"Un seul métier, L'environnement Atmosphérique"

Décembre 2018

SCE

Projet d'Ecopôle de recyclage, traitement et valorisation de déchets à Nantes (44)

Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires

Références : Rapport ARIA/2018.074
Documents associés : -

Type de document : Rapport d'études
Avancement du document : Version 1
Accessibilité : Restreint

ARIA Technologies SA
8-10 rue de la Ferme – 92100 Boulogne Billancourt
Tél. : +33 (0)1 46 08 68 60 – Fax : +33 (0)1 41 41 93 17 – E-mail : info@aria.fr - http:/ /www.aria.fr
S.A au capital de 779 947 € - SIRET 379 180 474 00049 – Code APE 6201Z – RCS Nanterre B 379 180 474

ARIA Technologies	**Titre :** Projet d'Ecopôle de recyclage, traitement et valorisation de déchets à Nantes (44) – Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires						
N° rapport ARIA	18.074						
N° action ARIA	18.229						
Nombre de pages	80	**Nombre de figures**	16	**Nombre de tableaux**	26	**Nombre d'annexes**	4
Auteur(s)	ARIA Technologies, Alisson GODART Ingénieur d'études Qualité de l'Air						
Sous-traitants	-						

Intérêt documentaire			Accessibilité	Confidentielle		Libre	
Oui		Non		ARIA Technologies		Restreinte	

Etat du document	Rédacteurs Nom/Date	Relecteur Nom/Date
Version V1	Alisson GODART Ingénieure d'étude 07/12/2018	Lydia RICOLLEAU Le 10/12/2018

DIFFUSION	Date	DESTINATAIRES	Nombre
Diffusion informatique	10/12/2018	SCE	1
Diffusion papier	-	-	-

SOMMAIRE

1. CADRE DE L'ETUDE 6

2. INVENTAIRE DES EMISSIONS 7

3. EVALUATION DES ENJEUX ET DES VOIES D'EXPOSITION 8

3.1 Populations 8
3.2 Populations sensibles et installations sportives 10
3.3 Météorologie 12
3.3.1 Données météorologiques 12
3.3.2 Analyse météorologique 13

4. SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION 17

5. EVALUATION PROSPECTIVE DES RISQUES SANITAIRES 19

5.1 identification des dangers et relations dose-réponse 19
5.1.1 Identification des dangers 19
5.1.2 Etude des relations dose-réponse 21
5.2 Etude de la dispersion atmosphérique 25
5.2.1 Données d'entrée 25
5.2.2 Détermination des concentrations dans l'air et des dépôts au sol 28
5.3 Evaluation de l'exposition humaine 37
5.3.1 Voies d'exposition 37
5.3.2 Comparaison des concentrations aux valeurs guides OMS 37
5.3.3 Scénario d'exposition 38
5.3.4 Méthode de calcul des doses d'exposition par voie respiratoire 38
5.3.5 Doses d'exposition par voie respiratoire 39
5.4 Caractérisation des risques 40
5.4.1 Méthodologie 40
5.4.2 Evaluation des risques sanitaires pour les substances à seuil 42
5.4.3 Evaluation des risques sanitaires pour les substances sans seuil 43
5.5 Incertitudes 44
5.5.1 Incertitudes relatives à la modélisation atmosphérique 44
5.5.2 Incertitudes relatives à l'évaluation des risques sanitaires 46

6. CONCLUSION 48

ANNEXES 50

ANNEXE 1 : LISTE DES POPULATIONS SENSIBLES ET DES EQUIPEMENTS SPORTIFS DANS LE DOMAINE D'ETUDE 51

ANNEXE 2 : FICHES TOXICOLOGIQUES 65

Poussières (PM10 et PM2,5) 66
Benzène (N° CAS : 71-43-2) 67
Sulfure d'hydrogène (N° CAS : 7783-06-4) 68
Cyanure d'hydrogène (N° CAS : 74-90-8) 69
Toluène (N° CAS : 108-88-3) 70

