène	95-47-6 108-38-3 106-42-3	2,15E+02	Effets neurologiques	Pour le mélange de xylènes : ATSDR, 2007 FI = 300								Non classé CMR	Non évalué	Non bioaccumulable
	Acroleine	107-02-8	2,00E-02	Système respiratoire	US-EPA, 2003 FI = 1000								Non classé CMR	Groupe 3	Non bioaccumulable
	Acétaldéhyde	75-07-0	1,40E+02	Système respiratoire	Recommandé par l'INERIS dans sa FTE (2011) : REL (OEHHA), 2008 FI =300				2,20E-06	Recommandé par l'INERIS dans sa FTE (2011) : USEPA, 1991			Cancérigène 3	Groupe 2B	Non bioaccumulable
	1,3-butadiène	106-99-0	2,00E+00	Organes reproducteurs	Recommandé par l'INERIS dans sa FTE (2011) : US-EPA, 2002 FI = 1000				1,70E-04	Recommandé par l'INERIS dans sa FTE (2011) : OEHHA, 2008			Cancérigène 1 Mutagène 2	Groupe 1	Non bioaccumulable

FI : Facteur d'Incertitude

(1) :
Avec :

Classification issue de la liste des substances classées cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction dans la réglementation de l'Union Européenne
CMR : Cancérigène, Mutagène, toxique pour la Reproduction

Classement cancérogène du CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) – OMS (Organisation Mondiale de la Santé) :
- Groupe 1 : L'agent est cancérogène pour l'homme
- Groupe 2A : L'agent est probablement cancérogène pour l'homme
- Groupe 2B L'agent est peut-être cancérogène pour l'homme
- Groupe 3 : L'agent est inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme
- Groupe 4 : L'agent n'est probablement pas cancérogène pour l'homme

6.1.4 Données épidémiologiques

A défaut de données épidémiologiques locales, nous citons l'IARC (en français, le Centre International de Recherche sur le Cancer – Organisation Mondiale de la Santé), qui a publié un communiqué de presse le 17 octobre 2013 : *La pollution atmosphérique une des premières cause environnementale de décès par cancer, selon le CIRC.*
Source : *http://www.iarc.fr/fr/media-centre/pr/2013/pdfs/pr221_F.pdf*

« *Agence spécialisée sur le cancer de l'Organisation mondiale de la Santé, le Centre international de Recherche sur le Cancer (CIRC), a annoncé aujourd'hui qu'il a classé la pollution de l'air extérieur comme cancérogène pour l'homme (Groupe 1).*

Après avoir soigneusement examiné la littérature scientifique la plus récente disponible sur le sujet, les principaux experts mondiaux réunis par le Programme des Monographies du CIRC ont conclu qu'il existait des indications suffisantes permettant de dire que l'exposition à la pollution atmosphérique provoque le cancer du poumon (Groupe 1). Ils ont également noté une association positive avec un risque accru de cancer de la vessie.
Les matières particulaires, une composante majeure de la pollution de l'air extérieur, ont été évaluées séparément et ont également été classées comme cancérogènes pour l'homme (Groupe 1).
L'évaluation du CIRC a montré que le risque de cancer du poumon augmentait avec l'exposition aux matières particulaires et à la pollution de l'air. Bien que la composition de la pollution atmosphérique et les niveaux d'exposition puissent varier de façon considérable, les conclusions du Groupe de travail s'appliquent à toutes les régions du monde.

Un problème majeur de salubrité de l'environnement :
La pollution atmosphérique est déjà connue pour augmenter les risques d'un large éventail de maladies, comme les maladies respiratoires et cardiaques. Les études examinées indiquent que ces dernières années, les niveaux d'exposition ont considérablement augmenté dans certaines parties du monde, notamment dans les pays très peuplés et en voie d'industrialisation rapide. (…).

Le cancérogène environnemental le plus répandu :
"L'air que nous respirons est aujourd'hui devenu pollué par un mélange de substances cancérogènes", indique le Dr Kurt Straif, Chef de la Section des Monographies du CIRC. "Nous savons maintenant que la pollution de l'air extérieur n'est pas seulement un risque majeur pour la santé en général, mais aussi l'une des premières causes environnementales de décès par cancer".»

* : Les particules dans l'air extérieur sont classées dans le Groupe 1 par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) – OMS (Organisation Mondiale de la Santé).
Avec, pour mémoire :
- Groupe 1 : L'agent est cancérogène pour l'homme
- Groupe 2A : L'agent est probablement cancérogène pour l'homme
- Groupe 2B L'agent est peut-être cancérogène pour l'homme
- Groupe 3 : L'agent est inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme
- Groupe 4 : L'agent n'est probablement pas cancérogène pour l'homme

➔ Notons que cette classification est mondiale (intègre des compositions et des niveaux d'expositions très variables). De plus, ces éléments ne permettent pas de distinguer les données épidémiologiques associées à chacun des polluants susceptibles d'être présents dans les « polluants de l'air » : particules en tant qu'agent physique, mais aussi les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), les métaux, les Composés Organiques Volatils (COV), ...
Les informations données dans le communiqué de l'IARC cité ci-avant ne sont donc pas strictement applicables à l'exposition de poussières seules.

6.2 EVALUATION DES EXPOSITIONS – MODELISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE

6.2.1 Présentation du code général utilisé

Nous avons en premier lieu intégré les données météorologiques les plus représentatives du site au modèle CALMET, ainsi que la topographie et l'occupation des sols.
CALMET est un modèle de calcul diagnostic du champ de vent permettant de prendre en compte de façon fine l'influence du relief.
Les champs de vents ainsi modélisés en 3D au niveau de la carrière ont ensuite été intégrés au modèle ARIA Impact V1.8. Ce dernier est un modèle Gaussien qui intègre un modèle « à bouffées » pour les vents faibles. Ce modèle a été développé pour déterminer les iso-concentrations statistiques pour des expositions chroniques.

Les concentrations et les dépôts totaux (dépôts secs + dépôts humides) sont calculées sur un maillage dense de points permettant de créer des iso-contours de concentrations et de dépôts précis.

6.2.2 Caractéristiques des espèces

Le tableau suivant présente les paramètres utilisés pour le calcul de la dispersion atmosphérique pour chacun des polluants modélisés.

Substance	Type	Vitesse de dépôt (m/s)	Coefficient de lessivage (s^{-1})	Masse volumique (kg/m^3)	Diamètre des particules (µm)
Particules PM10	Particule	1.30E-02	4.00E-04	3000	10
Particules PM2,5	Particule	6.00E-03	8.00E-05	3000	2,5
Silice cristalline	Particule	1.30E-02	4.00E-04	3000	10
Monoxyde de carbone (CO)	Gaz	0	1.00E-05	1	-
Oxydes d'azote (NO_2)	Gaz	0	1.00E-05	1	-
Dioxyde de soufre (SO_2)	Gaz	6.00E-03	1.00E-05	1	-
Composés Organiques Volatils (COV) totaux	Gaz	0	1.00E-05	1	-
Benzo(a)pyrène	Particule	5.00E-04	1.00E-05	1	1,3
Naphtalène	Particule	5.00E-04	1.00E-05	1	1,3
Cadmium (Cd)	Particule	4.50E-03	7.00E-05	3000	5
Chrome (Cr)	Particule	5.00E-03	5.00E-05	3000	5
Nickel (Ni)	Particule	4.50E-03	5.00E-05	3000	5
Zinc (Zn)	Particule	4.10E-03	5.00E-05	3000	5
Plomb (Pb)	Particule	3.00E-03	3.30E-05	3000	5
Aluminium (Al)	Particule	4.10E-03	5.00E-05	3000	5
Acide chlorhydrique (HCl)	Gaz	0	1.00E-05	1	-

6.2.3 Données du site

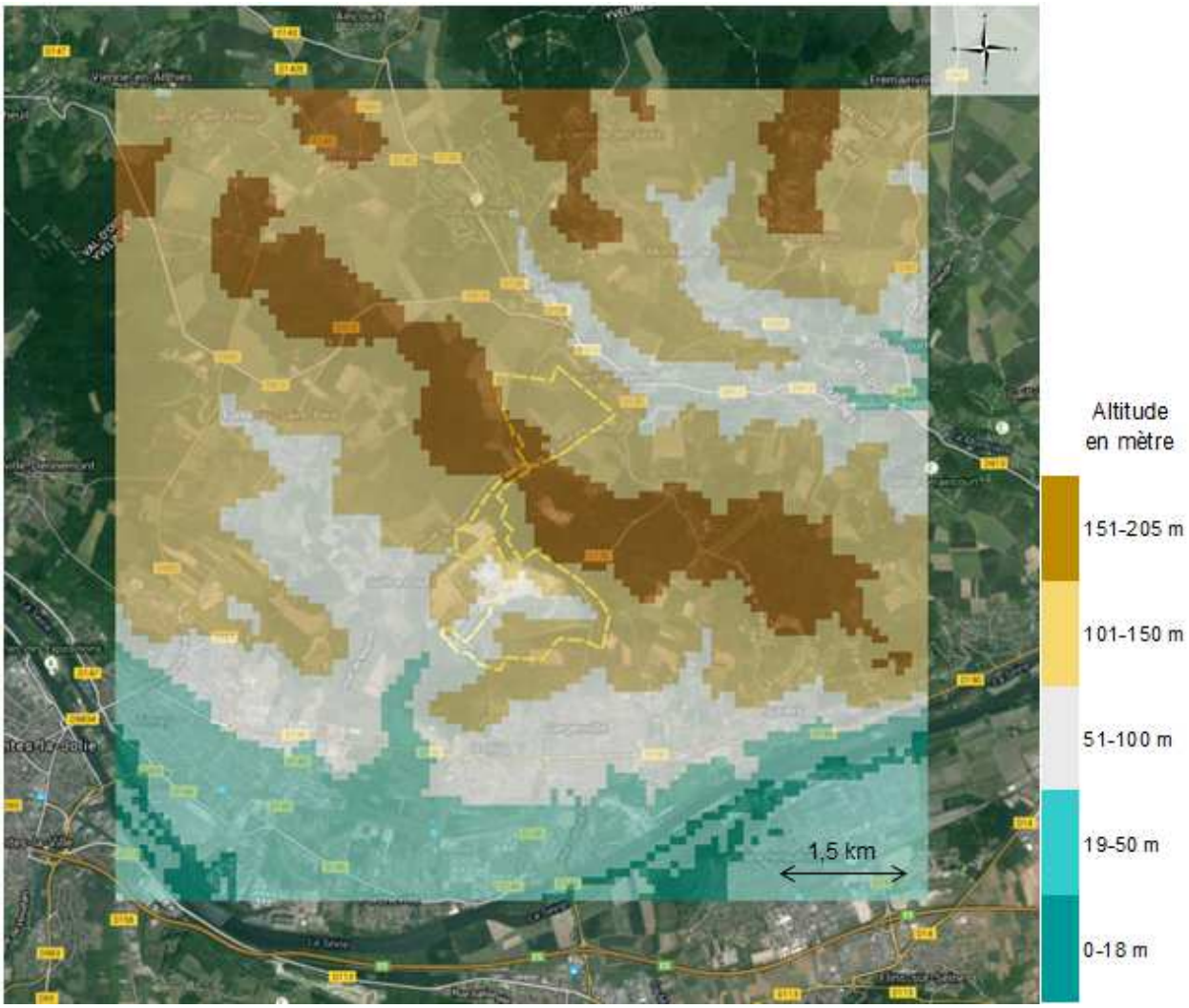
6.2.3.1 Domaine d'étude

Le domaine d'étude retenu est un carré de 10 km x 10 km permettant de contenir les sources d'émission, les cibles potentielles et les zones d'influence des émissions modélisées en moyenne annuelle.

6.2.3.2 Données topographiques

Nous prendrons en compte dans nos calculs la topographie du site. Pour cela, nous avons intégré un modèle numérique de terrain (MNT). Ce MNT est en fait une grande matrice où pour chaque point du domaine d'étude est associé son altitude.

La figure suivante présente la topographie de notre domaine d'étude. L'altitude est comprise entre 16 et 205 mètres.



6.2.3.3 Données météorologiques

Nous avons retenu les données météorologiques horaires de l'année 2012 fournies par NUMTECH pour le secteur de Guitrancourt / Brueil-en-Vexin.
Il s'agit de données simulées (extraction au plus près du site : résolution de 3 km) sur la base des données WRF.

Le modèle WRF est un modèle d'analyse et de prévision météorologique à échelle régionale du domaine public. Il est utilisé à la fois en recherche et en prévision opérationnelle du temps, et développé principalement au NCAR[1].
Le modèle résout explicitement les équations de la dynamique qui assure la conservation et implémente les principaux processus physiques en lien avec le climat (Skamarock, et al., 2008) à savoir :

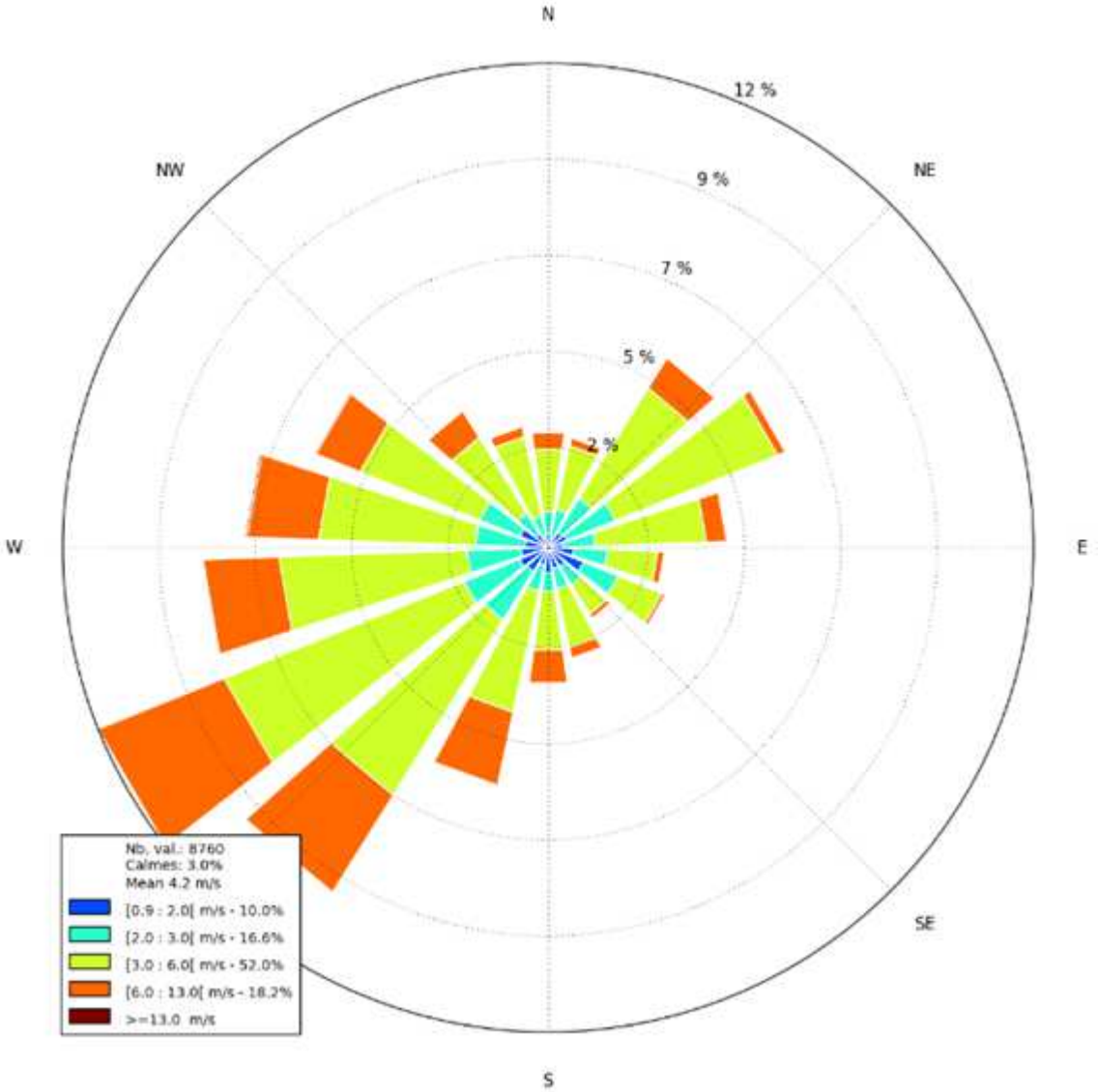
- Les données à échelles continentales utilisées pour initialiser le modèle et gérer les conditions aux limites issues, dans notre configuration, du modèle d'échelle continentale GFS développé par le NCEP[2] ;
- Les échanges et transferts radiatif aux courtes et grandes longueurs d'onde ;
- Les mouvements et la turbulence dans la couche limite planétaire ;
- Les schémas de convection et la microphysique des nuages ;
- Les interactions eau, sol, végétation et pôle urbain avec les basses couches de l'atmosphère.

Les paramètres retenus sont :

- La vitesse et la direction du vent, la direction s'entendant au sens météorologique c'est-à-dire la direction d'où vient le vent par rapport au Nord (Direction =0° : vent venant du Nord, Direction =180°, vent venant du Sud) ;
- La température de l'air ;
- La nébulosité afin d'estimer la turbulence atmosphérique qui pilote la diffusion des polluants autour de leur trajectoire ;
- La pluie qui peut lessiver les panaches et ainsi augmenter les dépôts au sol et diminuer la concentration en polluants dans l'air.

Les données météorologiques ont été modélisées par CALMET pour le centre du domaine d'étude (sur la carrière) à partir des données fournies par NUMTECH pour l'année 2012.
La rose des vents établie par CALMET pour l'année 2012 est la suivante :

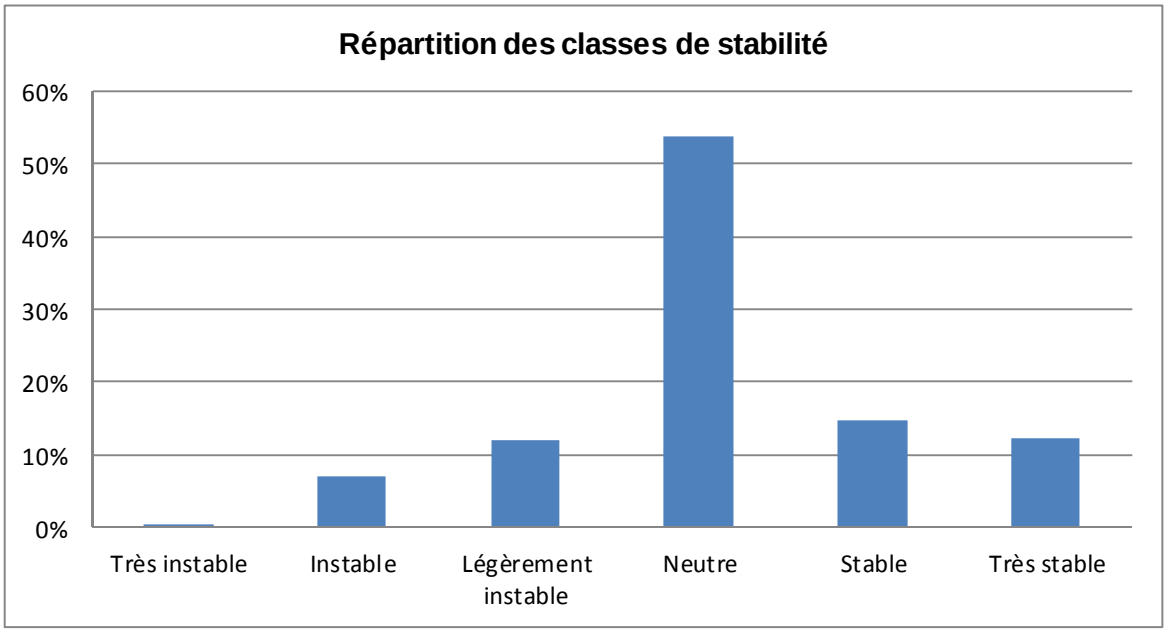
[1] NCAR : National Center for Atmospheric Research (USA) : http://www.ncar.ucar.edu/
2 NCEP : National centers for Environmental Predictions (USA): http://www.ncep.noaa.gov


N
NE
E
SE
S
W
NW
12 %
9 %
7 %
5 %
2 %
Nb. val.: 8760
Calmes: 3.0%
Mean 4.2 m/s
[0.9 : 2.0[m/s - 10.0%
[2.0 : 3.0[m/s - 16.6%
[3.0 : 6.0[m/s - 52.0%
[6.0 : 13.0[m/s - 18.2%
>=13.0 m/s

La turbulence atmosphérique est généralement représentée par le biais d'une classification dite « classes de Pasquill ». Cet indicateur de turbulence est déduit de la vitesse du vent, de la couverture nuageuse et de l'heure de la journée conformément aux recommandations de l'INERIS[3].
La classification de Pasquill décompose la turbulence atmosphérique en 6 catégories :

- les atmosphères instables (très instables (A), instables (B) et légèrement instables (C)) propices à une bonne dispersion turbulente des panaches polluants. Pour ces catégories, le panache impacte le sol très rapidement ;
- les atmosphères neutres (D) les plus fréquentes ;
- les atmosphères stables (stables (E) ou très stables (F)), propices à des panaches très concentrés avec des retombées sur le sol loin des points de rejet.

La figure ci-après présente la répartition des différentes catégories d'atmosphère. On observe une prédominance d'atmosphères neutres (D) et stables (E) à très stables (F).



Classes de stabilité de l'atmosphère de l'année 2012

Nous observons une classe de stabilité principale : les atmosphères neutres.
Les atmosphères stables (seconde classe de stabilité la plus représentée) sont peu propices à la dispersion atmosphérique.

6.2.3.4 Occupation des sols

Le modèle permet de choisir entre plusieurs types de substrats au sol (couvertures végétales, milieux humides ou neige) permettant de jouer sur la rugosité du sol, le pouvoir réfléchissant ou albédo du sol et ceci pour chaque mois de l'année.
A titre d'exemple, « ville » est caractérisé par une forte rugosité et un faible albédo, tandis que « prairie » est caractérisée par une très faible rugosité et un fort albédo.

[3] Présentation Ineris : « Principes généraux de la modélisation de la dispersion atmosphérique » - Rémy Bouet – 12/5/2009

Les données d'occupation des sols disponibles les plus récentes sur l'Europe sont les données Corine Land Cover 2006 qui attribuent une catégorie de sol sur un maillage de 25 m de résolution en distinguant de 44 catégories de sol différentes.

Les données ont été ramenées à la résolution de 100 m retenue pour les simulations de dispersion en conservant la catégorie de sol majoritaire dans chaque maille de 100 m.

6.2.4 Présentation des résultats de la modélisation

Toutes les concentrations modélisées sont attribuables aux émissions étudiées des activités de la carrière et ne doivent pas être confondues avec les concentrations réelles auxquelles sont exposées les populations, et qui intègrent le bruit de fond (autres sources de pollutions : trafic routier, chauffage individuel, activités industrielles et agricoles, …).

Les résultats de l'étude sont donnés sous forme de cartes : iso-concentrations en moyenne annuelle et iso-dépôts (dépôts totaux) en moyenne annuelle. Ils ne concernent que la contribution des rejets étudiés. Les cartes sont formées de zones colorées représentant chacune un intervalle de concentration.

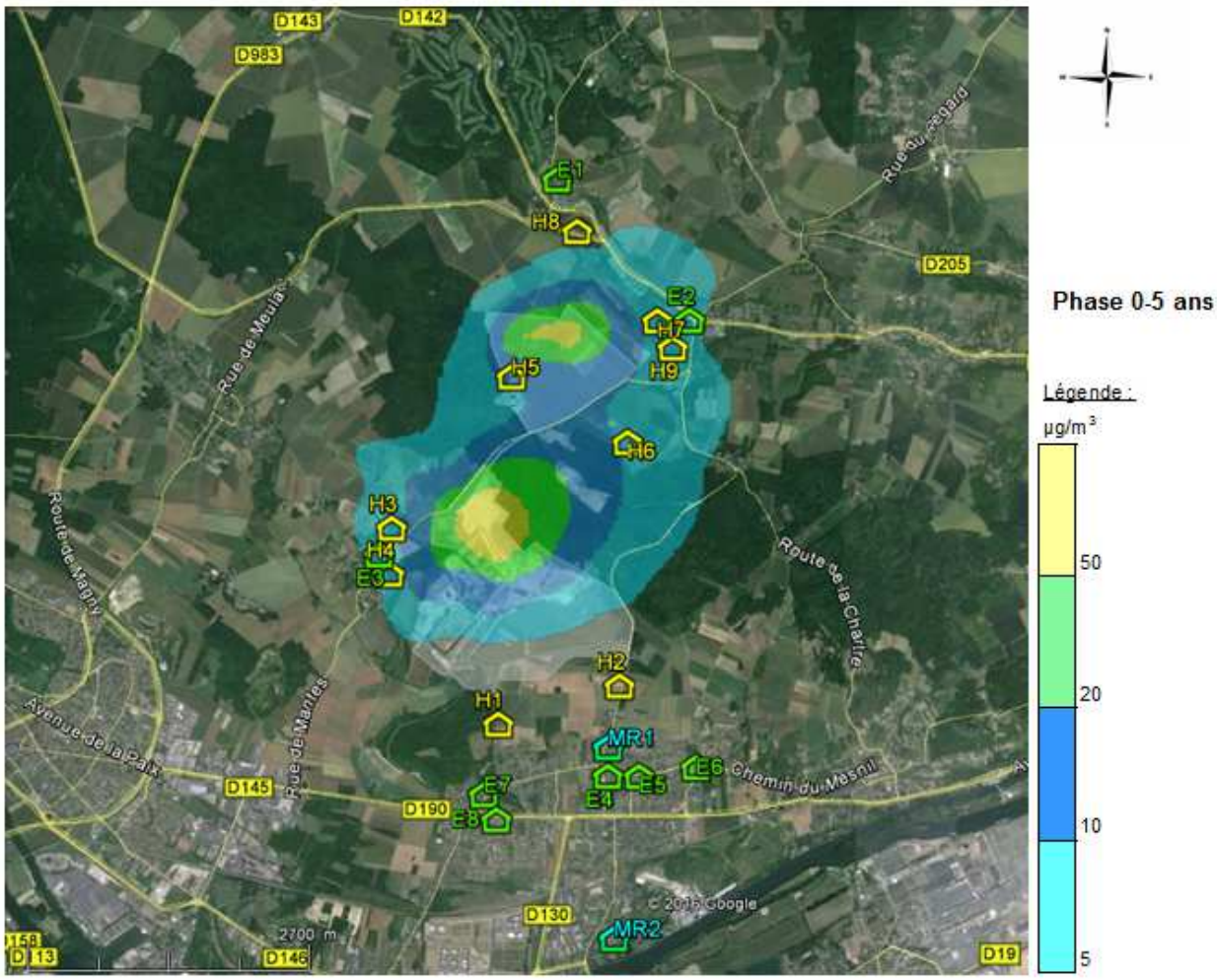
Des cartes pour les principaux polluants (PM10, PM2,5, silice cristalline, oxydes d'azote, Composés Organiques Volatils, Benzo(a)pyrène et plomb) sont présentées en exemple ci-après pour les 3 phases étudiées.

Légende des cibles :

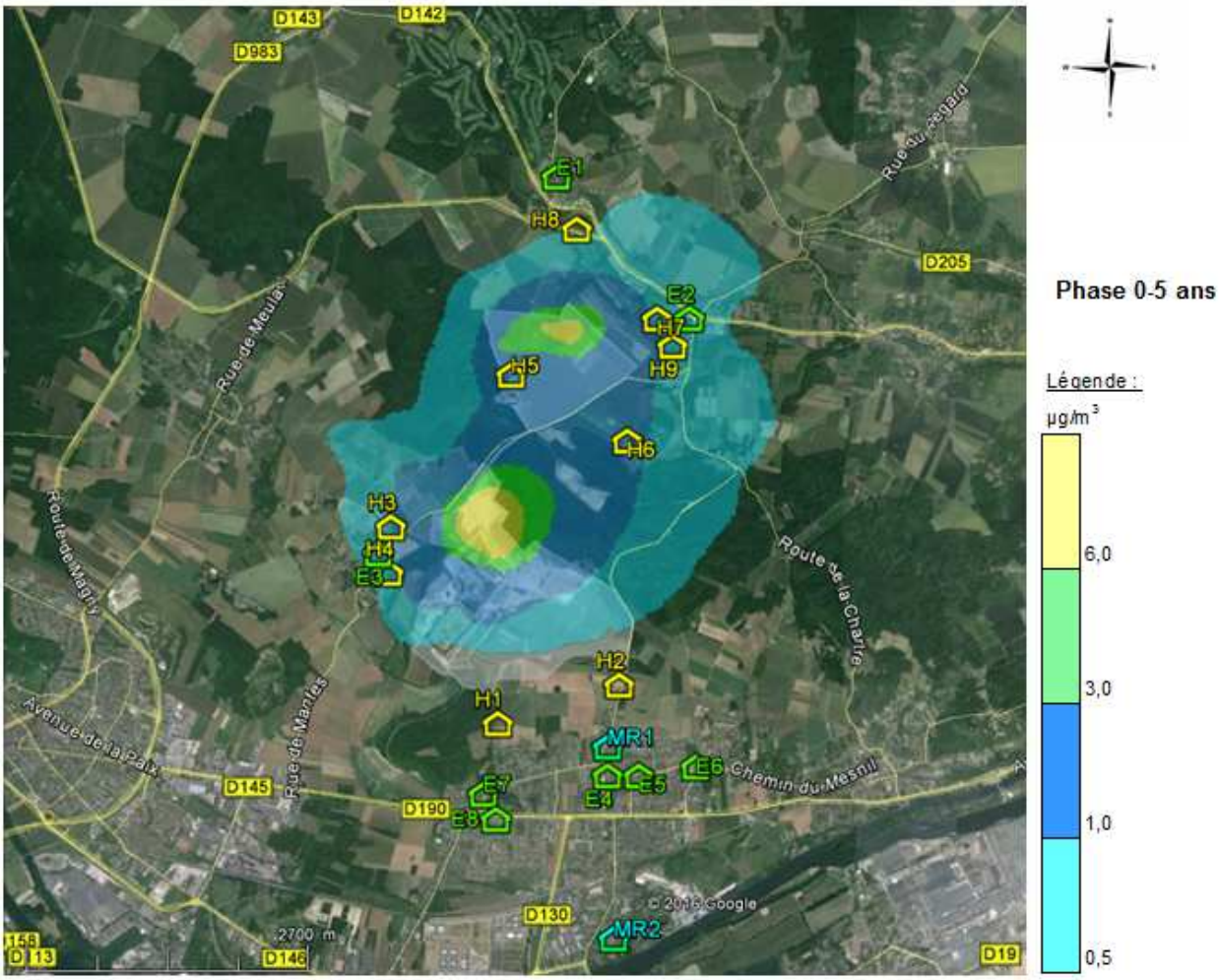
- **E** : Ecole
- **H** : Habitation
- **MR** : Maison de retraite

6.2.4.1 Cartes des iso-concentrations et iso-dépôts modélisés en moyenne annuelle pour la phase 0-5 ans

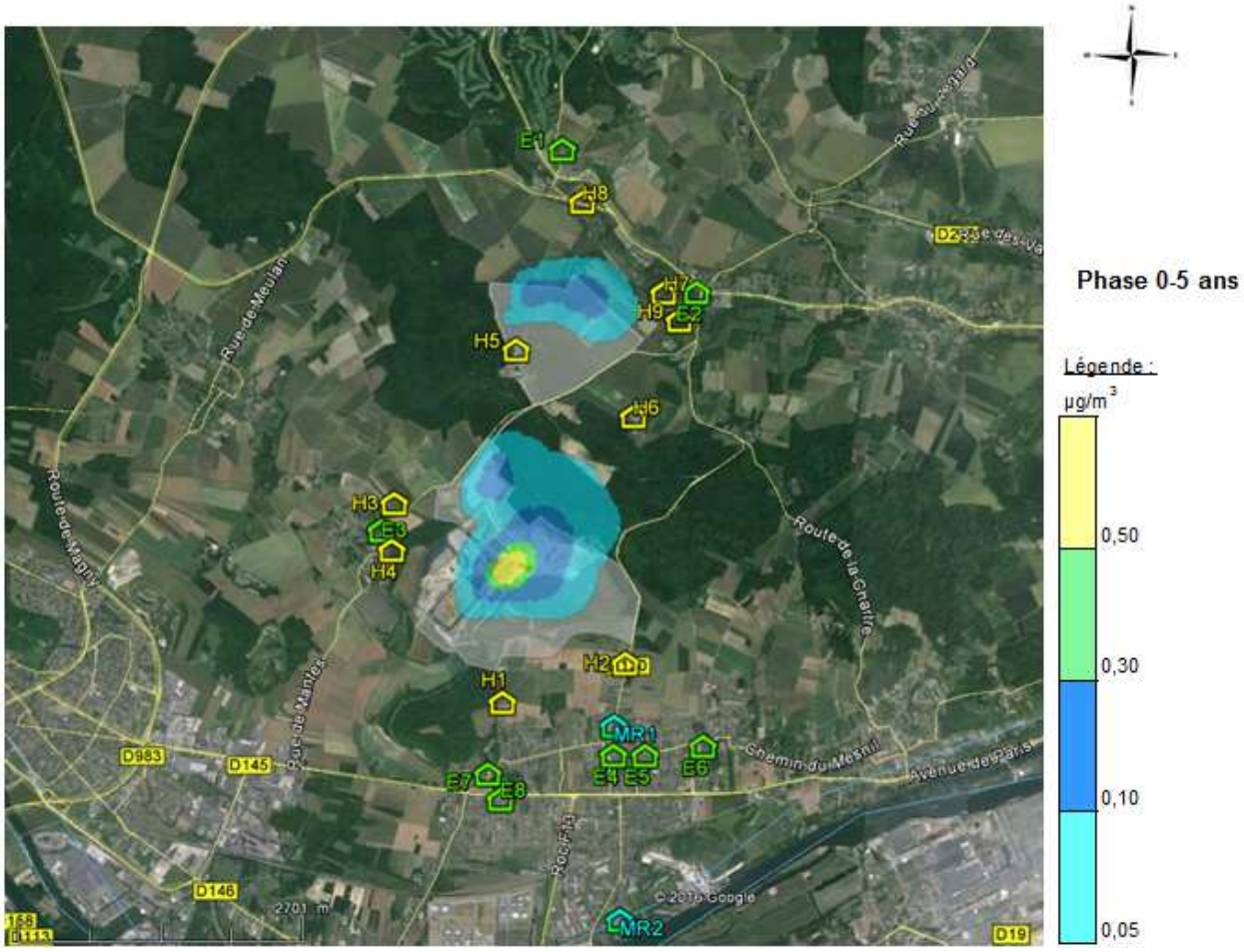
Concentrations modélisées en moyenne annuelle
Particules PM10



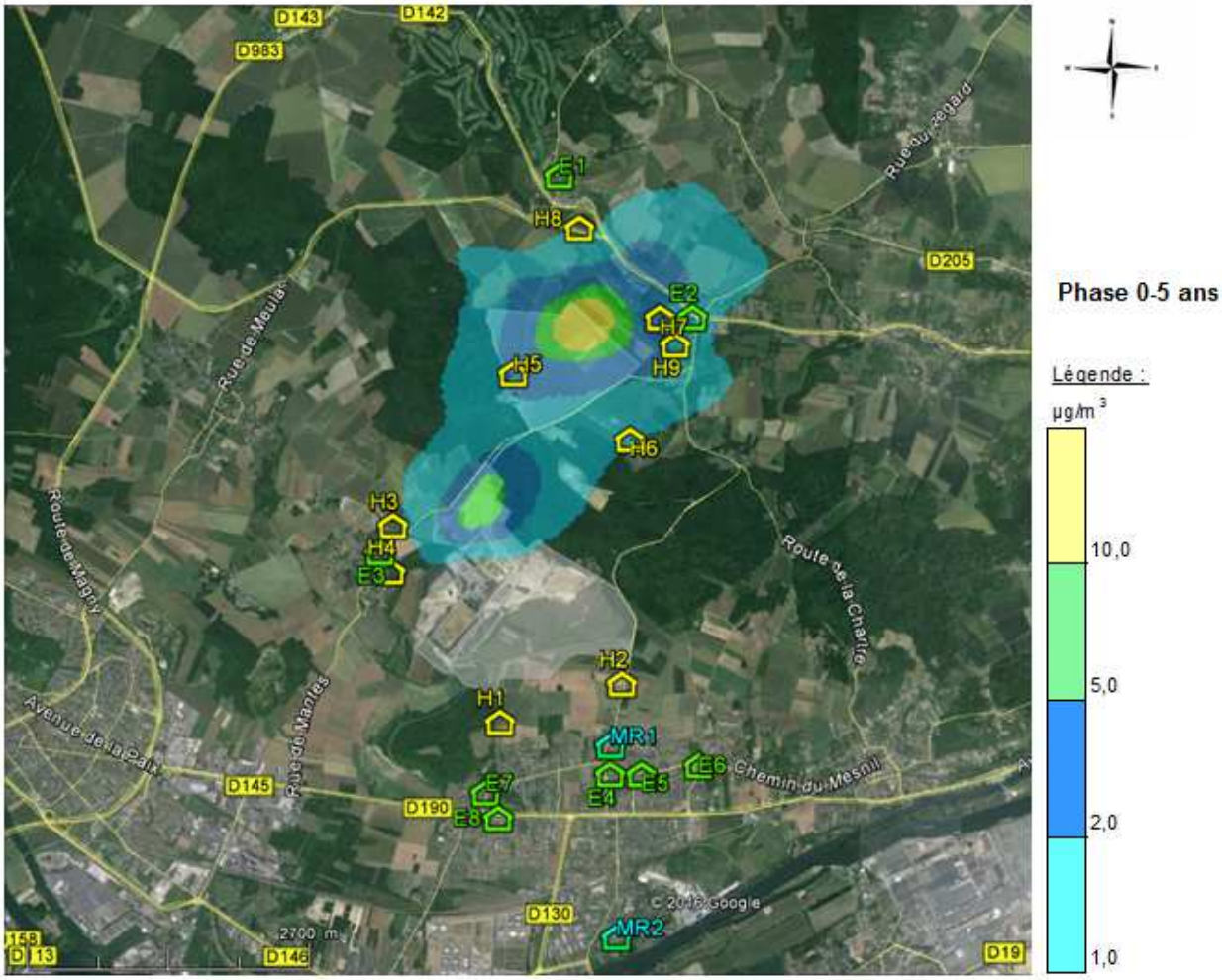
Concentrations modélisées en moyenne annuelle
Particules PM2,5



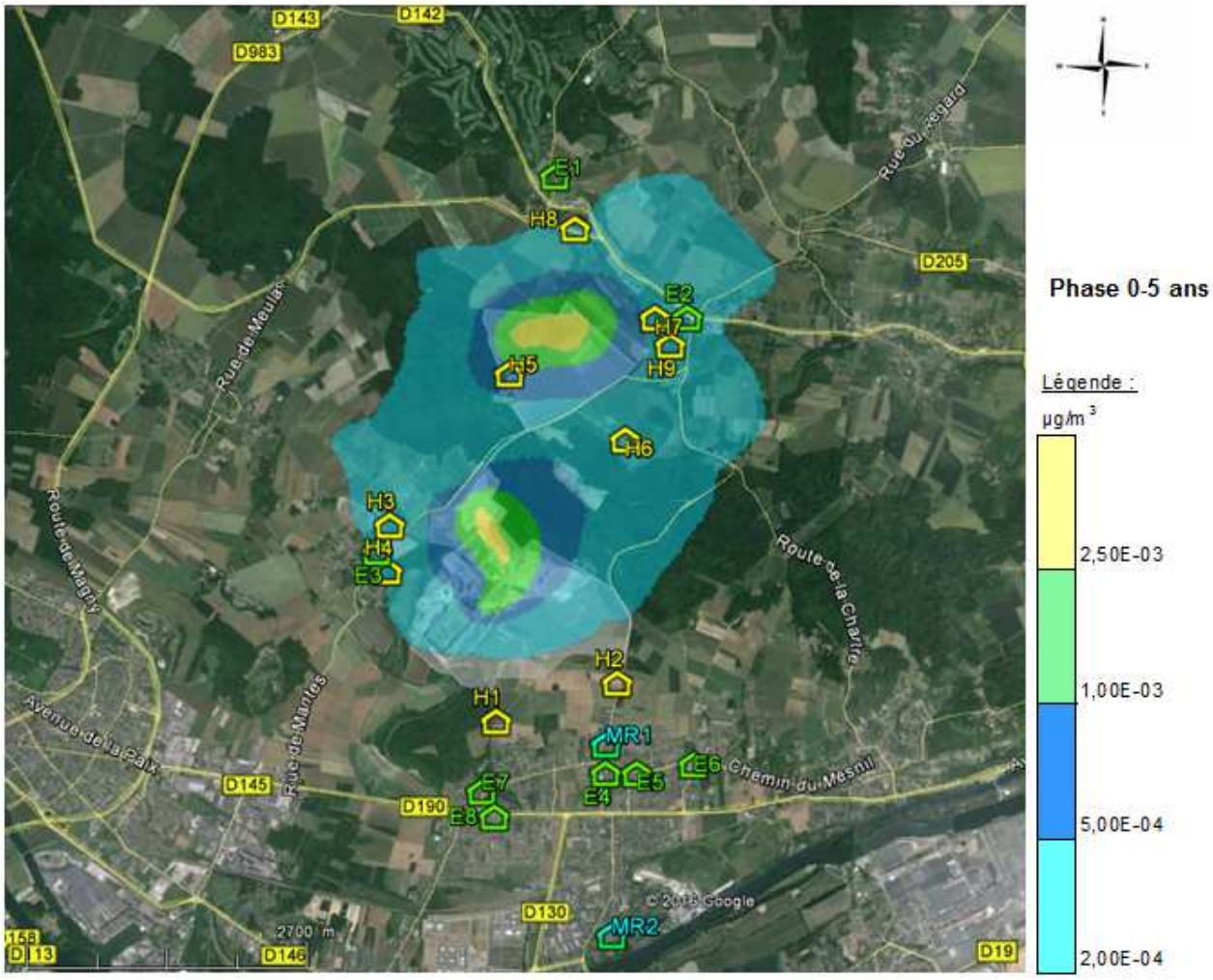
Concentrations modélisées en moyenne annuelle
Silice cristalline



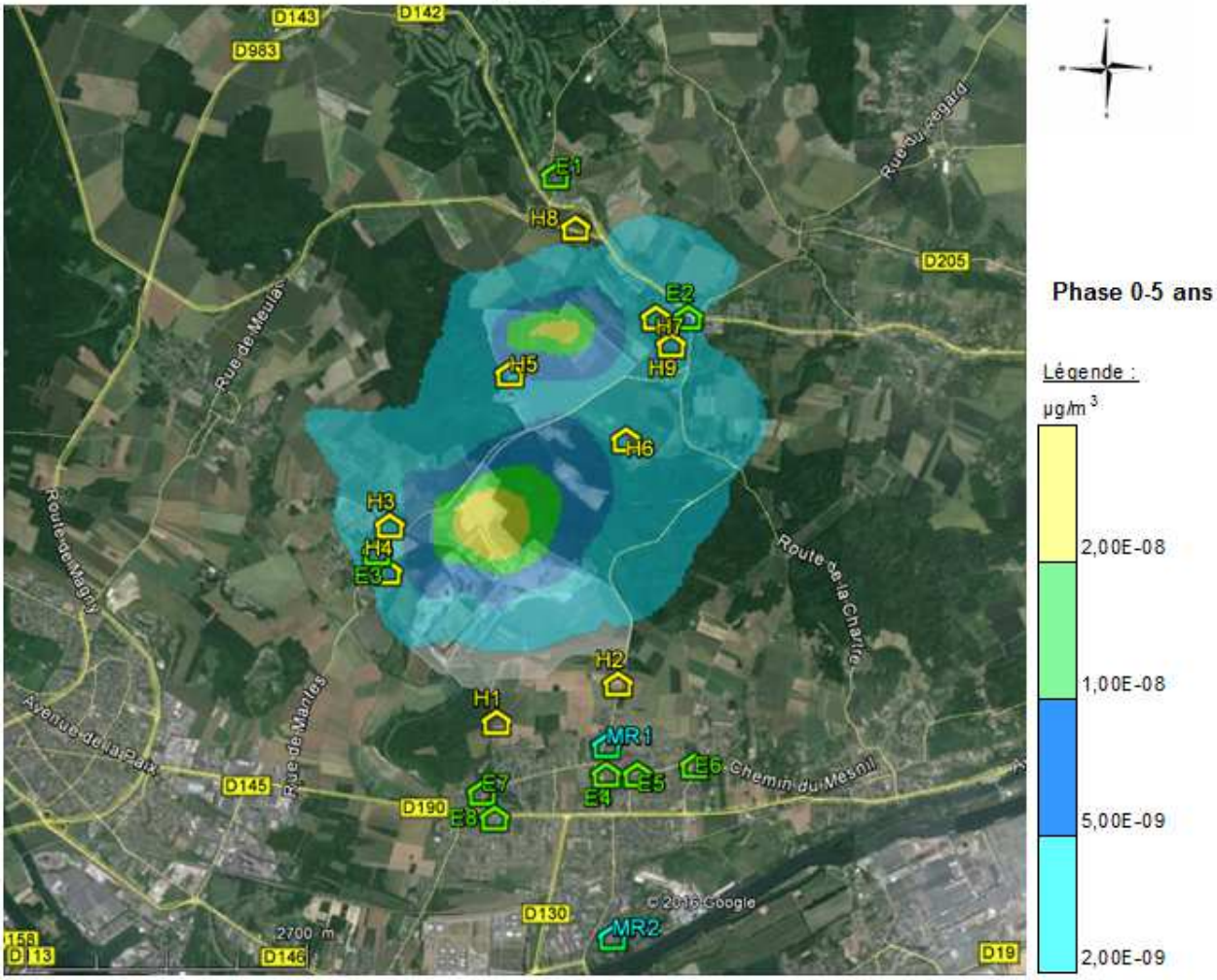
Concentrations modélisées en moyenne annuelle
Oxydes d'azote (NO_2)



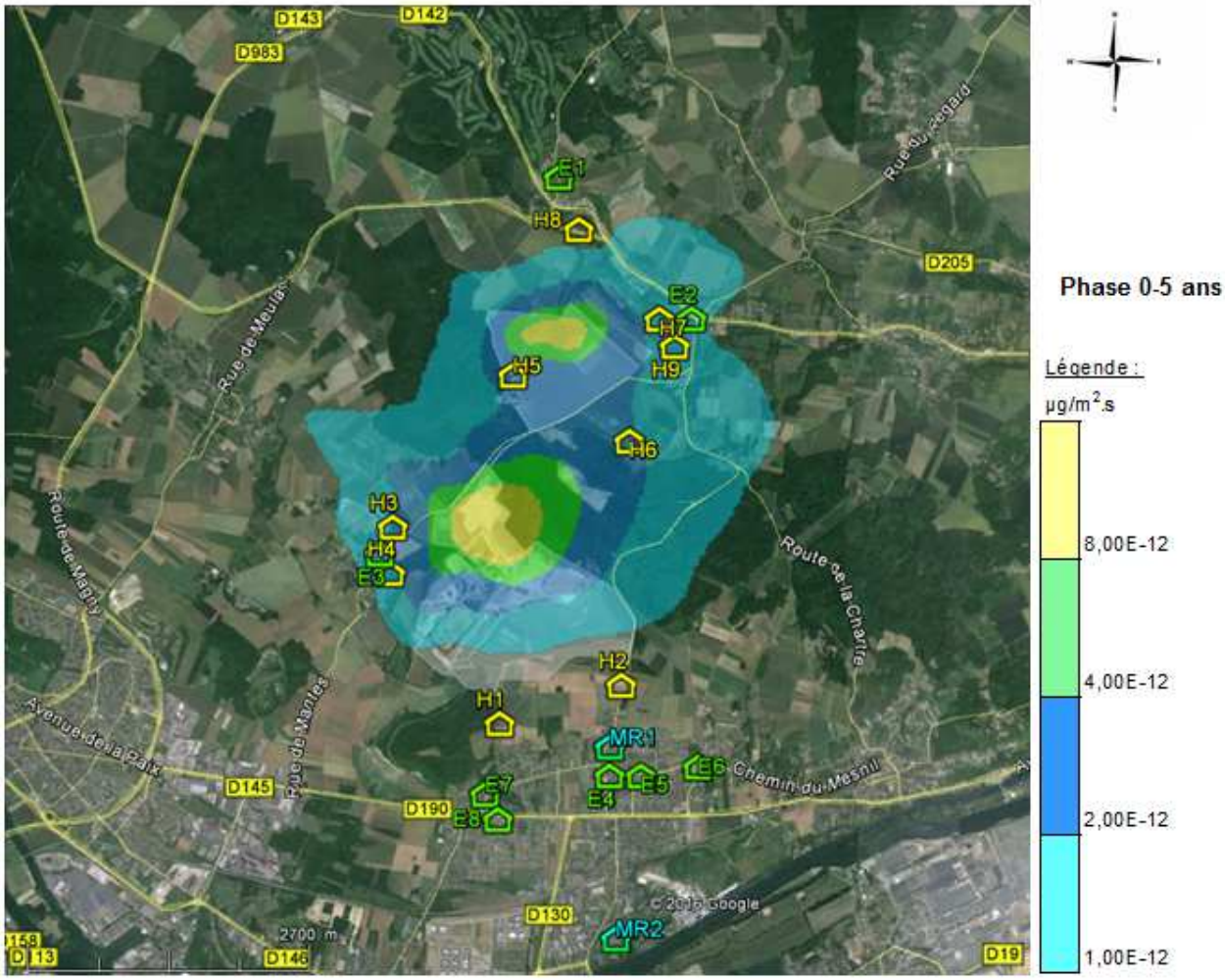
Concentrations modélisées en moyenne annuelle
Composés Organiques Volatils (COV)