ANNEXE 3 : DESCRIPTION DU MODELE NUMERIQUE ARIA IMPACT 71

ANNEXE 4 : CARTES DE CONCENTRATION EN MOYENNE ANNUELLE 76

TABLE DES ILLUSTRATIONS

TABLEAUX

Tableau 1 : Emissions en sortie de biopile 7
Tableau 2 : caractéristiques de la cheminée de la biopile 7
Tableau 3 : données de population (Source : Insee, Recensements de la population, mis en ligne le 29/06/2017) 9
Tableau 4 : fréquence d'apparition de chaque classe de vitesse de vent toutes directions confondues 14
Tableau 5 : statistiques relatives à la pluviométrie - station de Nantes 15
Tableau 6 : statistiques relatives à la température de l'air - station de Nantes 16
Tableau 7 : classifications CIRC, US-EPA et Union Européenne pour les effets cancérigènes 19
Tableau 8 : identification des dangers par substances 20
Tableau 9 : disponibilité des Valeurs Toxicologiques de Référence (exposition chronique) 23
Tableau 10 : valeurs guides 24
Tableau 11 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques à seuil 24
Tableau 12 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques sans seuil 24
Tableau 13 : paramètres de calcul des dépôts pour chacune des espèces étudiées.....29
Tableau 14 : réglementation en vigueur en France pour la santé humaine 31
Tableau 15 : concentrations en moyenne annuelle (µg/m^3) 33
Tableau 16 : dépôts totaux au sol moyens annuels (µg/m^2/s) 35
Tableau 17 : concentration en moyenne annuelle et valeurs guides OMS 37
Tableau 18 : récapitulatif des scénarios inhalation retenus 38
Tableau 19 : doses d'exposition par inhalation.....39
Tableau 20 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par inhalation.....42
Tableau 21 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par organe cible 42
Tableau 22 : excès de Risque Individuel pour les traceurs du risque sans seuil 43
Tableau 23 : synthèse des risques à seuil (quotient de danger global par organe cible) 48
Tableau 24 : synthèse des risques sans seuil (Excès de Risque Individuel global).....49

FIGURES

Figure 1 : communes présentes sur le domaine d'étude.....8
Figure 2 : localisation des populations sensibles et des équipements sportifs 11
Figure 3 : rose des vents générale – Station Nantes – 2015 à 2017 (3 ans).....13
Figure 4 : répartition des cas météorologiques en fonction de la stabilité atmosphérique.....15
Figure 5 : variation moyenne mensuelle de la pluviométrie (période du 01/01/2015 au 31/12/2017)16
Figure 6 : variation moyenne mensuelle de la température (période du 01/01/2015 au 31/12/2017)16
Figure 7 : schéma conceptuel d'exposition autour du site 18
Figure 8 : logigramme pour le choix des VTR (DGS).....22
Figure 9 : carte du domaine d'étude.....25
Figure 10 : topographie du domaine d'étude (source : IGN) 26
Figure 11 : rose des vents.....27
Figure 12 : localisation des points cibles.....30
Figure 13 : carte de concentration en moyenne annuelle en benzène 34
Figure 14 : carte de dépôts en poussières (PM10).....36

GLOSSAIRE

AFSSA	Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
µg	Microgrammes = 10^{-6} g
CI	Concentration Inhalée
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
DGS	Direction Générale de la Santé
ERI	Excès de Risque Individuel
ERS	Evaluation des Risques Sanitaires
ERU	Excès de Risque Unitaire
INERIS	Institut National de l'Environnement et des RISques
InVS	Institut de Veille Sanitaire
OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PM_{10}	Poussières de diamètre inférieur à 10 µm
QD	Quotient de Danger
RIVM	Rijksinstituut Voor Volksgezondheid (Institut National de Santé Publique et de l'Environnement des Pays-Bas)
US-EPA	United State Environment Protection Agency
VTR	Valeur Toxicologique de Référence

1. CADRE DE L'ETUDE

Dans le cadre de l'élaboration d'un DDAE pour la création d'un écopôle de recyclage, traitement et valorisation des déchets situé à Nantes (44), la société SCE sollicite ARIA Technologies pour réaliser une étude sur la qualité de l'air du projet.

L'étude confiée à ARIA Technologies se décompose en 4 missions distinctes :

- Mission 1 : Estimation des émissions du trafic routier du site,
- Mission 2 : Etude de dispersion et évaluation des risques sanitaires pour l'activité « biopile »,
- Mission 3 : Etude de dispersion des émissions du trafic routier,
- Mission 4 : Evaluation des émissions des poids lourds et des engins du site.

Le présent rapport correspond à la mission 2 : étude de la dispersion et évaluation des risques sanitaires pour l'activité « biopile ».

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

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

Le présent rapport a été établi sur la base des informations transmises à ARIA Technologies, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives de la règlementation, en vigueur au moment de la réalisation du dossier (version 1).

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

2. INVENTAIRE DES EMISSIONS

Seules les émissions atmosphériques rejetées au niveau de la cheminée de la biopile sont prises en compte dans cette étude. Les données relatives aux sources d'émission ont été transmises par SCE.

Le Tableau 1 indique les concentrations admissibles ainsi que les flux associés, et le Tableau 2 présente les caractéristiques de la cheminée de la biopile.

Tableau 1 : Emissions en sortie de biopile

Substances	Concentration (mg/Nm^3)	Flux massiques horaires (kg/h)
Cyanure d'hydrogène (HCN)	5	0.00375
Sulfure d'hydrogène (H_2S)	5	0.00375
Poussières PM10	100	0.075
Benzène	2	0.0015
Toluène	2	0.0015

Tableau 2 : caractéristiques de la cheminée de la biopile