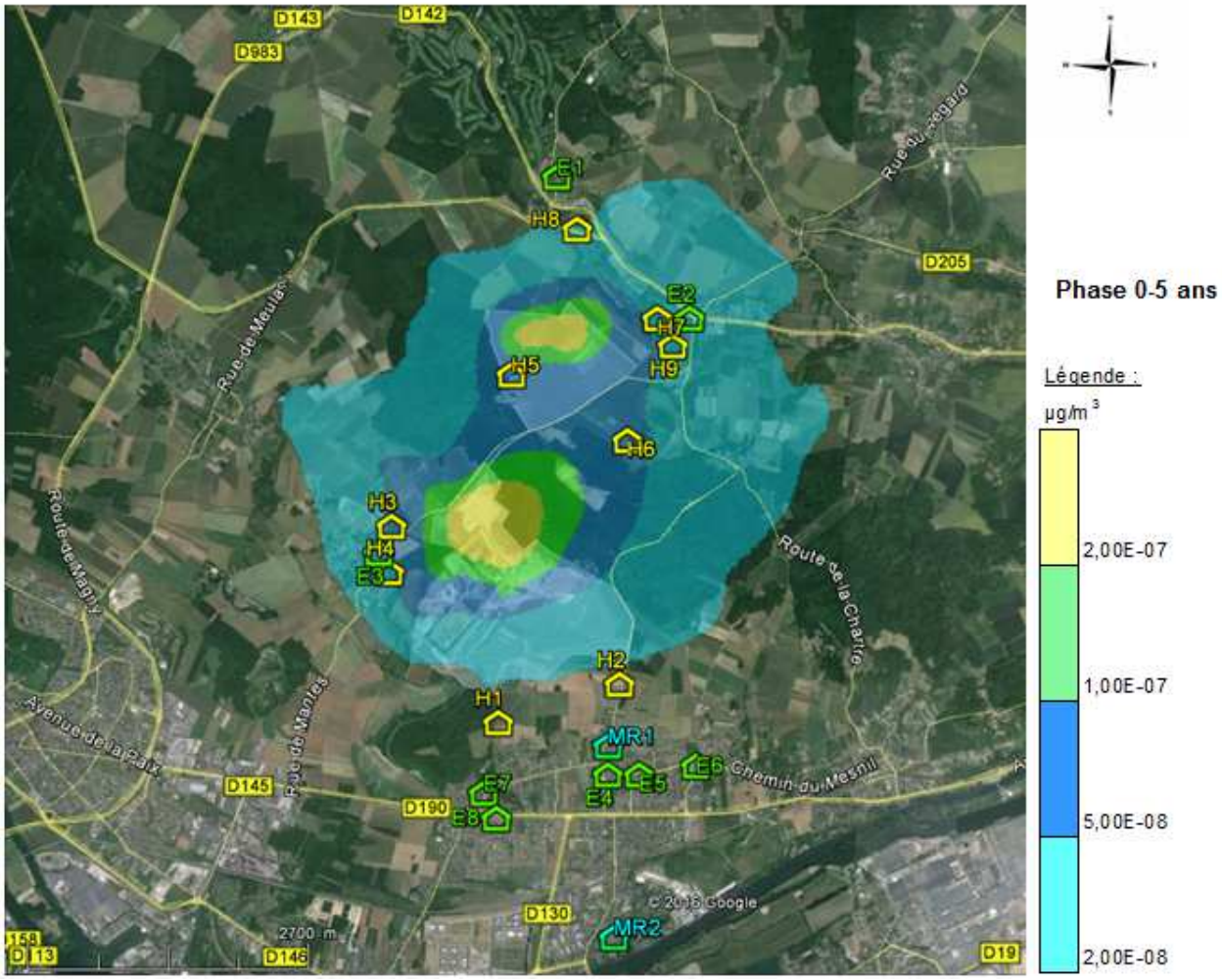
Concentrations modélisées en moyenne annuelle
Benzo(a)Pyrène



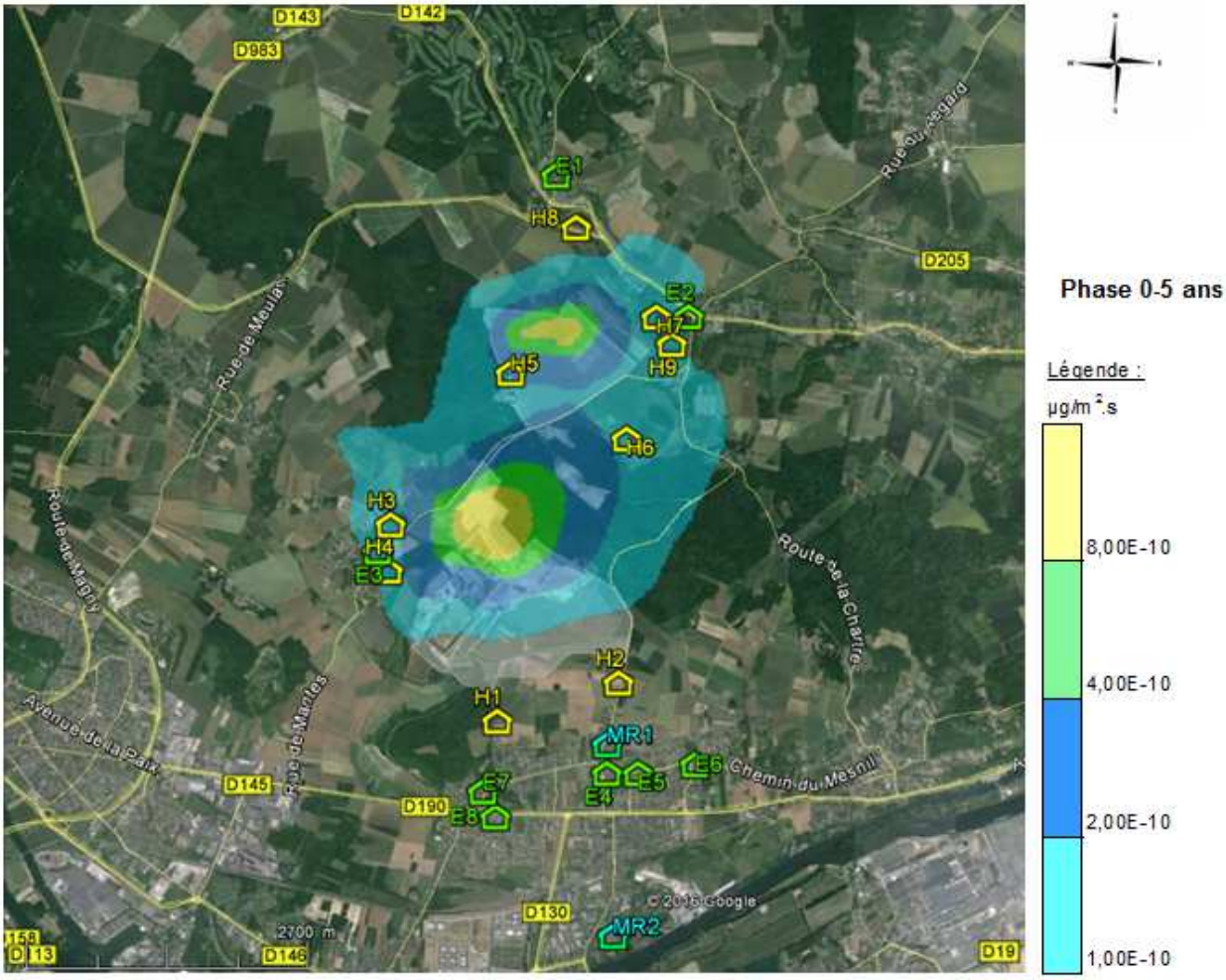
Dépôts totaux modélisées en moyenne annuelle
Benzo(a)Pyrène



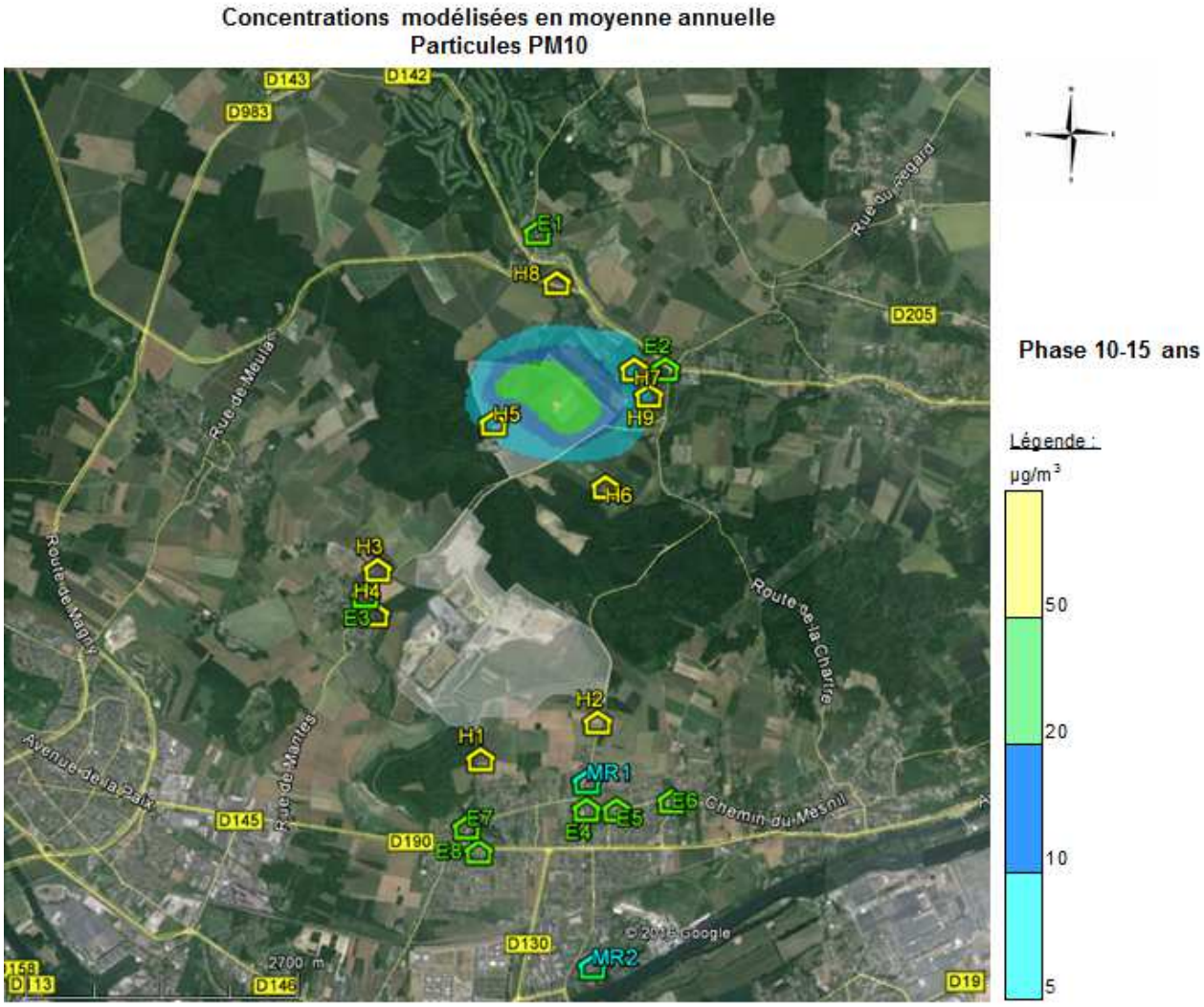
Concentrations modélisées en moyenne annuelle
Plomb (Pb)



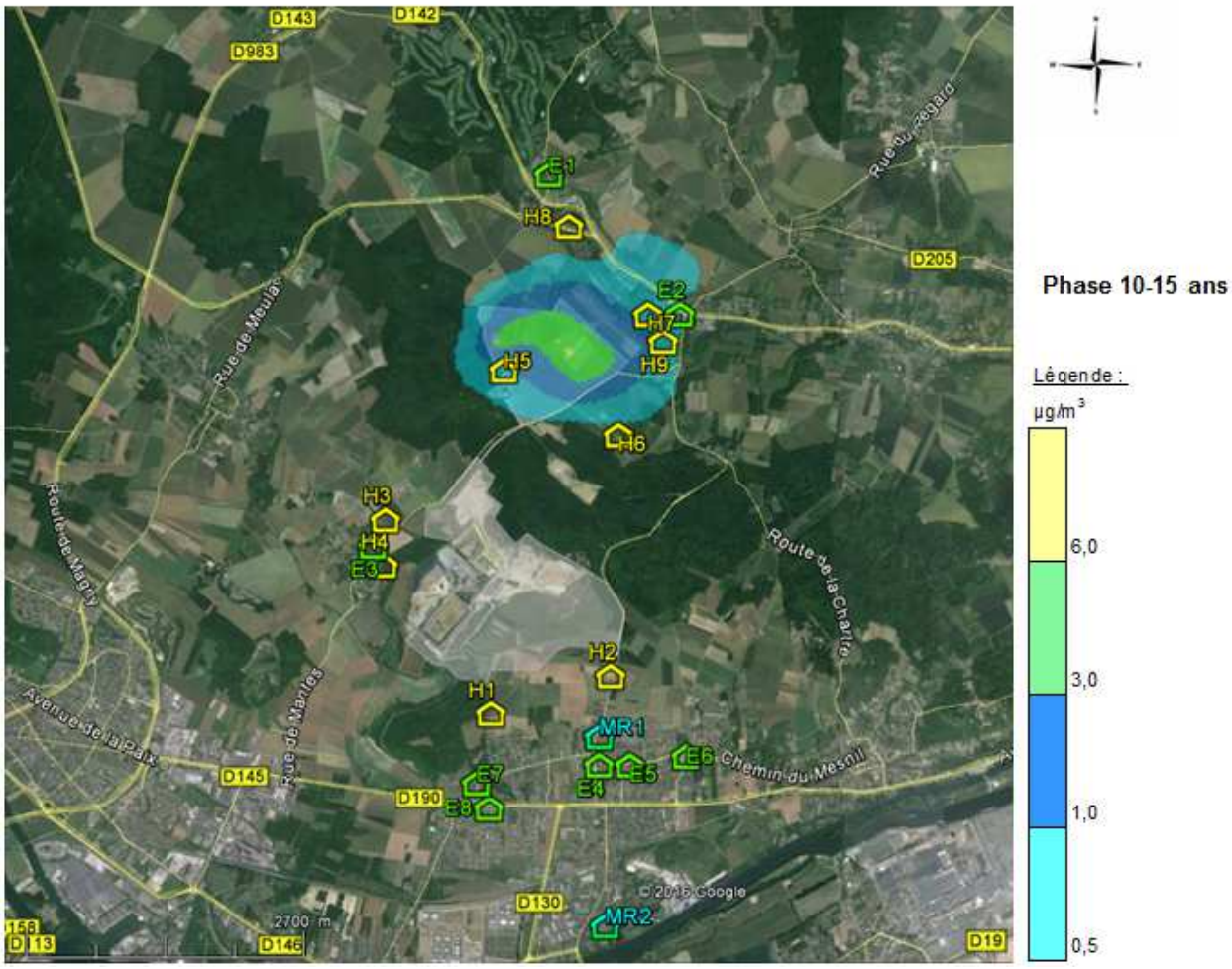
Dépôts totaux modélisées en moyenne annuelle
Plomb (Pb)



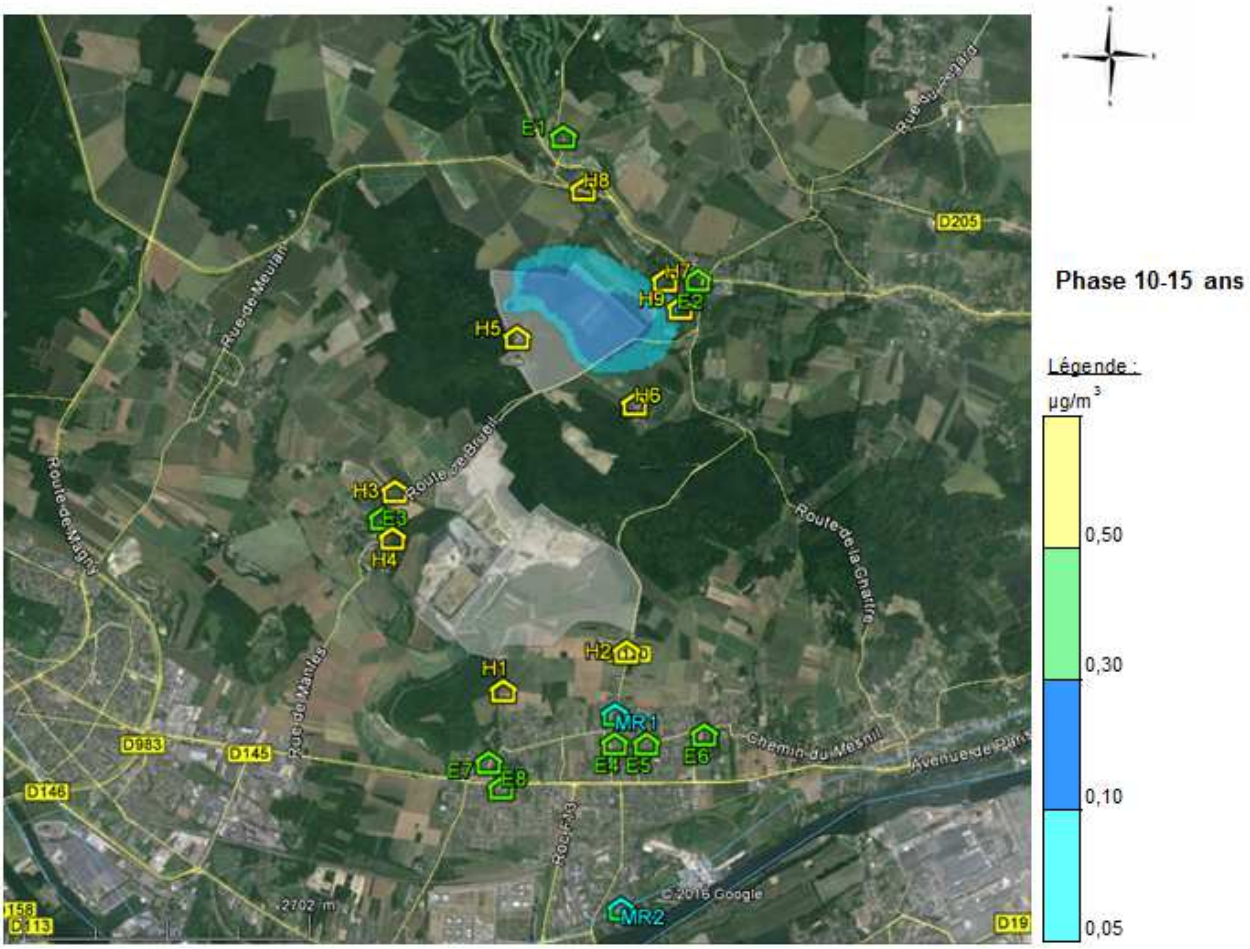
6.2.4.2 Cartes des iso-concentrations modélisées en moyenne annuelle pour la phase 10-15 ans



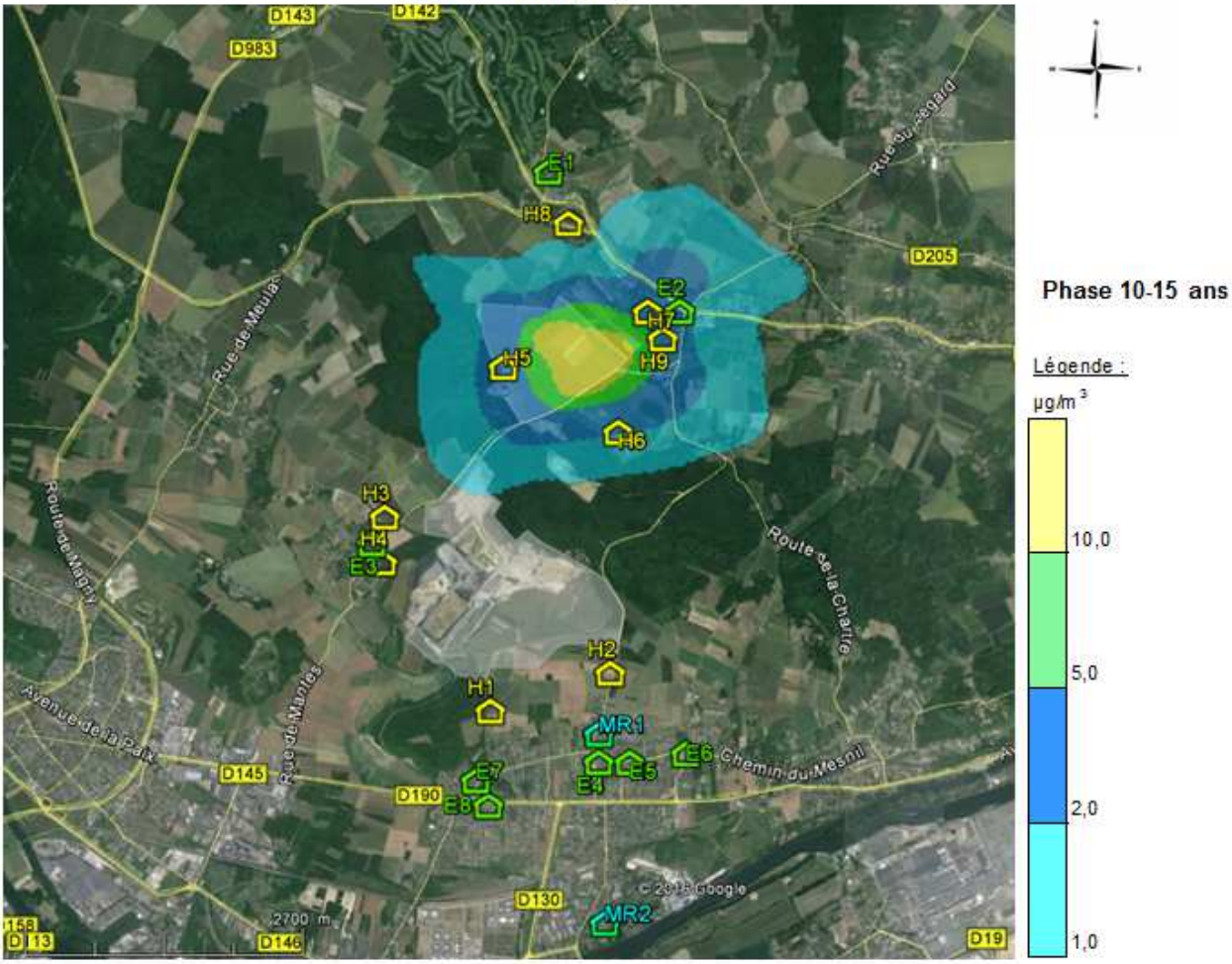
Concentrations modélisées en moyenne annuelle
Particules PM2,5



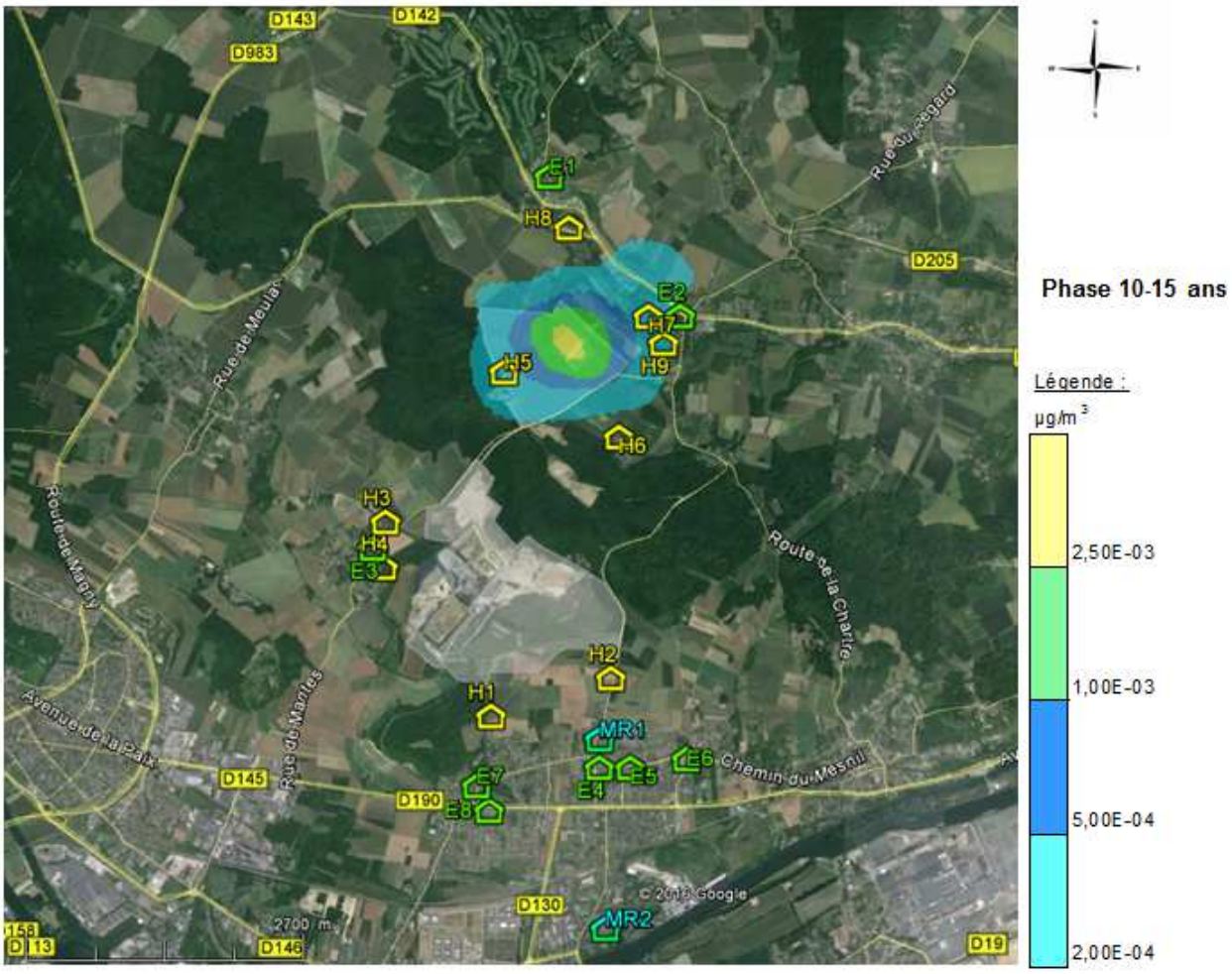
Concentrations modélisées en moyenne annuelle
Silice cristalline



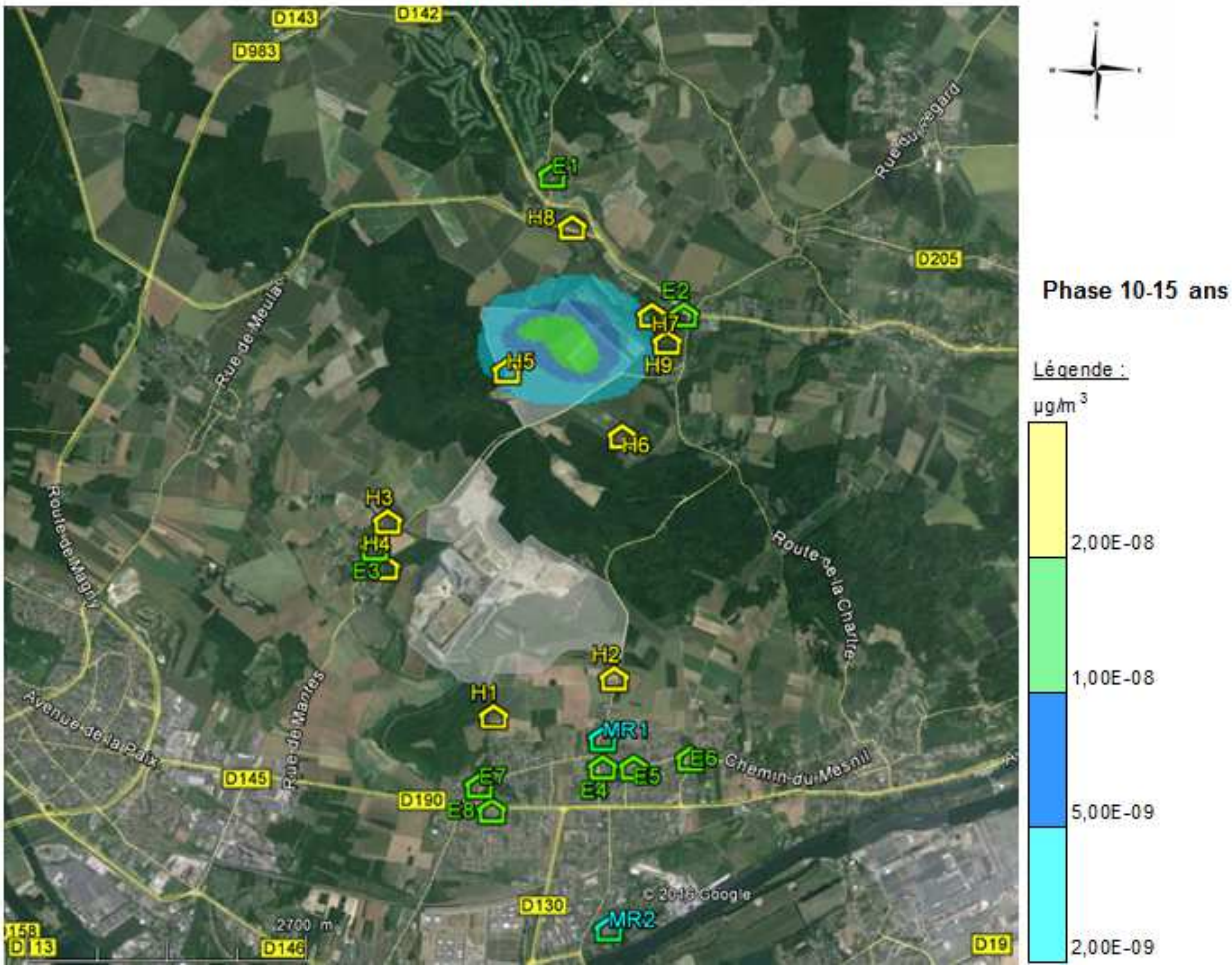
Concentrations modélisées en moyenne annuelle
Oxydes d'azote (NO_2)



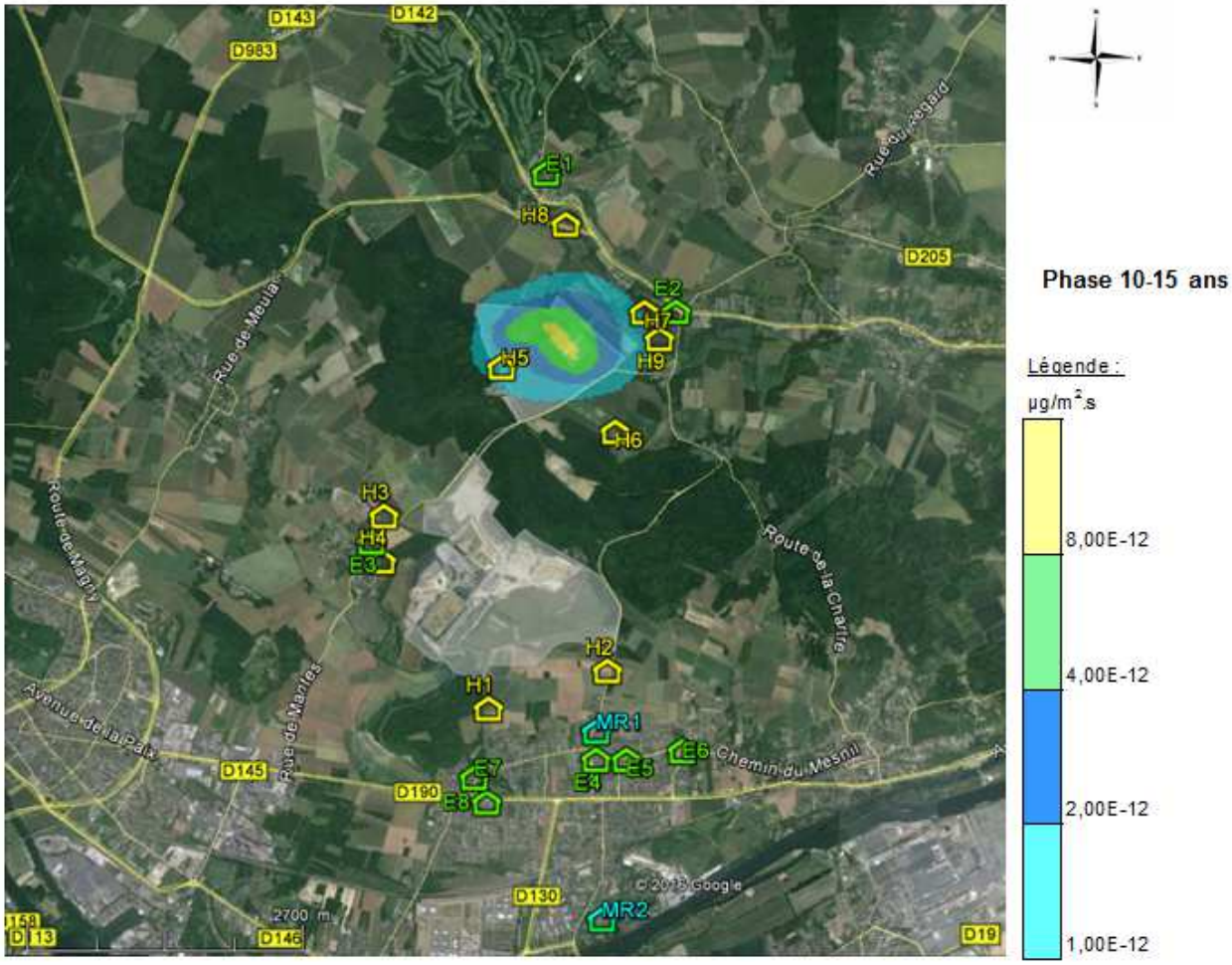
Concentrations modélisées en moyenne annuelle
Composés Organiques Volatils (COV)



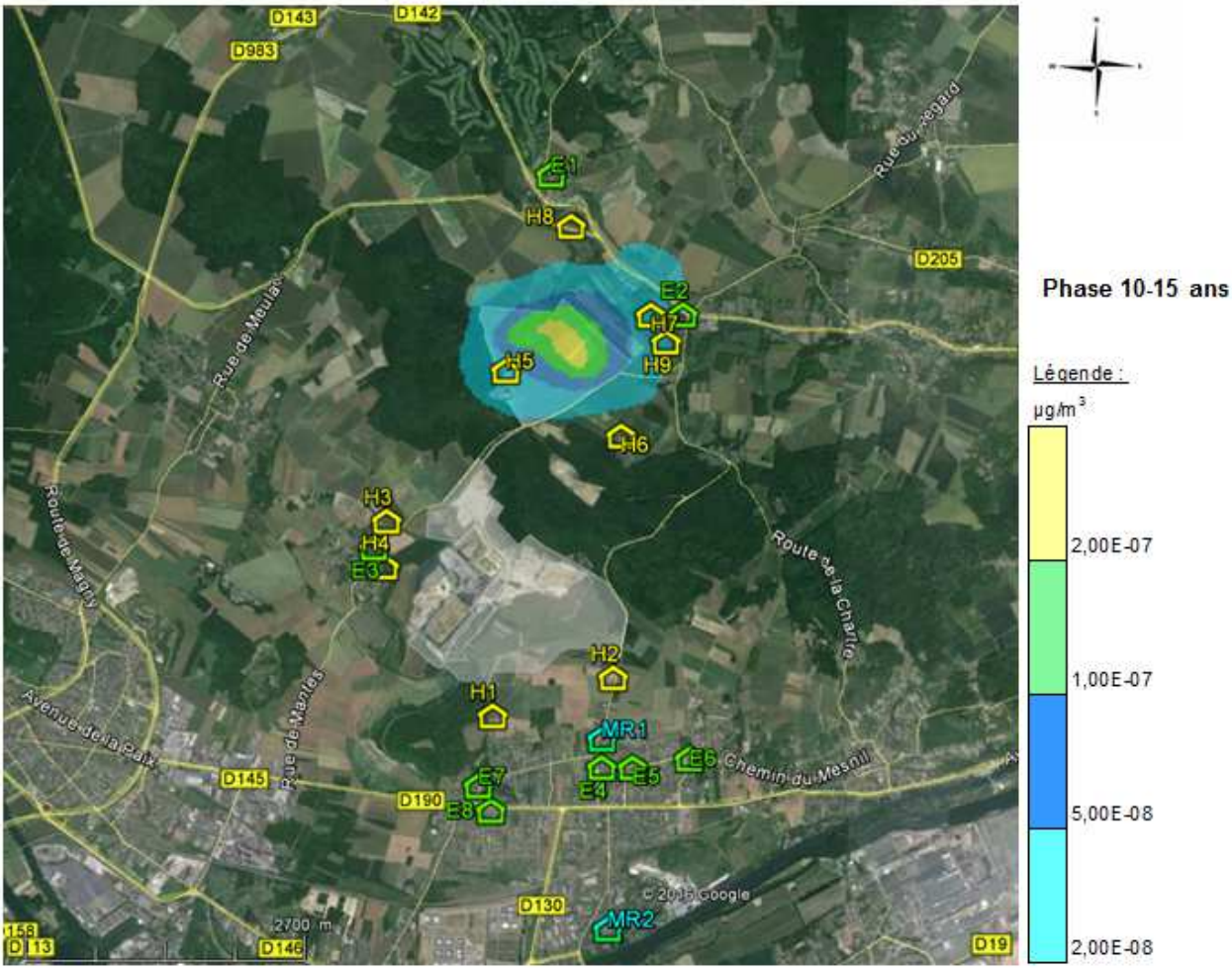
Concentrations modélisées en moyenne annuelle
Benzo(a)Pyrène



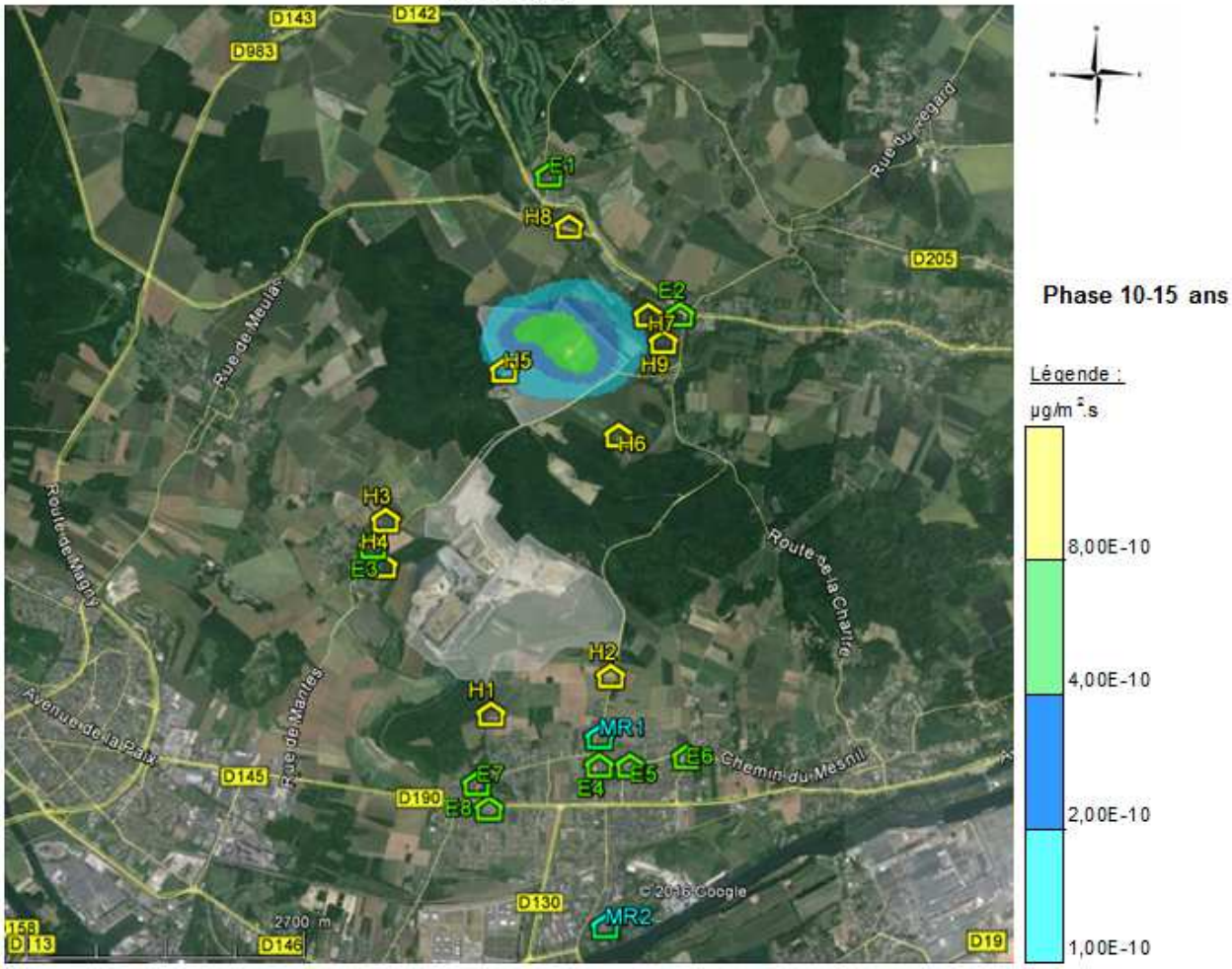
Dépôts totaux modélisées en moyenne annuelle
Benzo(a)Pyrène



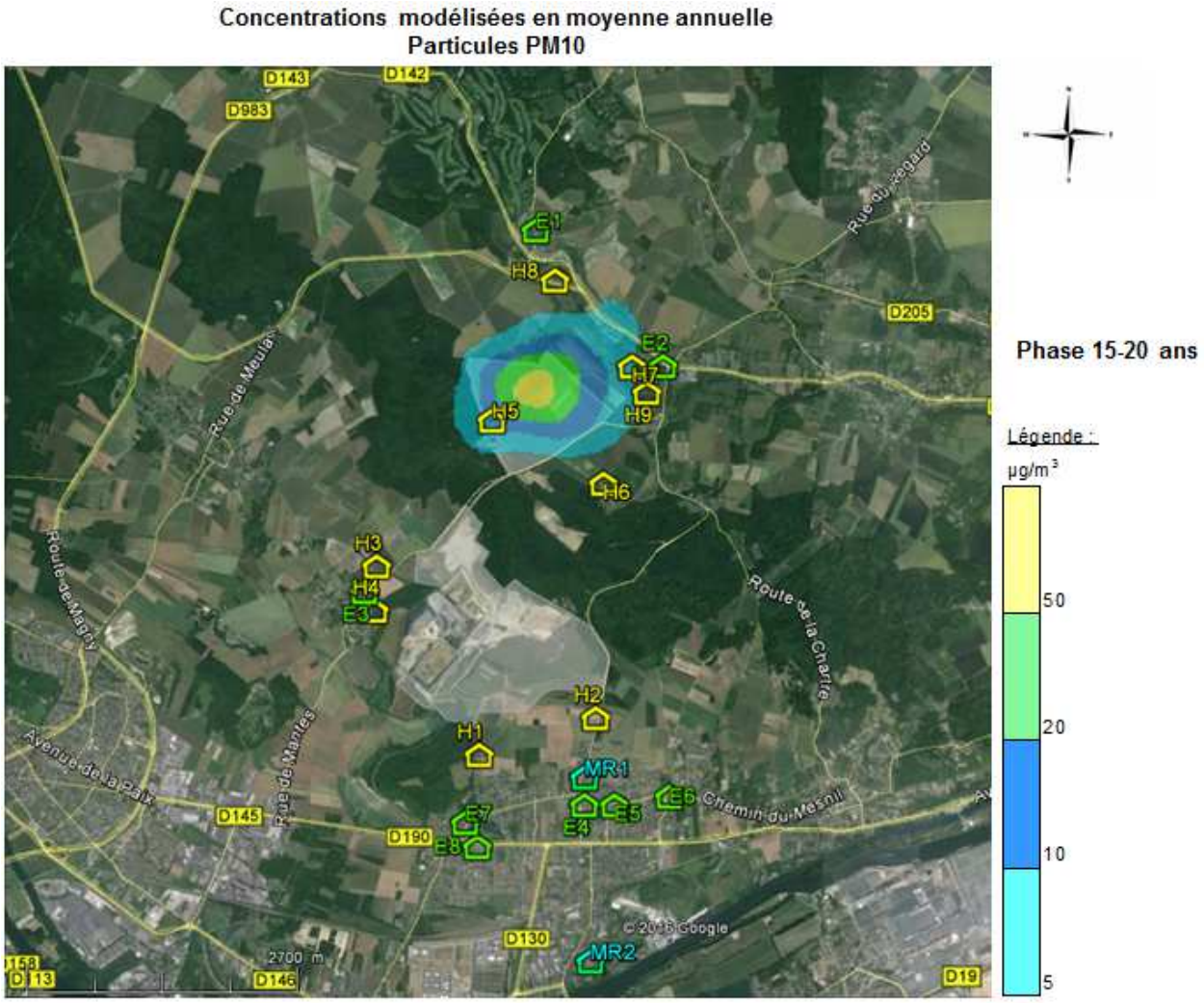
Concentrations modélisées en moyenne annuelle
Plomb (Pb)



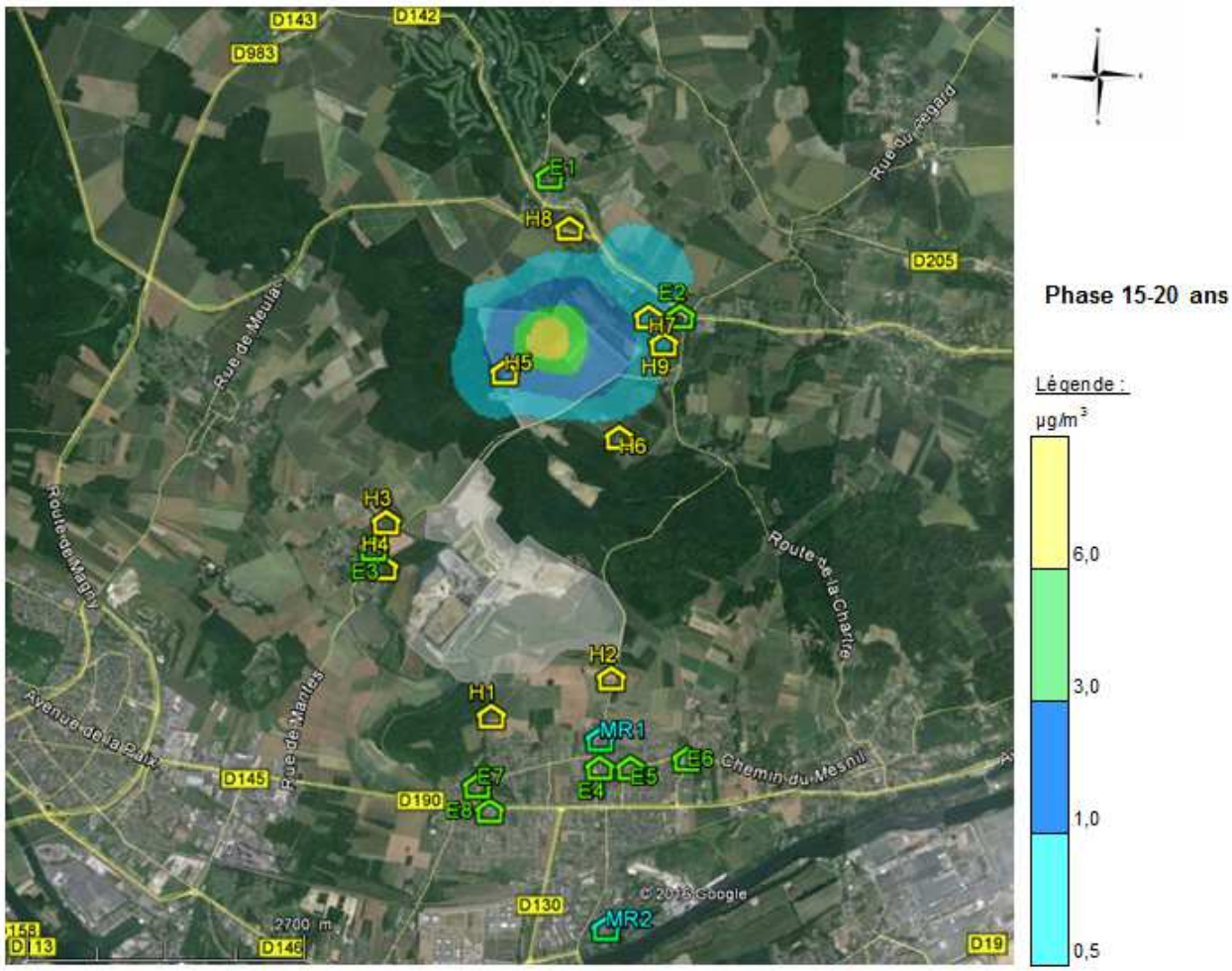
Dépôts totaux modélisées en moyenne annuelle
Plomb (Pb)



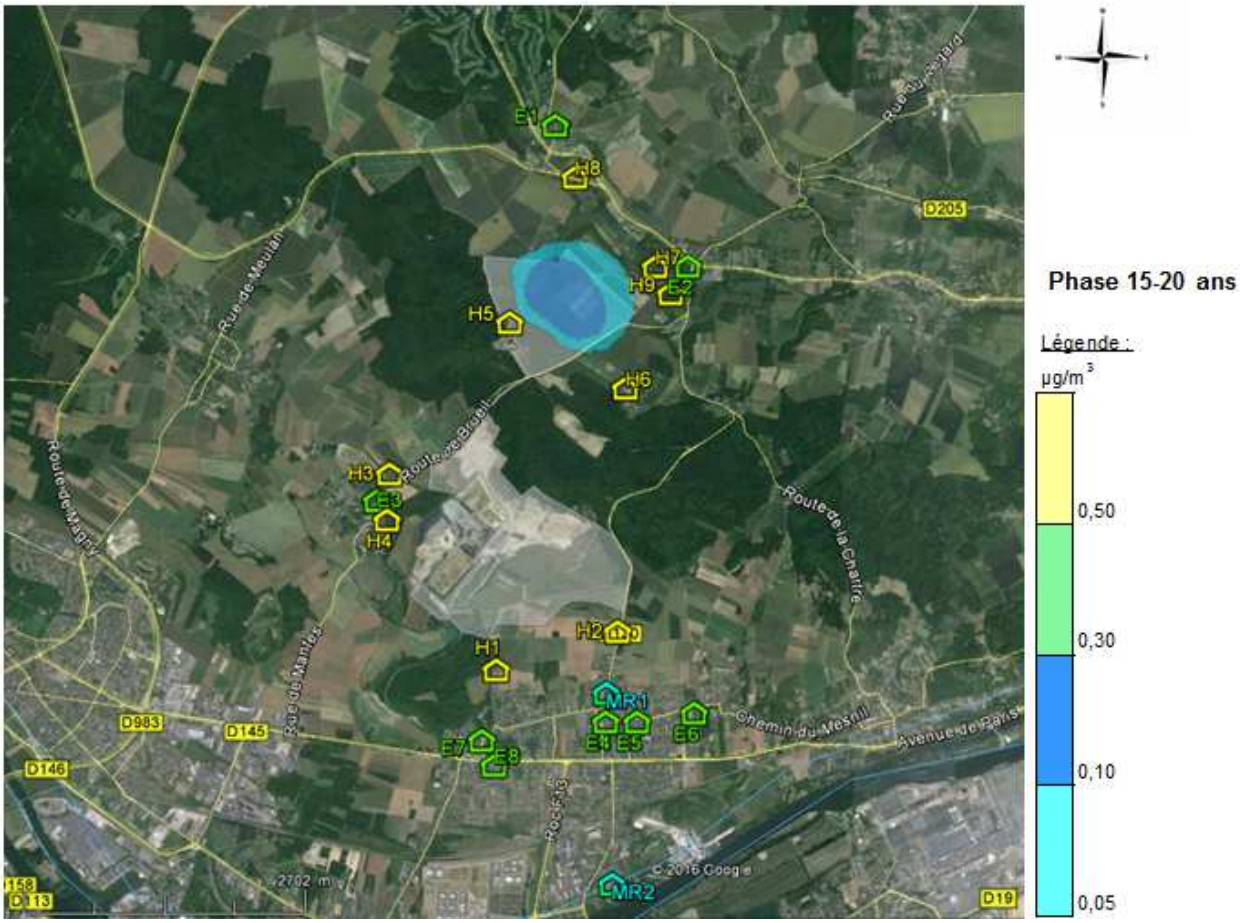
6.2.4.3 Cartes des iso-concentrations modélisées en moyenne annuelle pour la phase 15-20 ans



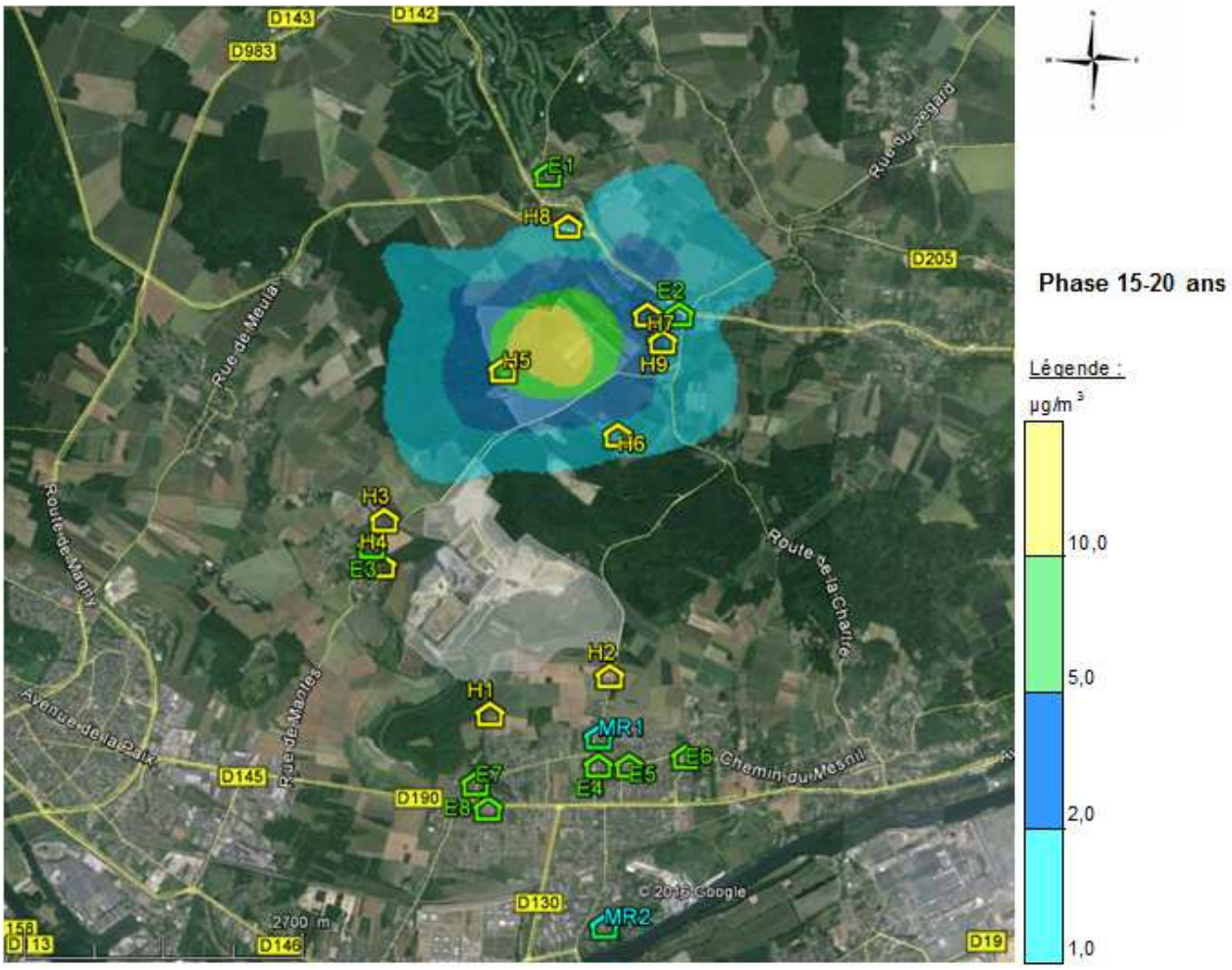
Concentrations modélisées en moyenne annuelle
Particules PM2,5



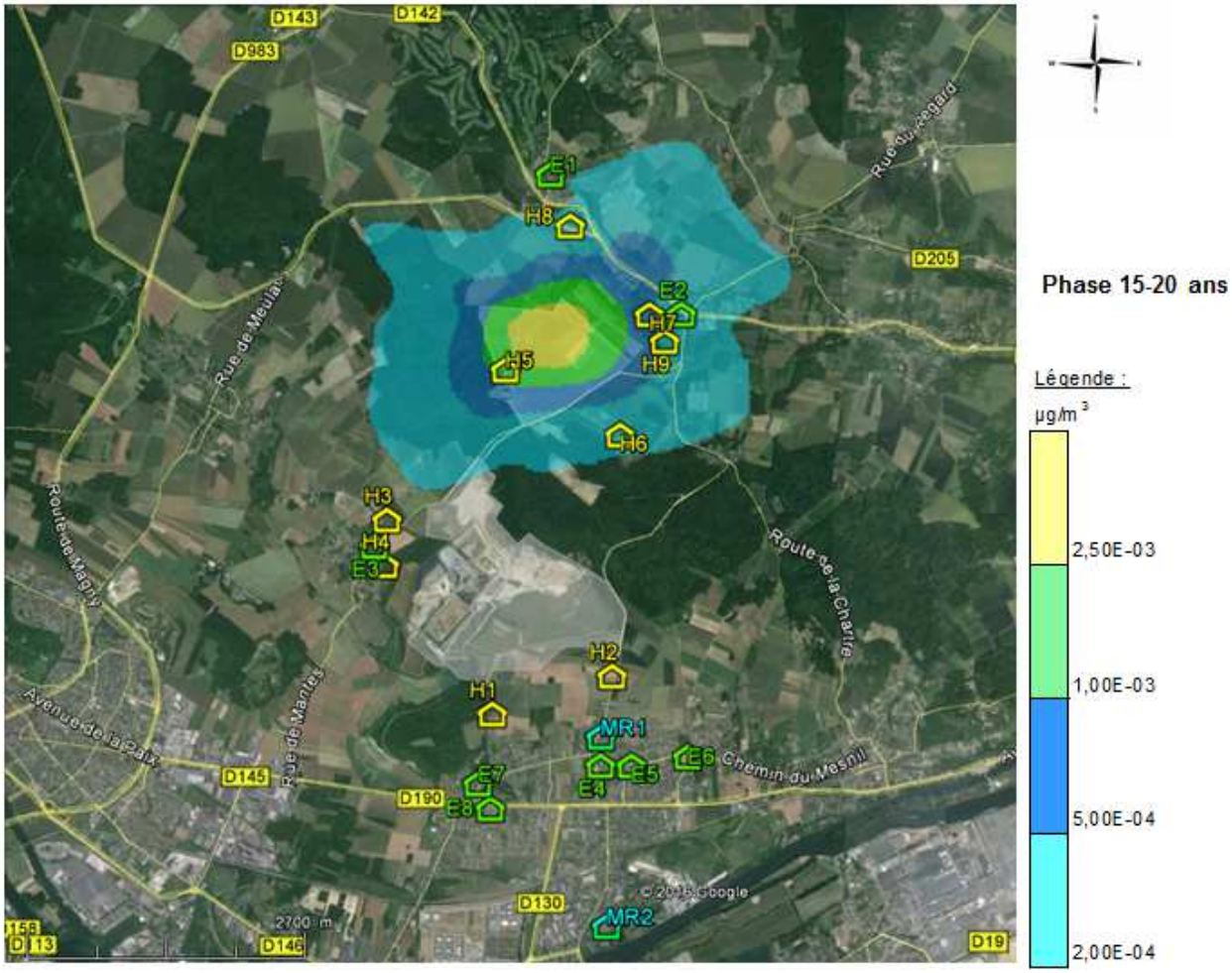
Concentrations modélisées en moyenne annuelle
Silice cristalline



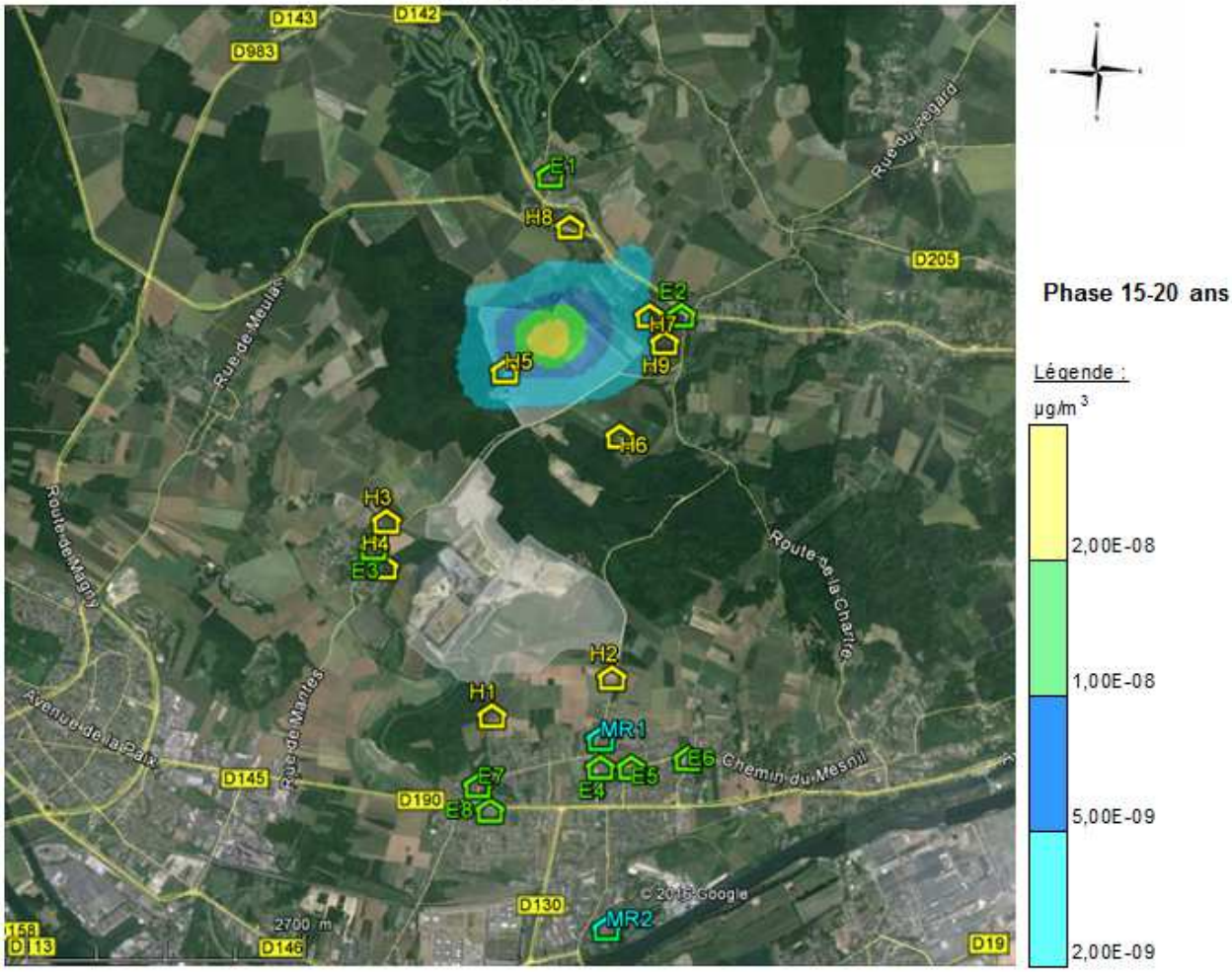
Concentrations modélisées en moyenne annuelle
Oxydes d'azote (NO_2)



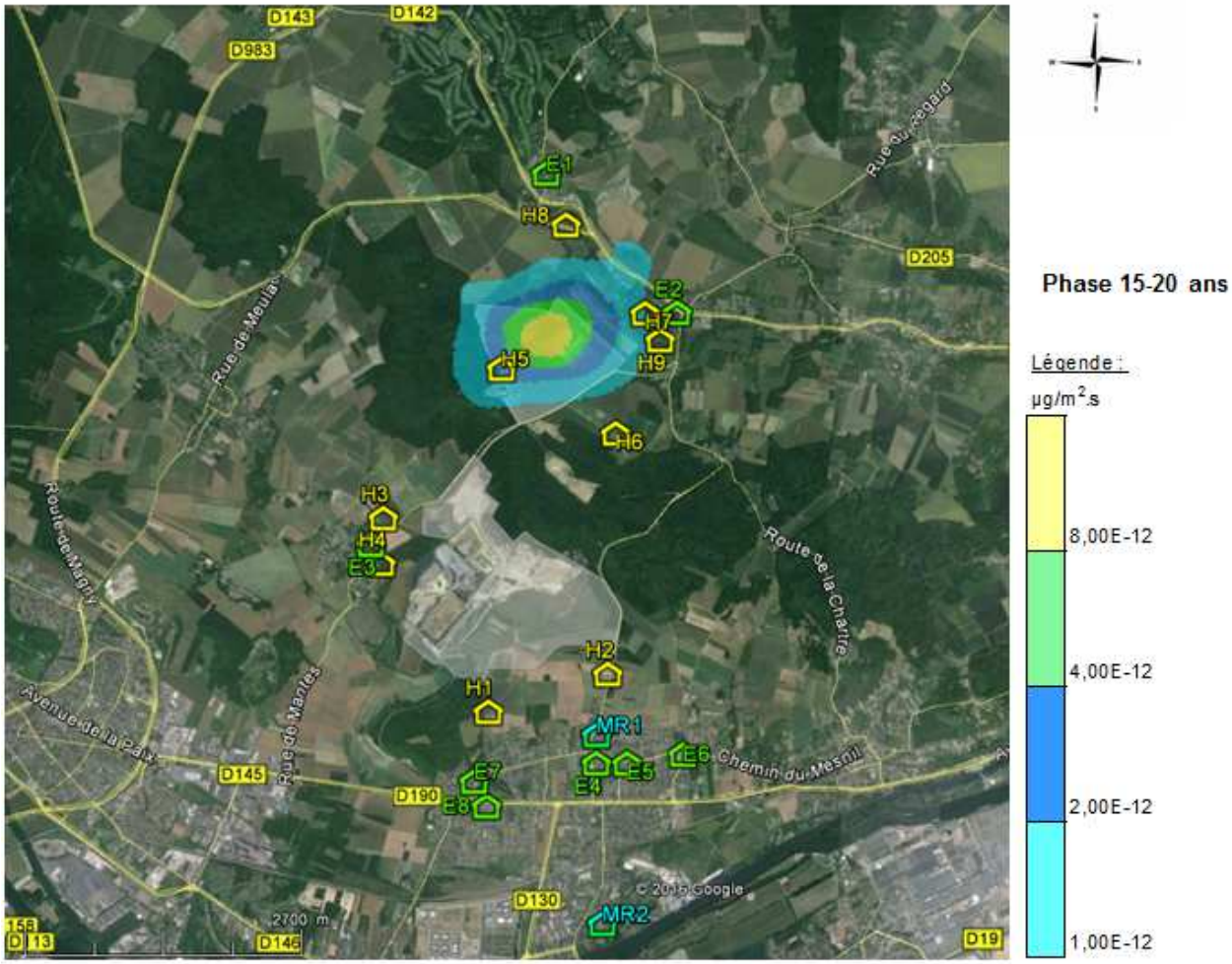
Concentrations modélisées en moyenne annuelle
Composés Organiques Volatils (COV)



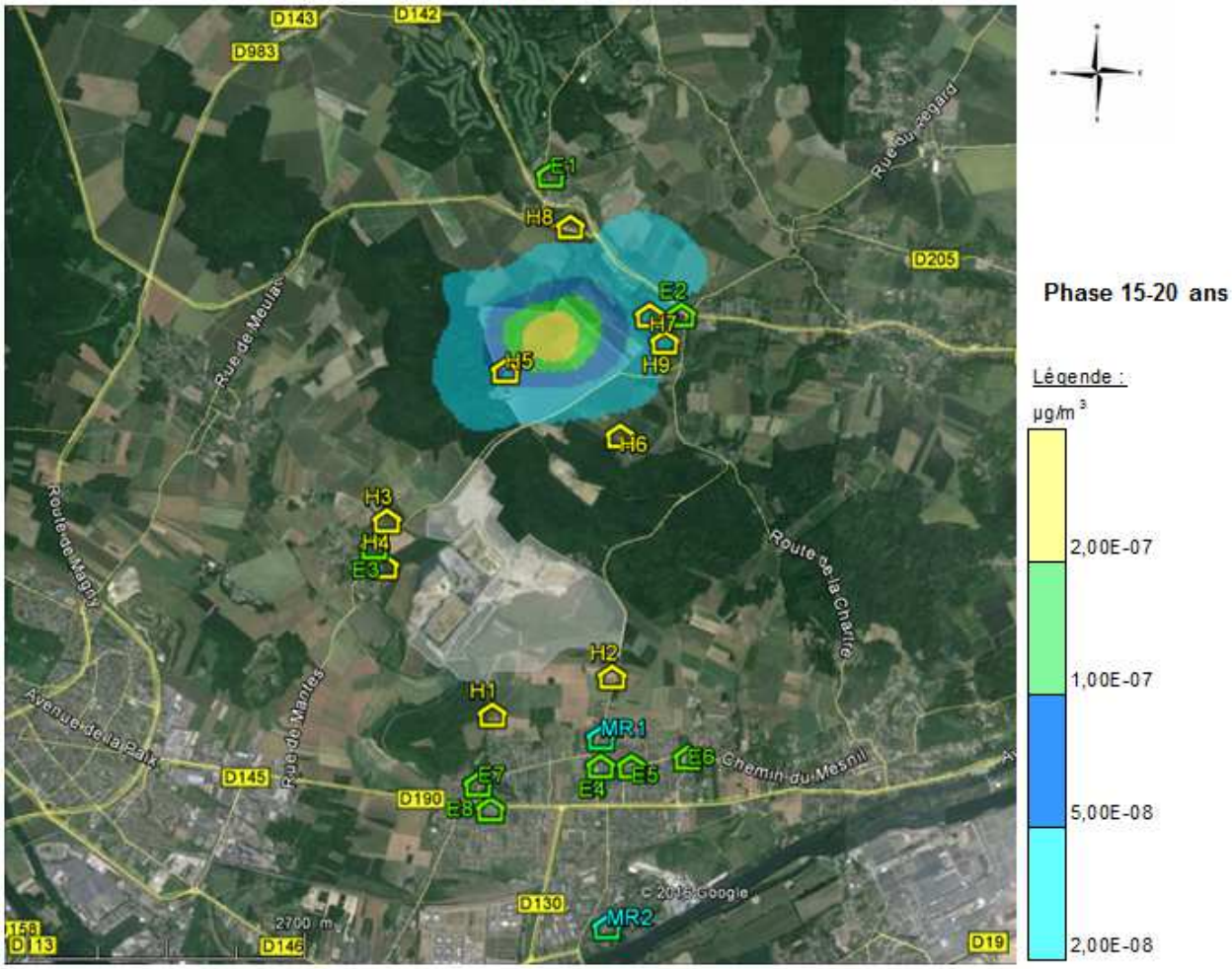
Concentrations modélisées en moyenne annuelle
Benzo(a)Pyrène



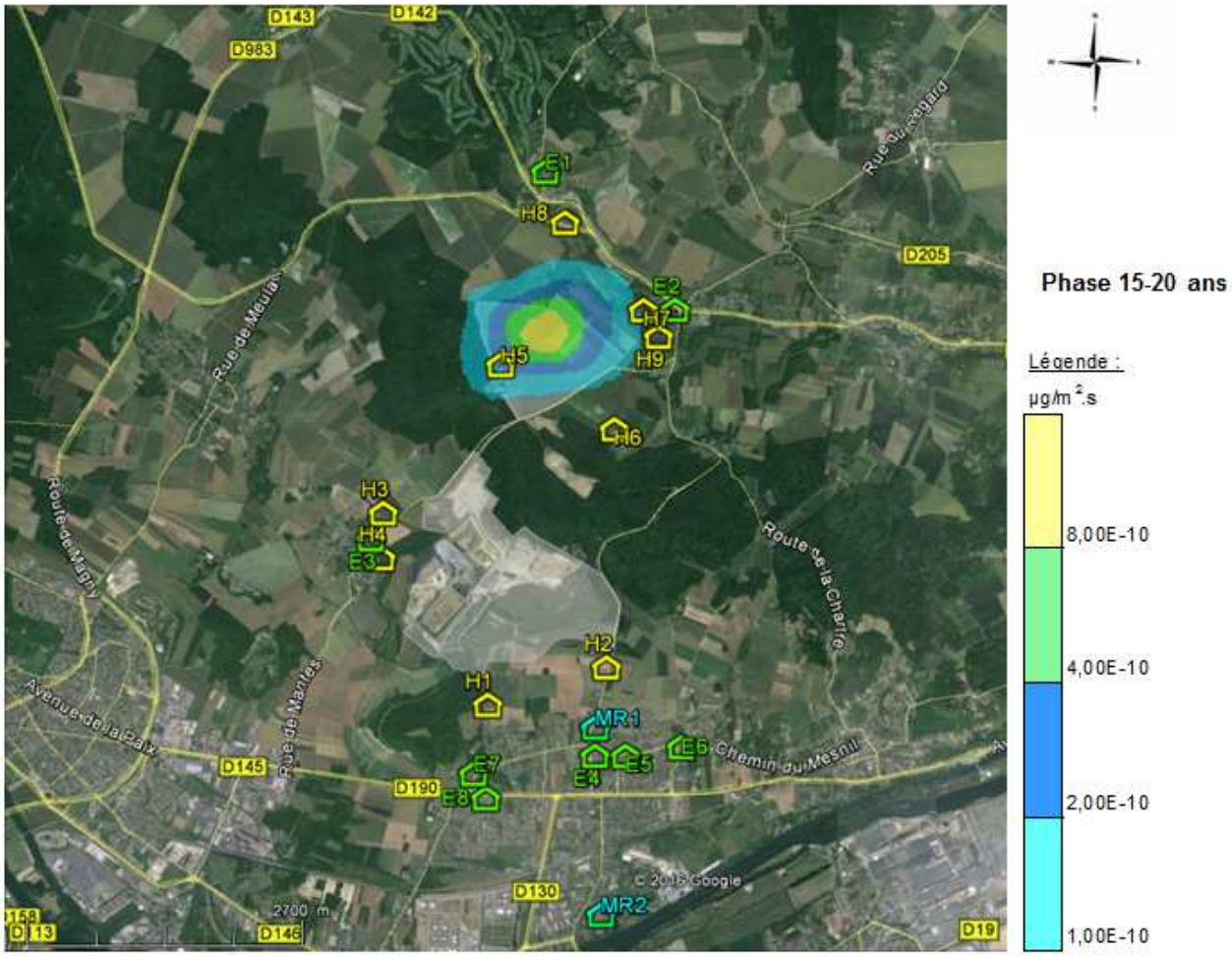
Dépôts totaux modélisées en moyenne annuelle
Benzo(a)Pyrène



Concentrations modélisées en moyenne annuelle
Plomb (Pb)



Dépôts totaux modélisées en moyenne annuelle
Plomb (Pb)



6.3 EVALUATION DES EXPOSITIONS

Les cartes présentées ci-avant montrent que les cibles potentielles les plus exposées correspondent aux repères :

- H5 situé en limite de propriété Ouest des limites de propriété du projet de Brueil-en-Vexin ;
- H6 situé à près de 600 m à l'Est des limites de propriété du projet ;
- H7 situé à près de 300 m au Nord-Est des limites de propriété du projet.

6.3.1 Voies d'exposition

Les voies d'expositions sont retenues sur la base du schéma conceptuel d'exposition présenté au *§ 4.3 Schéma conceptuel d'exposition*.

Rappel :
Pour les substances considérées comme non bioaccumulables, la voie d'exposition retenue est l'inhalation.
Pour les substances considérées comme bioaccumulables, nous retenons l'exposition par inhalation et par ingestion.

6.3.2 Choix des scénarios d'exposition

Nous avons considéré les populations présentes dans la zone des concentrations maximales modélisées : les riverains situés en limite de propriété Ouest (repère H5 sur les cartes), les riverains situés à près de 600 m à l'Est des limites de propriété du projet (repère H6) et les riverains habitant à près de 300 m au Nord-Est des limites de propriété du projet (repère H7) .
Pour l'évaluation des risques sanitaires, ce sont les concentrations moyennes annuelles et les dépôts totaux moyens annuels modélisés au niveau des cibles potentielles les plus exposées qui ont été retenus.

Compte tenu de la présence de jardins des maisons individuelles, de zones cultivées, d'élevages dans la zone d'influence maximale, nous avons donc retenu le scénario d'exposition suivant :

- l'exposition par inhalation,
- l'exposition par ingestion directe de sol (en particulier pour les enfants lors de leurs jeux à l'extérieur),
- l'exposition par ingestion de fruits et légumes issus de potagers (données d'autarcie pour une population agricole),
- l'exposition par ingestion de produits animaux (données d'autarcie pour une population agricole) : œufs, lait, viande de bœuf et volaille.

⇨ **Ce scénario est considéré comme majorant et « enveloppe » de l'ensemble des populations potentiellement exposées.**

Une durée d'exposition de 24 h/24, 365 jours /an, pendant 30 ans, dans la zone d'influence du site (la durée de résidence dans un même logement de 90 % de la population est de 30 ans) est retenue pour la quantification des effets sans seuil.

6.3.3 Evaluation de l'exposition

Les concentrations d'exposition sont directement données par les résultats de la modélisation en considérant les concentrations modélisées en moyenne annuelle au niveau des cibles potentielles les plus exposées.

L'exposition par ingestion est évaluée selon la méthode de l'HHRAP de l'US-EPA (2005) et conformément aux formules de l'INERIS (formules issues du rapport d'étude *Jeux d'équation pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle* – 2010) à partir :

- Des dépôts totaux au sol (dépôts secs + dépôts humides) modélisés en moyenne annuelle au niveau des cibles potentielles les plus exposées ;
- Des facteurs de bioconcentrations permettant de calculer les concentrations dans les fruits et légumes, les produits animaux tels que la viande, les œufs, les produits laitiers ;
- Des données de consommation de la population en Ile de France (données CIBLEX-ADEME) et des données d'autoconsommation (ou % d'autarcie) données également par CIBLEX-ADEME.

Notons que :

- Pour l'exposition par ingestion, les dépôts dans les sols attribuables aux émissions atmosphériques sont accumulés dans les sols pendant 30 années, sans prise en compte de pertes par lessivage, par phénomènes de biodégradation : hypothèse majorante.

- La pratique courante du calcul d'exposition et du risque se fonde sur la concentration totale d'un polluant dans les sols. Il a cependant été démontré que seule la fraction biodisponible de ce contaminant est susceptible d'induire un effet toxique. A défaut de données spécifiques pertinentes pour l'ensemble des polluants étudié, la biodisponibilité a été considérée à 100 % : hypothèse majorante.

Les paramètres de calcul pour évaluer l'exposition des riverains aux retombées atmosphériques via la remontée de chaîne alimentaire sont présentés en annexe.

La contamination des fruits et légumes est évaluée en considérant :

- Une contamination par les dépôts totaux sur les parties aériennes des végétaux ;
- Une contamination par transfert air/plante (adsorption des concentrations atmosphériques) ;
- Une contamination par transferts sol/plante.

La contamination des produits animaux est évaluée en considérant :

- Une contamination par consommation de fourrage/herbe ou grains (dont la contamination est évaluée selon la même méthodologie que pour les fruits et légumes) ;
- Une contamination par consommation de sol.

6.4 CARACTERISATION DU RISQUE

6.4.1 Méthode

Les polluants peuvent avoir deux mécanismes d'action : les effets à seuil et les effets sans seuil.

Pour chaque type d'effet, l'évaluation des risques sanitaires est réalisée de la façon suivante :

- **Pour les polluants à seuil :**

La caractérisation du risque correspond au calcul des indices de risques (IR) ou des ratios de dangers (Rdg) qui sont le rapport entre les concentrations attendues dans l'environnement et la valeur toxicologique de référence.
La comparaison de la concentration moyenne (modélisation réalisée pour des données météorologiques) aux points retenus avec la valeur toxicologique de référence, permet de conclure s'il y a ou non respect des recommandations des autorités sanitaires.
Pour l'exposition chronique par ingestion, c'est la Dose Journalière d'Exposition de l'enfant (la plus pénalisante) qui est retenue pour les effets à seuil.

➔ La recommandation des autorités sanitaires étant que la somme des Indices de Risques pour l'organe cible le plus touché soit inférieure à 1.

- **Pour les polluants à effet sans seuil :**

Le risque représente la probabilité de survenue d'effets nocifs chez un individu. Pour la concentration atmosphérique maximale modélisée, nous avons calculé l'excès de risque individuel (ERI) en rapportant l'excès unitaire du risque (ERU) à la concentration atmosphérique modélisée (C°).

$$ERI = ERU \times C°$$

Pour l'exposition chronique par ingestion, c'est la Dose Journalière d'Exposition pondérée sur la vie entière qui est retenue pour les effets sans seuil.

➔ La recommandation des autorités sanitaires étant que la somme des Excès de Risques Individuels soit au maximum de 10^{-5} (recommandation de l'OMS - Circulaire du 10 décembre 1999).

Ces résultats sont présentés pour les effets à seuil et pour les effets sans seuil sous forme de tableau pour les cibles potentielles les plus exposées.

6.4.2 Résultats pour les effets à seuil

- **Exposition chronique par inhalation :**

Une exposition chronique correspond à une exposition allant de quelques années à la vie entière.
Ce sont donc les concentrations modélisées en moyenne annuelle qui sont comparées ici aux Valeurs Toxicologiques de Référence établies pour une exposition chronique pour les effets à seuil.

Substance		N°CAS	Effets à seuil pour l'exposition par inhalation								
			Concentrations modélisées en moyenne annuelle attribuables aux émissions de la carrière, pour les cibles les plus exposées (µg/m^3)			Valeur Toxicologique de Référence (VTR) et organe cible		Calcul de l'Indice de Risque (IR) ou Ratio de Danger attribuable aux émissions de la carrière pour les cibles les plus exposées			Commentaire
			Phase 0-5 ans	Phase 10-15 ans	Phase 15-20 ans	Valeur Toxicologique de Référence (µg/m^3)	Organe cible *ou référence*	Phase 0-5 ans	Phase 10-15 ans	Phase 15-20 ans	
Particules	Particules totales (assimilées aux PM10)	-	9,58	6,98	7,98	20	*Ligne Directrice (OMS)*	-	-	-	La concentration attribuable à la carrière en projet est nettement inférieure à la Ligne Directrice de l'OMS, à l'objectif de qualité de l'air et à la valeur limite pour la protection de la santé humaine réglementaire
						30	*Objectif de qualité de l'air (Code de l'Environnement)*	-	-	-	
						40	*Valeur Limite pour la protection de la santé humaine (Code de l'Environnement)*	-	-	-	
	Particules PM2,5	-	1,18	0,96	1,02	10	*Ligne Directrice de (OMS)*	-	-	-	La concentration attribuable à la carrière en projet est largement inférieure à la Ligne Directrice de l'OMS, à l'objectif de qualité de l'air et à la valeur limite pour la protection de la santé humaine réglementaire
						10	*Objectif de qualité de l'air (Code de l'Environnement)*	-	-	-	
						25	*Valeur Limite pour la protection de la santé humaine (Code de l'Environnement)*	-	-	-	
Silice cristalline		14808-60-7 14464-46-1 15468-32-3	3,48E-02	5,49E-02	3,05E-02	3,00E+00	Système respiratoire	1,16E-02	1,83E-02	1,02E-02	
Acide chlorhydrique (HCl)		7647-01-0	5,89E-03	1,18E-02	1,24E-02	2,00E+01	Système respiratoire	2,95E-04	5,90E-04	6,20E-04	-
Métaux	Plomb (Pb)	7439-92-1	5,97E-08	3,09E-08	5,25E-08	5,00E-01	-	1,19E-07	6,18E-08	1,05E-07	-
	Cadmium (Cd)	7440-43-9	1,12E-10	5,85E-11	9,97E-11	4,50E-01	Augmentation de 5% atteinte tubulaire dans la population générale (système urinaire)	2,49E-10	1,30E-10	2,22E-10	-
	Nickel (Ni)	7440-02-0	5,14E-09	2,68E-09	4,56E-09	9,00E-02	Système respiratoire	5,71E-08	2,98E-08	5,07E-08	-
	Chrome (Cr)	7440-47-3	3,34E-08	1,75E-08	2,97E-08			-	-	-	-
	ChromeVI (CrVI)	18540-29-9 1333-82-0				1,00E-01	-	3,34E-07	1,75E-07	2,97E-07	-
	Zinc (Zn)	7440-66-6	1,96E-06	1,02E-06	1,74E-06			-	-	-	-
	Aluminium (Al)	7429-90-5	9,47E-02	1,93E-01	2,01E-01			-	-	-	
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	Naphtalène	91-20-3	2,75E-07	1,38E-07	2,26E-07	3,70E+01	Lésions de l'épithélium respiratoire et olfactif	7,43E-09	3,73E-09	6,11E-09	-
	Benzo(a)Pyrène	50-32-8	4,26E-09	2,19E-09	3,59E-09			-	-	-	-

Substance		N°CAS	Effets à seuil pour l'exposition par inhalation								
			Concentrations modélisées en moyenne annuelle attribuables aux émissions de la carrière, pour les cibles les plus exposées (µg/m³)			Valeur Toxicologique de Référence (VTR) et organe cible		Calcul de l'Indice de Risque (IR) ou Ratio de Danger attribuable aux émissions de la carrière pour les cibles les plus exposées			Commentaire
			Phase 0-5 ans	Phase 10-15 ans	Phase 15-20 ans	Valeur Toxicologique de Référence (µg/m³)	Organe cible *ou référence*	Phase 0-5 ans	Phase 10-15 ans	Phase 15-20 ans	
Composés Organiques Volatils (COV)	COV totaux en équivalent Carbone	-	5,68E-04	3,42E-04	1,04E-03			-	-	-	-
	Benzène	71-43-2	3,97E-07	2,39E-07	7,28E-07	1,00E+01	Système immunitaire	3,97E-08	2,39E-08	7,28E-08	-
	Formaldéhyde	50-00-0	4,77E-05	2,87E-05	8,75E-05	1,00E+01	Lésions histopathologiques de l'épithélium nasal	4,77E-06	2,87E-06	8,75E-06	-
	Toluène	108-88-3	3,91E-06	2,36E-06	7,18E-06	3,00E+03	Effets neurologiques	1,30E-09	7,87E-10	2,39E-09	-
	Ethylbenzène	100-41-4	1,65E-06	9,91E-07	3,02E-06	2,65E+02	Système urinaire	6,23E-09	3,74E-09	1,14E-08	-
	o-xylène	95-47-6	3,46E-06	2,09E-06	6,35E-06	2,15E+02	Effets neurologiques	1,61E-08	9,72E-09	2,95E-08	-
	Acroléine	107-02-8	1,00E-05	6,05E-06	1,84E-05	2,00E-02	Système respiratoire	5,00E-04	3,03E-04	9,20E-04	-
	Acétaldéhyde	75-07-0	2,59E-05	1,56E-05	4,75E-05	1,40E+02	Système respiratoire	1,85E-07	1,11E-07	3,39E-07	-
	1,3-butadiène	106-99-0	1,87E-05	1,13E-05	3,43E-05	2,00E+00	Organes reproducteurs	9,35E-06	5,65E-06	1,72E-05	-
Indice de Risque Total pour l'exposition par inhalation et pour l'organe cible le plus touché (le système respiratoire)								**1,24E-02**	**1,92E-02**	**1,17E-02**	**L'Indice de Risque total pour l'inhalation est < 1**

Ligne directrice de l'OMS, objectif de qualité de l'air et/ou valeur limite pour la protection de la santé humaine du Code de l'Environnement : ces valeurs ne sont pas considérées comme des VTR et aucun indice de risque ne sera calculé à partir de ces valeurs.

- ⇨ **L'Indice de Risque total pour l'exposition des cibles potentiellement les plus exposées par inhalation aux émissions atmosphériques attribuables à la carrière est inférieur à 1 : les recommandations des autorités sanitaires sont respectées.**
- ⇨ **Les valeurs de référence pour les polluants ne disposant pas de Valeur Toxicologique de Référence tels que les poussières (principal polluant émis par l'activité du site en projet) sont nettement respectées.**

- **Exposition chronique par ingestion :**

Substance		Effets à seuil pour l'exposition par ingestion									
		Dépôts modélisés (dans les 20 premiers centimètres de sol) attribuables aux émissions moyennes annuelles de la carrière, pour les cibles les plus exposées et en faisant l'hypothèse majorante que ces émissions moyennes sont constantes et s'accumulent pendant 25 ans (mg/kg sec)			Dose Journalière d'Exposition (DJE) attribuables aux émissions de la carrière pour la phase 0-5 ans, pour les cibles les plus exposées *(les DJE pour les autres phases ne sont pas présentées ici afin de ne pas alourdir le tableau)*		Valeur Toxicologique de Référence (VTR) et organe cible		Calcul de l'Indice de Risque (IR) attribuable à l'activité de la carrière au bout de 25 ans d'exploitation (en considérant que les émissions moyennes annuelles de la phase considérée sont émises pendant 25 ans) Calculé à partir de la DJE enfant (la plus pénalisante)		
		Phase 0-5 ans	Phase 10-15 ans	Phase 15-20 ans	DJE enfant (mg/kg/jour)	DJE adulte (mg/kg/jour)	VTR (mg/kg.j)	Organe cible	Phase 0-5 ans	Phase 10-15 ans	Phase 15-20 ans
Métaux	Plomb (Pb)	6,70E-07	3,43E-07	5,82E-07	1,70E-10	5,68E-11	3,50E-03	-	4,87E-08	1,62E-08	2,49E-08
	Cadmium (Cd)	1,88E-09	9,75E-10	1,65E-09	3,91E-13	1,16E-13	3,60E-04	Système urinaire	1,08E-09	3,22E-10	5,62E-10
	Nickel (Ni)	8,62E-08	4,48E-08	7,57E-08	2,89E-11	9,18E-12	2,00E-02	Diminution pondérale et des organes	1,45E-09	4,59E-10	7,51E-10
	Chrome (Cr)	6,22E-07	3,23E-07	5,46E-07	2,12E-10	6,32E-11			-	-	-
	ChromeVI (CrVI)						3,00E-03*	-	7,06E-08*	2,11E-08*	3,67E-08*
	Zinc (Zn)	3,00E-05	1,55E-05	2,62E-05	1,53E-08	5,37E-09	3,00E-01	Système sanguin	5,09E-08	1,79E-08	2,62E-08
	Aluminium (Al)	1,44	2,92E+00	3,05E+00	1,98E-04	4,54E-05	1,00E+00	Système nerveux	1,98E-04	4,54E-05	3,99E-04
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	Naphtalène	5,13E-07	2,56E-07	4,15E-07	6,71E-10	2,38E-10	2,00E-02	Développement	3,35E-08	1,19E-08	1,67E-08
	Benzo(a)Pyrène	8,15E-09	4,08E-09	6,62E-09	1,32E-11	4,61E-12			-	-	-
Indice de Risque Total pour l'exposition par ingestion et pour l'organe cible le plus touché (le système nerveux)									**1,98E-04**	**4,54E-05**	**3,99E-04**

* : A défaut de VTR pour le chrome total, la totalité du chrome a été assimilé de façon pénalisante au chrome VI.

⇨ **L'Indice de Risque total pour l'exposition des cibles potentiellement les plus exposées par ingestion attribuable aux émissions attribuables à la carrière pour l'organe cible le plus touché est inférieur à 1 : les recommandations des autorités sanitaires sont respectées.**

6.4.3 Résultats pour les effets sans seuil

Rappelons qu'une durée d'exposition de 24 h/24, 365 jours /an, pendant 30 ans, dans la zone d'influence du site (la durée de résidence dans un même logement de 90 % de la population est de 30 ans) est retenue pour la quantification des effets sans seuil.

- **Exposition par inhalation :**

Il s'agit de comparer les concentrations modélisées en moyenne annuelle aux Valeurs Toxicologiques de Référence établies pour une exposition chronique pour les effets sans seuil.

Substance		N°CAS	Effets sans seuil pour l'exposition par inhalation						
			Concentrations modélisées en moyenne annuelle attribuables aux émissions de la carrière, pour les cibles les plus exposées (µg/m^3)			Valeur Toxicologique de Référence (VTR) (µg/m^3)$^{-1}$	Calcul de l'Excès de Risque Individuel (ERI) attribuable aux émissions de la carrière pour les cibles les plus exposées		
			Phase 0-5 ans	Phase 10-15 ans	Phase 15-20 ans		Phase 0-5 ans	Phase 10-15 ans	Phase 15-20 ans
Gaz de combustion	Dioxyde de soufre (SO_2)	7446-09-5	1,70E-05	8,54E-06	1,47E-05		-	-	-
Gaz de combustion	Oxydes d'azote assimilés au NO_2	10102-44-0	2,38	4,78	5,03		-	-	-
Gaz de combustion	Monoxyde de carbone (CO)	630-08-0	1,95E-01	3,91E-01	4,15E-01		-	-	-
Particules	Particules totales (assimilées aux PM10)	-	9,58	6,98	7,98		-	-	-
Particules	Particules PM2,5	-	1,18	0,955	1,02		-	-	-
Silice cristalline		14808-60-7 14464-46-1 15468-32-3	3,48E-02	5,49E-02	3,05E-02		-	-	-
Acide chlorhydrique (HCl)		7647-01-0	5,89E-03	1,18E-02	1,24E-02		-	-	-
Métaux	Plomb (Pb)	7439-92-1	5,97E-08	3,09E-08	5,25E-08		-	-	-
Métaux	Cadmium (Cd)	7440-43-9	1,12E-10	5,85E-11	9,97E-11	3,33E-05	1,60E-15	8,35E-16	1,42E-15
Métaux	Nickel (Ni)	7440-02-0	5,14E-11	2,68E-11	4,56E-11	3,80E-04	8,37E-15	4,36E-15	7,43E-15
Métaux	Chrome (Cr)	7440-47-3	3,34E-10	1,75E-10	2,97E-10		-	-	-
Métaux	ChromeVI (CrVI)	18540-29-9 1333-82-0				4,00E-02*	5,73E-12*	3,00E-12*	5,09E-12*
Métaux	Zinc (Zn)	7440-66-6	1,96E-06	1,02E-06	1,74E-06		-	-	-
Métaux	Aluminium (Al)	7429-90-5	9,47E-02	1,93E-01	2,01E-01		-	-	-
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	Naphtalène	91-20-3	2,75E-07	1,38E-07	2,26E-07	5,60E-06	6,60E-13	3,31E-13	5,42E-13
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	Benzo(a)Pyrène	50-32-8	4,26E-09	2,19E-09	3,59E-09	1,10E-03	2,01E-12	1,03E-12	1,69E-12
Composés Organiques Volatils (COV)	COV totaux en équivalent Carbone	-	5,68E-04	3,42E-04	1,04E-03		-	-	-
Composés Organiques Volatils (COV)	Benzène	71-43-2	3,97E-07	2,39E-07	7,28E-07	2,60E-05	4,42E-12	2,66E-12	8,11E-12
Composés Organiques Volatils (COV)	Formaldéhyde	50-00-0	4,77E-05	2,87E-05	8,75E-05	5,26E-06	1,08E-10	6,47E-11	1,97E-10
Composés Organiques Volatils (COV)	Toluène	108-88-3	3,91E-06	2,36E-06	7,18E-06		-	-	-
Composés Organiques Volatils (COV)	Ethylbenzène	100-41-4	1,65E-06	9,91E-07	3,02E-06	2,50E-06	1,77E-12	1,06E-12	3,24E-12
Composés Organiques Volatils (COV)	o-xylène	95-47-6	3,46E-06	2,09E-06	6,35E-06		-	-	-
Composés Organiques Volatils (COV)	Acroleine	107-02-8	1,00E-05	6,05E-06	1,84E-05		-	-	-
Composés Organiques Volatils (COV)	Acétaldéhyde	75-07-0	2,59E-05	1,56E-05	4,75E-05	2,20E-06	2,44E-11	1,47E-11	4,48E-11
Composés Organiques Volatils (COV)	1,3-butadiene	106-99-0	1,87E-05	1,13E-05	3,43E-05	1,70E-04	1,36E-09	8,23E-10	2,50E-09
Excès de Risque Individuel Total pour l'exposition par inhalation							**1,47E-10**	**8,75E-11**	**2,61E-10**

* : A défaut de VTR pour le chrome total, la totalité du chrome a été assimilé de façon pénalisante au chrome VI.

⇨ **L'Excès de Risque Individuel total pour l'exposition des cibles potentiellement les plus exposées par inhalation attribuable aux émissions de la carrière en projet est inférieur à 10^{-5} : les recommandations des autorités sanitaires sont respectées.**

- **Exposition par ingestion :**

Substance		Effets sans seuil pour l'exposition par ingestion									
		Dépôts modélisés (dans les 20 premiers centimètres de sol) attribuables aux émissions moyennes annuelles de la carrière, pour les cibles les plus exposées et en faisant l'hypothèse majorante que ces émissions moyennes sont constantes et s'accumulent pendant 25 ans (mg/kg sec)			Dose Journalière d'Exposition (DJE) attribuables aux émissions de la carrière pour la phase 0-5 ans, pour les cibles les plus exposées *(les DJE pour les autres phases ne sont pas présentées ici afin de ne pas alourdir le tableau)*			Valeur Toxicologique de Référence $(mg/kg.j)^{-1}$	Calcul de l'Excès de Risque Individuel (ERI) attribuable à l'activité de la carrière au bout de 25 ans d'exploitation (en considérant que les émissions moyennes annuelles de la phase considérée sont émises pendant 25 ans)		
		Phase 0-5 ans	Phase 10-15 ans	Phase 15-20 ans	DJE enfant (mg/kg/jour)	DJE adulte (mg/kg/jour)	DJE pondérée (mg/kg/j)		Phase 0-5 ans	Phase 10-15 ans	Phase 15-20 ans
Métaux	Plomb (Pb)	6,70E-07	3,43E-07	5,82E-07	1,70E-10	5,68E-11	3,57E-11		-	-	-
	Cadmium (Cd)	1,88E-09	9,75E-10	1,65E-09	3,91E-13	1,16E-13	7,71E-14		-	-	-
	Nickel (Ni)	8,62E-08	4,48E-08	7,57E-08	2,89E-13	9,18E-14	5,91E-14	9,10E-01	5,38E-14	2,79E-12	4,72E-12
	Chrome (Cr)	6,22E-07	3,23E-07	5,46E-07	2,12E-12	6,32E-13	4,19E-13		-	-	-
	ChromeVI (CrVI)							4,20E-01	1,76E-13	9,14E-12	1,54E-11
	Zinc (Zn)	3,00E-05	1,55E-05	2,62E-05	1,53E-08	5,37E-09	3,29E-09		-	-	-
	Aluminium (Al)	1,44E+00	2,92E+00	3,05E+00	1,98E-04	4,54E-05	3,47E-05		-	-	-
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	Naphtalène	5,13E-07	2,56E-07	4,15E-07	6,71E-10	2,38E-10	1,45E-10	1,20E-01	1,74E-11	8,69E-12	1,41E-11
	Benzo(a)Pyrène	8,15E-09	4,08E-09	6,62E-09	1,32E-11	4,61E-12	2,84E-12	2,00E-01	5,67E-13	2,85E-13	4,64E-13
Excès de Risque Individuel Total pour l'exposition par ingestion									**1,82E-11**	**2,09E-11**	**3,47E-11**

* : A défaut de VTR pour le chrome total, la totalité du chrome a été assimilé de façon pénalisante au chrome VI.

⇨ **L'Excès de Risque Individuel total pour l'exposition des cibles potentiellement les plus exposées par ingestion attribuable aux émissions de la carrière en projet est inférieur à 10^{-5} : les recommandations des autorités sanitaires sont respectées.**

6.5 DISCUSSION DES INCERTITUDES

Cette étude comporte des incertitudes :

- d'une part les incertitudes liées à la quantification des émissions,
- d'autre part les incertitudes liées à la mise en œuvre du modèle de dispersion atmosphérique (voir ci-après).

6.5.1 Incertitudes liées à la quantification des émissions

La quantification des émissions est basées sur :

- Des hypothèses liées à l'exploitation du site : volumes et type de matériaux, emplacement des stockages, phasage, …

- Des facteurs disponibles dans la bibliographie reconnue : les facteurs d'émission sont donnés pour des typologies de matériaux (et pas nécessairement exactement pour les matériaux du site), un taux d'humidité, …) ou des types d'engins (certains n'étant pas encore acheté par Ciments Calcia : prévision d'achat).

Les hypothèses majorantes ont été préférentiellement retenues (par exemple, dans le choix des facteurs d'émission par types de matériaux).

De plus, certaines mesures prévues par Ciments Calcia vont conduire à limiter les émissions de poussière (PM10, PM2,5 et silice cristalline), mais aussi de tous les polluants particulaires susceptibles d'être émis (tels que les métaux émis par les gaz d'échappement des engins et des explosifs) à l'extérieur du site.
Il s'agit en particulier des mesures suivantes :

- Le maintien de l'arrosage des pistes par temps sec ;
- Les merlons qui font office d'écran physique ;
- La végétalisation des stockages de matériaux et des merlons périphériques qui permettent de limiter les envols de poussières liés au vent et font également office d'écran (écran végétal).

Cependant, il n'est pas envisageable de quantifier les effets bénéfiques de telles mesures et donc de les intégrer à la présente étude.

6.5.2 Incertitudes liées au modèle

Les incertitudes liées à la mise en œuvre des modèles (modèle CALMET de calcul des champs de vents en 3D et modèle de dispersion ARIA Impact) proviennent :

- des hypothèses concernant les données d'entrée du modèle,
- du modèle lui-même.

Les hypothèses d'entrée du modèle sont :

- le choix de la station météorologique la plus représentative, mais pas implantée exactement sur le site,
- les discontinuités des directions de vent (+/- 10°),
- l'utilisation d'une table de contingence nébulosité x vitesse de vent pour déterminer des classes de stabilité discontinues.

Les principales incertitudes du modèle sont :

- Le manque de données concernant le profil du vent (non liée au modèle mais à sa mise en œuvre) : dans la plupart des cas, il est nécessaire de reconstituer un profil à partir de la station sol la plus pertinente.
- Le modèle à bouffées ne permet pas de prendre en compte les cisaillements verticaux du vent (on transporte le centre de la bouffée avec le vent au niveau du centre de la bouffée, si à 50 m au-dessus ou en-dessous le vent est dans une autre direction, on ne peut pas le prendre en compte). Ce phénomène est plus important quand on s'intéresse à des cas particuliers mais a moins d'impact pour les concentrations en moyenne annuelle. Le prendre en compte correctement suppose de toute façon d'avoir une mesure du profil vertical du vent que nous n'avons pas prise en compte pour le cas étudié.
- Pas de possibilité de modéliser les variations liées à la turbulence de micro-échelle : le modèle fournit une concentration moyenne sur la maille de calcul.

Rappelons cependant que les modèles utilisés ont été validés sur la base des principales campagnes internationales de validation de modèles de dispersion. Ils sont largement utilisés partout dans le monde et souvent utilisés comme modèles de référence.

CALMET est un modèle 3D préconisé pour les études d'impact de la pollution atmosphérique par l'US-EPA.

ARIA Impact répond au cahier des charges de l'US-EPA et est cité dans le Guide INERIS 2013.

6.6 CONCLUSION DE L'EVALUATION PROSPECTIVE DES RISQUES SANITAIRES

Nous avons considéré les populations présentes dans la zone des concentrations maximales modélisées : les riverains situés en limite de propriété Ouest (repère H5 sur les cartes), les riverains situés à près de 600 m à l'Est des limites de propriété du projet (repère H6) et les riverains habitant à près de 300 m au Nord-Est des limites de propriété du projet (repère H7).
Pour ces cibles les plus exposées, les conclusions de l'évaluation prospective des risques sanitaires sont les suivantes :

- Les objectifs de qualité de l'air et valeurs limites pour la protection de la santé humaine pour les particules (PM10 et PM2,5), les oxydes d'azote (assimilés au NO_2), le dioxyde de soufre (SO_2) et le monoxyde de carbone (CO) sont respectées.

- L'Indice de Risque total, pour l'organe cible le plus exposé, pour l'exposition par inhalation et par ingestion attribuable aux émissions liées à l'activité de la carrière dans le cadre du projet de Brueil-en-Vexin (y compris phase initiale) est inférieur à 1 : les recommandations des autorités sanitaires pour les effets à seuil sont respectées.

- L'Excès de Risque Individuel total pour l'exposition par inhalation et par ingestion attribuable aux émissions liées à l'activité de la carrière dans le cadre du projet de Brueil-en-Vexin (y compris phase initiale) est inférieur à 10^{-5} : les recommandations des autorités sanitaires pour les effets sans seuil sont respectées.

⇨ **Nous pouvons conclure que les émissions attendues attribuables à l'activité de la carrière dans le cadre du projet de Brueil-en-Vexin (y compris phase initiale avec la phase chantier) permettent de respecter les recommandations des autorités sanitaires.**

7 SYNTHESE DE L'ETUDE

7.1 RAPPEL DU CONTEXTE

Ciments Calcia exploite pour sa cimenterie de Gargenville (78) une carrière de calcaire cimentier située sur le territoire de la commune de Guitrancourt. Les réserves en calcaire de cette carrière arrivant à expiration en 2018 au rythme actuel de l'exploitation, Ciments Calcia envisage l'ouverture et l'exploitation d'une nouvelle carrière de calcaire cimentier à Brueil-en-Vexin, sur une zone proche à la carrière actuelle.
Ciments Calcia souhaite déposer un dossier de demande d'autorisation d'exploiter au titre de la réglementation Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) relevant du Code de l'Environnement.

Dans ce cadre, Bureau Veritas a en charge d'assister Ciments Calcia à élaborer l'évaluation prospective des risques sanitaires générés par les émissions de poussières (poussières en tant qu'agent physique : PM10 et PM2,5 ; mais aussi la silice cristalline), des gaz des combustions émis par les moteurs des engins et des gaz générés par les tirs de mine.
Pour cela, les situations étudiées sont les suivantes :

- La phase initiale (0 – 5 ans).

- Les phases suivantes d'exploitation de la future carrière : phases 5-10 ans, phase 10-15 ans, phase 15-20 ans et phase 20-25 ans.

Les phases les plus pénalisantes en termes de quantité de polluants émis (principalement des poussières), mais aussi compte tenu de la proximité des populations riveraines au regard de ces sources d'émission et des vents, sont retenues pour mener l'évaluation prospective du risque sanitaire de la carrière de Gruitrancourt et du projet d'extension de Brueil-en-Vexin.

7.2 METHODOLOGIE ET CONTENU DE L'ETUDE

La méthodologie suivie dans cette étude se réfère :

- Au guide méthodologique de l'INERIS « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » (Août 2013).
- Au « Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact », document publié par l'Institut national de Veille Sanitaire (février 2000).
- A l'observatoire des pratiques de l'évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact – Ministère de la Santé.

Les outils de modélisation utilisés correspondent aux recommandations de l'US-EPA et de l'INERIS pour l'étude d'impact sanitaire des rejets atmosphériques des sources fixes.

Remarque : Cette étude a été réalisée avec les connaissances actuelles. La méthode et les outils utilisés sont ceux connus et validés à la date de rédaction du rapport.

L'Evaluation des Risques Sanitaires est menée en 4 étapes :

1) Evaluation des émissions liées à l'activité ;

2) Evaluation des enjeux et des voies d'exposition ;

3) Interprétation de l'état des milieux ;

4) Evaluation prospective des risques sanitaires.

7.3 SYNTHESE DE L'INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX

Afin d'évaluer l'influence attendue des émissions atmosphériques des sites industriels de la zone de Porcheville sur la qualité de l'air au niveau du projet, nous avons considérés :

- La carte des concentrations moyennes annuelles modélisées pour les poussières PM2,5 et PM10 : extrait de la présentation au Comité de pilotage du 19 décembre 2013 à Mantes-la-Jolie de l'*Etude de zone en vallée de Seine – Modélisation de la dispersion atmosphérique – SPI - ARIA TECHNOLOGIES - 2013.*
- La carte des concentrations moyennes annuelles modélisées pour les PM10 : extrait du rapport *Plan de surveillance mutualisé - Etude de dispersion des polluants particulaires émis par les sites industriels de la zone de Porcheville - Site de Ciments CALCIA – ARIA TECHNOLOGIES – 2013.*

⇨ L'influence des émissions atmosphériques de l'activité industrielle sur la zone de Porcheville au niveau des carrières Ciments Calcia est relativement faible (limite de la zone d'influence).

Les données de qualité de l'air disponibles auprès du réseau de surveillance de la qualité de l'air dans la région Parisienne (Airparif) ont été consultées.

L'analyse de ces données, comparées aux valeurs de référence pour la santé humaine permet d'émettre les constats suivants :

⇨ Pour les PM10, les concentrations moyennes annuelles mesurée au niveau de la station de Frémainville (station la plus proche ayant une surveillance des PM10 : station de bruit de fond régional) respectent l'objectif de qualité de l'air qui est de 30 µg/m^3 (et donc la valeur limite pour la protection de la santé humaine qui est de 40 µg/m^3) avec une concentration de l'ordre de 19 µg/m^3 pour 2013 et de 17 µg/m^3 pour 2014. De même, le nombre de dépassement du seuil de 50 µg/m^3 respecte les 35 dépassements autorisés.
Airparif réalise une modélisation régionale chaque année. Pour l'année 2014 (année la plus récente disponible), la carte pour les communes de Guitrancourt et de Brueil-en-Vexin présente une concentration atmosphérique de l'ordre de 20 µg/m^3 au niveau du projet de carrière (carrière et convoyeur).
Notons que l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) donne une Ligne Directrice relative à la qualité de l'air de 20 µg/m^3 pour les PM10 : **le milieu air du secteur d'étude est donc considéré comme sensible au regard des particules.**
Ciments Calcia apportera donc une attention particulière aux mesures permettant de limiter les émissions de poussières liées au projet et en particulier :
- **Le maintien de l'arrosage des pistes par temps sec ;**
- **Les merlons qui font office d'écran physique ;**
- **La végétalisation des stockages de matériaux et des merlons périphériques qui permettent de limiter les envols de poussières liés au vent et font également office d'écran** (écran végétal).

Ces mesures permettent de limiter les émissions de poussières (PM10, PM2,5, silice cristalline), **mais aussi de tout autres polluants particulaires** (tels que les métaux issus des gaz d'échappement des véhicules et des explosifs) **en dehors du site.**
Notons que les effets bénéfiques de telles mesures ne peuvent être quantifiés : il n'en sera donc pas tenu compte dans la présente étude.

⇨ Pour le dioxyde d'azote (NO_2) surveillés à la station de Mantes-la-Jolie, les valeurs mesurées en moyenne annuelle respectent les valeurs de références pour la santé humaine.

7.4 SYNTHESE DE L'EVALUATION PROSPECTIVE DES RISQUES SANITAIRES

Nous avons considéré les populations présentes dans la zone des concentrations maximales modélisées : les riverains situés en limite de propriété Ouest (repère H5 sur les cartes), les riverains situés à près de 600 m à l'Est des limites de propriété du projet (repère H6) et les riverains habitant à près de 300 m au Nord-Est des limites de propriété du projet (repère H7).
Pour ces cibles les plus exposées, les conclusions de l'évaluation prospective des risques sanitaires sont les suivantes :

- Les objectifs de qualité de l'air et valeurs limites pour la protection de la santé humaine pour les particules (PM10 et PM2,5), les oxydes d'azote (assimilés au NO_2), le dioxyde de soufre (SO_2) et le monoxyde de carbone (CO) sont respectées.

- L'Indice de Risque total, pour l'organe cible le plus exposé, pour l'exposition par inhalation et par ingestion attribuable aux émissions liées à l'activité de la carrière dans le cadre du projet de Brueil-en-Vexin (y compris phase initiale) est inférieur à 1 : les recommandations des autorités sanitaires pour les effets à seuil sont respectées.

- L'Excès de Risque Individuel total pour l'exposition par inhalation et par ingestion attribuable aux émissions liées à l'activité de la carrière dans le cadre du projet de Brueil-en-Vexin (y compris phase initiale) est inférieur à 10^{-5} : les recommandations des autorités sanitaires pour les effets sans seuil sont respectées.

⇨ **Nous pouvons conclure que les émissions attendues attribuables à l'activité de la carrière dans le cadre du projet de Brueil-en-Vexin (y compris phase initiale) permettent de respecter les recommandations des autorités sanitaires.**

8 ANNEXES

8.1 Annexe 1 - Choix des phases

Le choix des phases susceptibles d'être les plus pénalisantes en termes d'impact sur la santé des riverains s'appuie sur l'analyse des critères suivants :

- des quantités de matériaux extraits, transportés sur site,
- des distances parcourues par les engins sur le site,
- la localisation des zones de travail (stockages, extractions, …) – plan de phasage.

Ces données ont été fournies par Ciments Calcia.

- **Phase 0-5 ans :**

  - Chantier :

Activité	Matériau concerné	Tonnage (t)	Distance parcourue par pelle lors opération chargement (km)	Nbre de rotation dumpers articulés	Distance cumulée parcourue par dumpers (km)	Engin(s)	Durée de la phase (J)
Convoyeur T2 - décapage de la **terre végétale** et mise à stock en carrière	Terre Végétale	12 750	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	283	567	1 pelle moyenne, 2 dumpers articulés	8
Convoyeur T2 - Chargement et transport du calcaire supérieur pour la réalisation de la rampe	Calcaire supérieur	792 000	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	17 600	29 392	1 pelle lourde, 6 dumpers articulés, 2 bulls, 3 compacteurs	40
Convoyeur T2 - Terrassement et mise en remblais (avec traitement à la chaux)	Stérile	27 900	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	1 860	1 116	1 pelle, 2 dumpers articulés, 1 bull,1 épandeur, 1 malaxeur, 50 rotations de porteurs de liants, 1 compacteur	40
Convoyeur T2 - traitement au liant hydraulique sur 2,9 Km (40 cm d'épaisseur)	Stérile	10 080	Le matériau reste sur place			1 bull,1 épandeur, 1 malaxeur, 15 rotations de porteurs de liants, 1 compacteur	4
Convoyeur T2 - réalisation de la tranchée couverte	Stérile	13 500	Utilisation d'une pelle (rotation bras uniquement)	Pas de chargement de camion , la terre est mise à côté de la tranchée		1 dumper articulé pour le transport des cadres préfabriqués, 1 pelle moyenne pour manutention	20
Convoyeur T1 - décapage de la **terre végétale** et création de merlons provisoires	Terre Végétale	9 000	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	200	120	2 pelle moyennes, 2 dumpers articulés	5
Convoyeur T1 - terrassement en déblais et mise à stock	Stérile	9 000	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	200	120	1 pelle moyenne, 2 dumpers articulés	5

Activité	Matériau concerné	Tonnage (t)	Distance parcourue par pelle lors opération chargement (km)	Nbre de rotation dumpers articulés	Distance cumulée parcourue par dumpers (km)	Engin(s)	Durée de la phase (J)
Convoyeur T1 - terrassement et mise en remblais avec traitement à la chaux	Stérile	3 600	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	80	48	1 pelle, 2 dumpers articulés, 1 bull,1 épandeur, 1 malaxeur, 50 rotations de porteurs de liants, 1 compacteur	3
Convoyeur T1 - Traitement au liant hydraulique sur le linéaire de piste (40 cm d'épaisseur)	Stérile	4 320	Le matériau reste sur place			1 bull,1 épandeur, 1 malaxeur, 7 rotations de porteurs de liants, 1 compacteur	3
Convoyeur T3 - décapage de la **terre végétale** et création de merlons provisoires	Terre Végétale	7 500	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	167	100	1 pelle moyenne, 2 dumpers articulés	5
Convoyeur T3 - terrassement en déblais et mise à stock	Stérile	9 000	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	200	120	1 pelle moyenne, 2 dumpers articulés	5
Convoyeur T3 - terrassement et mise en remblais avec traitement à la chaux	Stérile	9 000	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	200	120	1 pelle, 2 dumpers articulés, 1 bull,1 épandeur, 1 malaxeur, 50 rotations de porteurs de liants, 1 compacteur	5
Convoyeur T3 - Traitement au liant hydraulique sur le linéaire de piste (40 cm d'épaisseur)	Stérile	3 600	Le matériau reste sur place			1 bull,1 épandeur, 1 malaxeur, 6 rotations de porteurs de liants, 1 compacteur	2
Aménagement voie provisoire - terrassement et déblais et mise en remblais des terres	Stérile	1 350	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	30	18	1 pelle moyenne, 2 dumpers articulés, 1 bull, 1 compacteur	1
Aménagement voie provisoire - traitement sol sur 40 cm (linéaire : 290 m)	Stérile	1 044	Le matériau reste sur place			1 bull,1 épandeur, 1 malaxeur, 2 rotations porteurs de liants, 1 compacteur	1
Aménagement voie provisoire - mise en place enrobé (linéaire : 290 m)	Enrobé					2 rotations de porteurs, 1 compacteur bi-rouleau, 1 finisher	1
Aménagement voie provisoire - démolition de la voie provisoire (linéaire : 290 m), enlèvement enrobé	Enrobé					1 pelle, 1 raboteuse, 2 rotations bennes TP	1

Activité	Matériau concerné	Tonnage (t)	Distance parcourue par pelle lors opération chargement (km)	Nbre de rotation dumpers articulés	Distance cumulée parcourue par dumpers (km)	Engin(s)	Durée de la phase (J)
Construction nouvelle voie communale - mise en place grave ciment (linéaire : 80 m)	Grave ciment					2 rotations porteur, 1 nivelleuse, 1 compacteur	2
Construction nouvelle voie communale - mise en place enrobé (linéaire : 80 m)	Enrobé					2 rotations de porteur, 1 compacteur bi-rouleau, 1 finisher	2
Préparation plateforme atelier, décapage terre végétale (1ha)	Terre Végétale	30 000	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	667	1 533	1 pelle moyenne, 6 dumpers, 1 bull	15
Préparation fosse concasseur, décapage terre végétale (0,5 ha) sur 1,5 m	Terre Végétale	11 250	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	250	130	1 pelle lourde, 6 dumpers, 1 bull pour mise en place	30
Préparation fosse concasseur, enlèvement stérile (0,5 ha) sur 8,5 m	Stérile	77 400	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	1 720	894	1 pelle lourde, 6 dumpers, 1 bull pour mise en place	30

- Exploitation Guitrancourt :

Activité	Tonnage annuel (t)	Distance cumulée parcourue par chargeuse lors opération chargement (km/an)	Nbre de rotation dumpers rigides / an	Distance cumulée parcourue par dumpers (km/an)
Chargement calcaire cimentier	350 000	618		
Transport calcaire cimentier	350 000		7 000	18 200
Chargement et transport schistes jusqu'au concasseur par chargeuse	4 600	130		

CONCASSAGE	t/an
Calcaire	350 000
Calcaire pour ajout ciments	0
Schistes pour cru	4 600
Total matériaux transitant dans installation concassage en carrière de Guitrancourt	354 600

- Réaménagement Guitrancourt :

Activité	Tonnage (t)	Distance parcourue par pelle lors opération chargement (km)	Nbre de rotation camions	Distance cumulée parcourue par dumpers (km)	Trajet
Transport, déchargement et mise en place des matériaux extérieurs utilisés pour le réaménagement de Guitrancourt	4 500 000		150 000	652 500	Plan Guitrancourt - de F à G

- Exploitation Brueil-en-Vexin :

Activité	Matériau concerné par activité	Tonnage (t)	Distance parcourue par le chargeur lors de l'opération chargement (km)	Nbre de rotation de dumpers	Distance parcourue par dumpers (km)	Matériel chargement	Matériel transport	Matériel pour mise en place
Chargement et transport du stérile vers le stockage N	**S**térile	693 000	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	15 400	36 960	2 pelles lourdes	8 dumpers articulés	1 bull
Chargement et transport de la terre végétale vers le stockage N	**T**erre **V**égétale	472 500	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	10 500	13 230	2 pelles moyennes	8 dumpers articulés	1 bull
Chargement et transport du stérile vers le convoyeur pour exportation à Guitrancourt	S	368 325	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	21 666	51 999	2 pelles lourdes	8 dumpers articulés	1 bull
Chargement et transport de la terre végétale vers le convoyeur pour exportation à Guitrancourt	TV	227 325	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	13 372	16 849	2 pelles moyennes	8 dumpers articulés	1 bull
Chargement et transport de la terre végétale vers les merlons et mise en place	TV	150 000	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	3 333	3 133	2 pelles moyennes	8 dumpers articulés	2 pelles moyennes
Chargement et transport du stérile vers la zone en réaménagement	S	2 160 000	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	48 000	19 200	2 pelles lourdes	8 dumpers articulés	1 bull
Chargement et transport du calcaire cimentier vers le concasseur, expédition vers l'usine par le convoyeur	**C**alcaire cimentier	2 120 000	4 240	37 857	98 429	1 chargeuse	3 dumpers rigides	-
Transport calcaire cimentier vers usine via convoyeur	C						Convoyeur	

CONCASSEUR (fonctionnement équivalent à 3 années sur la période 0-5 ans)	t/an	Remarques
Calcaire	700 000	
Calcaire pour ajout ciments	0	compris dans le calcaire total
Schistes pour cru	0	introduit à l'usine
Total matériaux transitant dans installation concassage en carrière de Brueil-en-Vexin	700 000	soit le nominal

- **Phase 5-10 ans (Breuil) :**

Activité	Matériau concerné par activité	Tonnage (t)	Distance parcourue par le chargeur lors de l'opération chargement (km)	Nbre de rotation de dumpers	Distance parcourue par dumpers (km)	Matériel chargement	Matériel transport	Matériel pour mise en place
Chargement et transport du stérile vers la zone en réaménagement	S	4 838 288	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	107 518	64 511	2 pelles lourdes	8 dumpers articulés	1 bull
Chargement et transport de la terre végétale vers la zone en réaménagement	TV	188 370	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	4 186	4 186	2 pelles moyennes	8 dumpers articulés	1 bull
Chargement et transport du calcaire cimentier vers le concasseur, expédition vers l'usine par le convoyeur	C	3 520 000	7 040	62 857	125 714	1 chargeuse	3 dumpers rigides	-
Transport calcaire cimentier vers usine via convoyeur	C						Convoyeur	

CONCASSEUR	t/an	Remarques
Calcaire	700 000	
Calcaire pour ajout ciments	0	compris dans le calcaire total
Schistes pour cru	0	introduit à l'usine
Total matériaux transitant dans installation concassage en carrière de Brueil-en-Vexin	700 000	soit le nominal

- **Phase 10-15 ans (Breuil) :**

Activité	Matériau concerné	Tonnage (t)	Distance parcourue par le chargeur lors de l'opération chargement (km)	Nbre de rotation de dumpers	Distance parcourue par dumpers (km)	Matériel chargement	Matériel transport	Matériel pour mise en place
Chargement et transport de la terre végétale du stockage N vers la zone en réaménagement	TV	22 500	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	500	950	2 pelles moyennes	8 dumpers articulés	1 bull
Chargement et transport de la terre végétale de la zone en découverture vers la zone en réaménagement	TV	229 478	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	5 100	4 284	2 pelles moyennes	8 dumpers articulés	1 bull
Chargement et transport du stérile du stockage N vers la zone en réaménagement	S	81 000	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	1 800	3 240	2 pelles lourdes	8 dumpers articulés	1 bull
Chargement et transport du stérile de la zone en découverture vers la zone en réaménagement	S	5 656 950	Pelle fixe pendant chargement (rotation bras uniquement)	125 710	87 997	2 pelles lourdes	8 dumpers articulés	1 bull
Chargement et transport du calcaire cimentier vers le concasseur, expédition vers l'usine par le convoyeur	C	3 480 000	6 960	62 143	142 929	1 chargeuse	3 dumpers rigides	-
Transport calcaire cimentier vers usine via convoyeur	C						Convoyeur	

CONCASSEUR	t/an	Remarques
Calcaire	700 000	
Calcaire pour ajout ciments	0	compris dans le calcaire total
Schistes pour cru	0	introduit à l'usine
Total matériaux transitant dans installation concassage en carrière de Brueil-en-Vexin	700 000	soit le nominal

- **Phase 15-20 ans (Breuil) :**

Activité	Matériau concerné	Tonnage (t)	Distance parcourue par le chargeur lors de l'opération chargement (km)	Nbre de rotation de dumpers	Distance parcourue par dumpers (km)	Matériel chargement	Matériel transport	Matériel pour mise en place
Chargement et transport du stérile du stockage N vers la zone en réaménagement	S	612 000	Pelle statique lors du chargement	13 600	35 360	2 pelles lourdes	8 dumpers articulés	1 bull
Chargement et transport de la terre végétale du stockage N vers le stock temporaire 120 000 m3	TV	180 000	Pelle statique lors du chargement	12 000	22 800	2 pelles moyennes	8 dumpers articulés	1 bull
Chargement et transport de la terre végétale de la zone en découverte sur les stockages temporaires (18 000 et 41 000 m3)	TV	88 500	Pelle statique lors du chargement	1 967	2 360	2 pelles moyennes	8 dumpers articulés	1 bull
Chargement et transport de la terre végétale de la zone en découverture vers la zone en réaménagement	TV	83 910	Pelle statique lors du chargement	1 865	2 909	2 pelles moyennes	8 dumpers articulés	1 bull
Chargement et transport du stérile de la zone en découverture vers la zone en réaménagement	S	6 260 625	Pelle statique lors du chargement	139 125	194 775	2 pelles lourdes	8 dumpers articulés	1 bull
Chargement et transport du calcaire cimentier vers le concasseur, expédition vers l'usine par le convoyeur	C	3 490 000	6 980	62 321	49 857	1 chargeuse	3 dumpers rigides	-
Transport calcaire cimentier vers usine via convoyeur	C							

CONCASSEUR	t/an	Remarques
Calcaire	700 000	
Calcaire pour ajout ciments	0	compris dans le calcaire total
Schistes pour cru	0	introduit à l'usine
Total matériaux transitant dans installation concassage en carrière de Brueil-en-Vexin	700 000	soit le nominal

- **Phase 20-25 ans :**

Activité	Matériau concerné	Tonnage (t)	Distance parcourue par le chargeur lors de l'opération chargement (km)	Nbre de rotation de dumpers	Distance parcourue par dumpers (km)	Matériel chargement	Matériel transport	Matériel pour mise en place
Chargement et transport de la terre végétale du stockage N vers la zone en réaménagement	TV	139 500	Pelle statique lors du chargement	3 100	6 820	2 pelles moyennes	8 dumpers articulés	1 bull
Chargement et transport de la terre végétale du stockage N vers le stockage T2	TV	121 500	Pelle statique lors du chargement	2 700	5 076	2 pelles moyennes	8 dumpers articulés	1 bull
Chargement et transport de la terre végétale de la zone en découverture vers le stock T2	TV	21 000	Pelle statique lors du chargement	467	877	2 pelles moyennes	8 dumpers articulés	1 bull
Chargement et transport de la terre végétale de la zone en découverture vers le stock T3	TV	81 000	Pelle statique lors du chargement	1 800	2 268	2 pelles moyennes	8 dumpers articulés	1 bull
Chargement et transport du stérile de la zone de découverte vers le stockage W	S	1 980 000	Pelle statique lors du chargement	44 000	26 400	2 pelles lourdes	8 dumpers articulés	1 bull
Chargement et transport du stérile de la zone de découverture vers la zone en réaménagement	S	3 816 225	Pelle statique lors du chargement	84 805	67 844	2 pelles lourdes	8 dumpers articulés	1 bull
Chargement et transport du calcaire cimentier vers le concasseur, expédition vers l'usine par le convoyeur	C	3 520 000	7 040	62 857	65 371	1 chargeuse	3 dumpers rigides	-
Transport calcaire cimentier vers usine via convoyeur	C							

CONCASSEUR	t/an	Remarques
Calcaire	700 000	
Calcaire pour ajout ciments	0	compris dans le calcaire total
Schistes pour cru	0	introduit à l'usine
Total matériaux transitant dans installation concassage en carrière de Brueil-en-Vexin	700 000	soit le nominal

⇨ **Ainsi nous avons retenu les phases suivantes :**

- Phases 0-5 ans : émissions potentiellement les plus élevées sur Guitrancourt.
- Phases 10-15 ans et phases 15-20 ans où les quantités de matériaux extraits sur Brueil-en-Vexin sont maximales.

8.2 Annexe 2 - Données retenues pour la quantification des particules liées à l'activité de la carrière

Les données spécifiques au site sont données pour la phase 0-5 ans sur Brueil-en-Vexin à titre d'exemple.

8.2.1 Minage

La quantité de particules émises lors des opérations de minage a été estimée sur la base :

- Des facteurs d'émission issus de la bibliographie : *Mojave Desert Air Quality Management District - Antelope Valley Air Pollution Control District - Emissions Inventory Guidance - Mineral Handling and Processing Industries, 2000*.
- De la surface de matériaux abattue par tir.
- Du nombre de tirs annuel prévus.

Feuille de calcul pour évaluer les émissions de poussières liées aux opérations de minage :

Paramètres	Unité	TSP (< 30 µm)	< 10 µm	< 2,5 µm	Référence bibliographique
k : Particulate mater size factor	unitless	1	0,52	0,52	Mojave Desert Air Quality Management District - Antelope Valley Air Pollution Control District - Emissions Inventory Guidance - Mineral Handling and Processing Industries, 2000

Données spécifiques au site	Unité	Données du site	Unité	Données du site
Surface de la zone horizontale abattue par le tir de mine	m2	850	ft2	9149
Quantité de matériaux abattue par tir de mine	tonnes/tir	28000	tonnes/tir	28000
Nombre de tirs / an	nombre/an	15	nombre/an	23
Quantité totale de matériaux abattue par tir de mine annuellement	tonnes/an	420000	tonnes/an	644000

8.2.2 Procédé de traitement : concassage

Les émissions du concassage sont estimées sur la base :

- Des facteurs d'émission publiés dans la section 11.19.2, au tableau 11.19.2-1 de la publication *U.S. EPA Fifth Edition, Volume I Chapter 11, Mineral Products Industry, section 11.19.2, Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing.*
- De la quantité totale annuelle de chaque type de matériaux concassés (calcaire, schiste cru).

Feuille de calcul pour évaluer les émissions de poussières liées au concassage :

Source d'émission		FE des TPM (kg/tonne)	FE des PM_{10}(kg/tonne)	FE des $PM_{2,5}$(kg/tonne)
Concassage primaire (3-05-020-01) Concassage secondaire** (3-05-020-02) Concassage tertiaire (3-05-020-03)**	Non contrôlée*	0,0027	0,0012	0,0006 ***
	Contrôlée*	0,0006	0,00027	0,00005
Concassage fin (3-05-020-05)	Non contrôlée*	0,0195	0,0075	ND
	Contrôlée*	0,0015	0,0006	0,000035

Substance	Emission Factor (EF)	EF Units	Throughput from Input Tab	Units	Total Release
TPM - Non contrôlées	0,0027	kg/tonne	420000	tonnes	2,093 Tonnes
TPM - Contrôlées*	0,0006	kg/tonne	0	tonnes	0,000 Tonnes
PM10 - Non contrôlées	0,0012	kg/tonne	420000	tonnes	0,930 Tonnes
PM10 - Contrôlées*	0,00027	kg/tonne	0	tonnes	0,000 Tonnes
PM2.5 - Non contrôlées	0,0006	kg/tonne	420000	tonnes	0,465 Tonnes
PM2.5 - Contrôlées*	0,00005	kg/tonne	0	tonnes	0,000 Tonnes

* La méthode de suppression par voie humide est utilisée pour la source d'émission contrôlée. Teneur en humidité contrôlée (0,21 % à 1,3 %) et teneur en humidité non contrôlée (0,55 % à 2,88 %).
** La section révisée de l'AP-42 n'indique aucun facteur d'émission pour le concassage primaire et secondaire de la pierre. Toutefois, les facteurs d'émission du concassage tertiaire peuvent être utilisés comme limite supérieure du concassage primaire et secondaire (Source : Document d'information, p. 14, U.S. EPA Fifth Edition, Volume I Chapter 11, section 11.19.2, Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing, tableau 11.19-2-1).
*** The development of methodology, activity data and emission factors for estimating fugitive particulates from the aggregate mining and rock quarrying sector – Final Report. Remis à Environnement Canada par : AMEC Earth & Environmental, une division de AMEC Americas Limited, 505 Woodward Avenue, Unité 1, Hamilton (Ontario), L8H 6N6, 31 mai 2007, TB71005 (rapport interne d'Environnement Canada).
*** Document d'information, pp.14-17, U.S. EPA Fifth Edition, Volume I Chapter 11, section 11.19.2, Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing, figure 2 et figure 5.

8.2.3 Opérations de manutention des matériaux

La quantité de particules émises lors des opérations de manutention des matériaux a été estimée sur la base :

- Des facteurs d'émission issus de la bibliographie : *§ 13.2.4 Aggregate Handling and Storage Piles, AP42 - US EPA, Novembre 2006.*
- De l'estimation des quantités de bruts de minage, de gravillons, de sables, de primaire et O/D qui seront manutentionnées annuellement (y compris en prenant en compte que le même matériau peut être manutentionné plusieurs fois).
- De l'humidité moyenne des matériaux.
- De la vitesse moyenne du vent.

Feuille de calcul pour évaluer les émissions de poussières liées à la manutention des matériaux :

		Chantier Brueil-en-Vexin (réalisé sur qques jours, à lisser sur les 0-5 ans)			Brueil-en-Vexin (0-5 ans)								
Paramètres	**Unité**	**Terre végétale**	**Terre végétale**	**Stérile**	**Stérile**	**Terre végétale**	**Stérile**	**Terre végétale**	**Terre végétale**	**Terre végétale**	**Terre végétale**	**Stérile**	**Calcaire cimentier**
Silt Content value	%	4	4	6	6	4	6	4	4	4	4	6	0
Moisture Content value	%	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Silice cristalline	%	1	1	4	4	1	4	1	1	1	1	4	2
Mean Wind Speed	m/s	3,29	3,29	3,29	3,29	3,29	3,29	3,29	3,29	3,29	3,29	3,29	3,29

Calcul du facteur d'émission E pour les émissions de particules liées à la manutention des matériaux

	Particules	**Unité**	**Terre végétale**	**Terre végétale**	**Stérile**	**Stérile**	**Terre végétale**	**Stérile**	**Terre végétale**	**Terre végétale**	**Terre végétale**	**Terre végétale**	**Stérile**	**Calcaire cimentier**
Calcul de E	**PM2.5**	kg/tonne	0,000010	0,000010	0,000010	0,000010	0,000010	0,000010	0,000010	0,000010	0,000010	0,000010	0,000010	0,000010
	PM10	kg/tonne	0,000069	0,000069	0,000069	0,000069	0,000069	0,000069	0,000069	0,000069	0,000069	0,000069	0,000069	0,000069

8.2.4 Circulation et manœuvre des engins et camions

La quantité de particules mise en suspension lors du passage de véhicules sur les voies a été estimée sur la base :

- Des facteurs d'émission issus de la bibliographie : *§ 13.2.2 Unpaved Roads, AP42 - US EPA, Novembre 2006.*
- Du poids des engins circulant sur le site (pelle, dumper, chargeuse).
- De l'estimation de la distance parcourue annuellement sur le site par ces engins.
- De l'estimation des caractéristiques des matériaux constituant les pistes.
- Feuille de calcul pour évaluer les émissions de poussières liées à la manutention des matériaux :

Feuille de calcul pour évaluer les émissions de poussières liées au passage des engins sur les voiries :

Données issues de l'AP42 pour les voiries industrielles				
Paramètres	Unité	PM2,5	PM10	Référence bibliographique
Constant k	lb/VMT (vehicle mile traveled)	0,15	1,5	Table 13.2.2-2 Constants for Equations 1a and 1b
Constant a	unitless	0,9	0,9	
Constant b	unitless	0,45	0,45	

Paramètres	Chantier Brueil-en-Vexin (réalisé sur qques jours, à lisser sur les 0-5 ans)			Brueil-en-Vexin (0-5 ans)																				
	Préparation plate-forme atelier terre végétale	Préparation fosse concasseur terre végétale	Préparation fosse stérile	Chargement et transport stérile vers stockage N		Chargement et transport terre végétale vers stockage N		Chargement et transport de stérile vers convoyeur		Chargement et transport de terre végétale vers convoyeur		Chargement et transport terre végétale vers merlon M1		Chargement et transport terre végétale vers merlon M2		Chargement et transport terre végétale vers merlon M3		Mise en place merlon M1	Mise en place merlon M2	Mise en place merlon M3	Chargement et transport stérile vers réaménagement		Chargement et transport calcaire cimentier vers concasseur	
	Dumper plein	Dumper plein	Dumper plein	Dumper articulé vide	Dumper articulé plein	Dumper articulé vide	Dumper articulé plein	Dumper articulé vide	Dumper articulé plein	Dumper articulé vide	Dumper articulé plein	Dumper articulé vide	Dumper articulé plein	Dumper articulé vide	Dumper articulé plein	Dumper articulé vide	Dumper articulé plein	Pelle moyenne	Pelle moyenne	Pelle moyenne	Dumper articulé vide	Dumper articulé plein	Dumper rigide vide	Dumper rigide plein
Description du trajet	Trajet plein de atelier à X côté Brueil-en-Vexin	Trajet de concasseur à X coté Brueil-en-Vexin	Trajet de concasseur à X coté Brueil-en-Vexin	Trajet S - X	Trajet S - X	Trajet T - X	Trajet T - X	Trajet S - Co	Trajet S - Co	Trajet T - Co	Trajet T - Co	Trajet T-M1	Trajet T-M1	Trajet T-M2	Trajet T-M2	Trajet T-M3	Trajet T-M3	M1	M2	M3	Trajet S - R	Trajet S - R	Trajet C - Co	Trajet C - Co
Type de voie	Stone quarrying and processing-Plant road																							
Silt range	2.4 - 16	2.4 - 16	2.4 - 16	2.4 - 16	2.4 - 16	2.4 - 16	2.4 - 16	2.4 - 16	2.4 - 16	2.4 - 16	2.4 - 16	2.4 - 16	2.4 - 16	2.4 - 16	2.4 - 16	2.4 - 16	2.4 - 16	2.4 - 16	2.4 - 16	2.4 - 16	2.4 - 16	2.4 - 16	2.4 - 16	2.4 - 16
Surface Silt content	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Poids moyen véhicule (tonnes)	79	79	79	34	79	34	79	34	79	34	79	34	79	34	79	34	79	48	48	48	34	79	50	106

	Particules	Unité																								
Calcul de E			Dumper plein	Dumper plein	Dumper plein	Dumper articulé vide	Dumper articulé plein	Dumper articulé vide	Dumper articulé plein	Dumper articulé vide	Dumper articulé plein	Dumper articulé vide	Dumper articulé plein	Dumper articulé vide	Dumper articulé plein	Dumper articulé vide	Dumper articulé plein	Dumper articulé vide	Dumper articulé plein	Pelle moyenne	Pelle moyenne	Pelle moyenne	Dumper articulé vide	Dumper articulé plein	Dumper rigide vide	Dumper rigide plein
	PM2,5	lb/VMT	0,847	0,847	0,847	0,579	0,847	0,579	0,847	0,579	0,847	0,579	0,847	0,579	0,847	0,579	0,847	0,579	0,847	0,677	0,677	0,677	0,579	0,847	0,689	0,967
	PM10	lb/VMT	8,468	8,468	8,468	5,794	8,468	5,794	8,468	5,794	8,468	5,794	8,468	5,794	8,468	5,794	8,468	5,794	8,468	6,767	6,767	6,767	5,794	8,468	6,892	9,665
	PM2,5	g/VKT (par véhicule et par km parcouru)	238,70	238,70	238,70	163,34	238,70	163,34	238,70	163,34	238,70	163,34	238,70	163,34	238,70	163,34	238,70	163,34	238,70	190,76	190,76	190,76	163,34	238,70	194,30	272,47
	PM10	g/VKT (par véhicule et par km parcouru)	2387,04	2387,04	2387,04	1633,40	2387,04	1633,40	2387,04	1633,40	2387,04	1633,40	2387,04	1633,40	2387,04	1633,40	2387,04	1633,40	2387,04	1907,59	1907,59	1907,59	1633,40	2387,04	1942,96	2724,67
Distance parcourue annuellement par les engins		km/an	306,60	26,00	178,80	3696,00	3696,00	1323,00	1323,00	5199,90	5199,90	1684,90	1684,90	104,43	104,43	104,43	104,43	104,43	104,43	0,60	0,56	0,72	1920,00	1920,00	9842,90	9842,90

8.2.5 Envol de particules des stockages

La quantité de particules mise en suspension par l'action du vent sur les tas de gravillon, de sable, de particules issues des opérations de forage, de primaire et O/D a été estimée sur la base :

- Des facteurs d'émission issus de la bibliographie : *§ 13.2.5 Industrial Wind Erosion - AP 42, US EPA 2006.*
- Du nombre, de la taille et de la morphologie des tas.
- De l'estimation des caractéristiques du substrat.
- Des données météorologiques horaires pour calculer heure par heure les quantités de particules réenvolées.

Ces données sont intégrées à un module de calcul.

8.3 Annexe 3 - Données retenues pour la quantification des gaz d'échappement des engins

Les émissions liées aux gaz d'échappement des engins sont quantifiées sur la base de la méthode COPERT4 qui a établi des facteurs d'émission en fonction soit de la puissance des engins, soit en fonction de leur poids, de leur performance (classe Euro) et par kilomètre parcouru.

Les données relatives aux caractéristiques des engins ont été fournies par Ciments Calcia, ainsi que les distances parcourues annuellement par chaque type d'engins et par itinéraire sur le site.

Les facteurs d'émission pour les paramètres « classiques » sont issus de COPERT4.
Ils ont été retenus en fonction du tonnage et de la technologie des engins.

Engin		Type	Poids vide / en ordre de marche (t)	Poids plein (t)	Technologie
Exploitation carrière	Dumper rigide	CAT 775 (Brueil-en-Vexin)	50	106	Euro IV
	Dumper rigide	CAT 773 (Guitrancourt)	39	89	Conventionnel
	Chargeuse (Brueil-en-Vexin)	CAT 990 (Brueil-en-Vexin)	82	97	Euro IV (commercialisé après 2006)
	Chargeuse (Guitrancourt)	CAT 992 (Guitrancourt)	85	102	conventionnel
Travaux de découverture et travaux de réalisation des d'infrastructure	Dumper articulé	Bell 50D	34	79	Euro III (commercialisé depuis 2003)
Travaux de terrassement et de découverture	Pelle lourde	Liebherr 976	85	95	conventionnel
Travaux de terrassement et de réaménagement	Pelle moyenne	Liebherr 946	43	48	Euro V
	Bull	CAT D6	13	-	Euro V
Travaux préparatoires à la construction du convoyeur, atelier voirie	Compacteur	Bomag BW 226	26	-	Euro IV
Atelier voirie	Compacteur bi-rouleaux (pour enrobé)	Bomag BW 154	8	-	Euro III

Les facteurs d'émission retenus pour quantifier les émissions de Composés Organiques Volatils (COV), d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) et de métaux sont récapitulés dans le tableau ci-après.

		Facteur d'émission COPERT4
% en poids de COVnm (Table 3-112a et Table 3-112b)	Benzène	0,07
	Toluène	0,69
	Ethylbenzène	0,29
	Xylène	0,61
	Acroléine	1,77
	Acétone	
	Formaldéhyde	8,4
	Acétaldéhyde	4,57
	1,3-butadiène	3,3
µg/km (Table 3-100)	Benzo(a)pyrène	0,9
	Naphtalène	56,66
µg/kg de fuel (Table 3-103)	Cadmium	0,1
	Chrome	30
	Nickel	8,8
	Zinc	1738
	Plomb	52,1

Les données retenues pour évaluer les émissions de dioxyde de soufre (SO_2) émis par les moteurs des engins sont également issues de COPERT4 :

Consommation de carburant (Table 3-14) en g/km	Gasoline	Diesel
Voitures (passenger cars)	70	60
Véhicules légers commerciaux (LCVs)	100	80
Véhicules lourds (HDVs)		240
Véhicules 2 roues	35	

Teneur en soufre dans le carburant (Table 3-13) en ppm	Gasoline	Diesel
Fuel 2009	40	8

8.4 Annexe 4 – Données pour évaluer l'exposition par ingestion

Les paramètres retenus pour la quantification des expositions par ingestion sont récapitulées ci-après.

Paramètres sol	
Profondeur sol (dm)	0,1
Densité sol sec (kg/dm3)	1,3
Volume sol considéré (dm3)	10
Masse de sol considéré (kg)	13

Durée	
Accumulation sol (ans)	30
Durée de calcul (ans)	70

Paramètres végétaux					
	tms	Rendement production Yp (kg/m²)	Fraction interceptée Rp	Effet weathering kp	Durée cultures Tp
Légumes racines	0,2	/	/	/	/
Légumes feuilles	0,086	0,246	0,215	18	0,164
Légumes fruits	0,063	10,52	0,996	18	0,164
Fruits	0,15	0,252	0,053	18	0,164
Herbe	0,2	0,24	0,5	18	0,12
Céréales	0,882	/	/	/	/

Facteur e bioconcentration mg/kg **frais** plante / mg/kg sol sec	sol/légume racine	sol/légume feuille	sol/légume fruit	sol/fruit	sol/herbe	sol/grain
Plomb (Pb)	1,80E-03	1,17E-03	8,57E-04	2,04E-03	9,00E-03	7,94E-03
Cadmium (Cd)	1,28E-02	1,08E-02	7,88E-03	1,88E-02	7,28E-02	5,47E-02
Nickel (Ni)	1,60E-03	8,01E-04	5,87E-04	1,40E-03	6,40E-03	5,29E-03
Chrome (Cr)	9,00E-04	4,20E-04	3,07E-04	7,32E-04	1,50E-03	3,97E-03
ChromeVI (CrVI)	9,00E-04	4,20E-04	3,07E-04	7,32E-04	1,50E-03	3,97E-03
Zinc (Zn)	1,80E-01	8,34E-03	6,11E-03	1,46E-02	5,00E-02	4,76E-02
Aluminium (Al)	-	-	-	-	-	-
Naphtalène	5,38E-02	4,12E-02	3,02E-02	7,19E-02	9,58E-02	4,22E-01
Benzo(a)Pyrène	1,21E-02	1,14E-03	8,32E-04	1,98E-03	2,64E-03	1,16E-02

Facteur de biotransfert air/plante m^3/kg de plante fraîche	air/feuille	air/légumes-fruits	air/fruits	air/fourrage-ensilage
Naphtalène	2,73E-02	2,00E-02	4,76E-02	6,35E-02
Benzo(a)Pyrène	2,63E+01	1,93E+01	4,58E+01	6,11E+01

BCF j/kg produits d'origine animale	Ba bœuf	Ba lait	Ba volaille	Ba œufs
Plomb (Pb)	3,00E-04	2,50E-04	1,20E+00	1,20E+00
Cadmium (Cd)	1,20E-04	6,50E-06	1,06E-01	2,50E-03
Nickel (Ni)	6,00E-03	1,00E-03	5,00E-03	4,00E-01
Chrome (Cr)	5,50E-03	1,50E-03	3,00E-02	3,00E-02
ChromeVI (CrVI)	5,50E-03	1,50E-03	3,00E-02	3,00E-02
Zinc (Zn)	9,00E-05	3,25E-05	8,75E-03	8,75E-03
Aluminium (Al)	-	-	-	-
Naphtalène	1,48E-02	3,13E-03	1,09E-02	6,25E-03
Benzo(a)Pyrène	3,76E-02	7,91E-03	2,77E-02	1,58E-02

Masse corporelle	
Enfant (kg)	17,2
Adulte (kg)	62,6

Fraction d'aliments provenant de la zone d'étude	
Produit consommé	Population agricole
sol	1
légumes	0,496
Viande	0,348
volaille	0,734
œufs	0,631
produits laitiers	0,187

Consommation de sol	
Enfants (mg/j)	91
Adultes (mg/j)	50
Nombre de jours d'exposition par an	365

Consommation de légumes et fruits						
	Légume racine	Légume feuille	Légume fruit	Légumes racine (hors pomme de terre)	Pomme de terre	Total
Consommation enfant (g/j)	65,04	20,87	130,71	17,45	47,59	65,04
Consommation adulte (g/j)	93,43	41,7	191,06	27,48	65,95	93,43
% d'autarcie population non agricole	23,86	26,38	13,08	24,33	23,67	23,86
% d'autarcie population agricole	74,24	70,73	32,96	68,4	76,68	74,24

Consommation par animal			
	Végétaux	Qté de végétaux consommée (kg /j)	Qté de sol ingéré (kg/j)
Bœuf	herbe	60	0,5
Vache laitière	herbe	80	0,64
Volailles	céréales	0,2	0,02

Consommation de produits d'origine animale							
	viande	volaille	produits laitiers	œuf	Bœuf-veau-cheval	mouton	porc
Consommation enfant (g/j)	75,33	26,58	386,93	16,43	28,76	14,89	31,68
Consommation adulte (g/j)	127,8	50,68	305,91	28,06	44,72	26,76	56,32
% d'autarcie population non agricole	3,51	16,39	2,14	16,86	2,8	4,36	3,66
% d'autarcie population agricole	34,75	73,43	18,73	63,11	36,49	43,46	29,23

Avec :

InVS (Institut de Veille Sanitaire) et INERIS - Guide pratique 2012 - Quantités de terre et poussières ingérées par un enfant de moins de 6 ans et bioaccessibilité des polluants - Etat des connaissances et propositions

Banque de données CIBLEX (convention ADEME - IRSN) - Données pour la population d'Ile de France

Human Health Risk Assessment Protocol for Hazardous Waste Combustion Facilities (HHRAP) - US-EPA, 2005

IRSN - Adaptation du modèle de transfert GT3-GRNC dans un écosystème agricole aux polluants inorganiques non radioactifs - Paramètres de transfert, 2001

Bonnard, 2003

INERIS : Etude d'évaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion (2003) et sa mise à jour (2004)

Par convention (INERIS, HHRAP et/ou Observatoire des pratiques de l'évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact)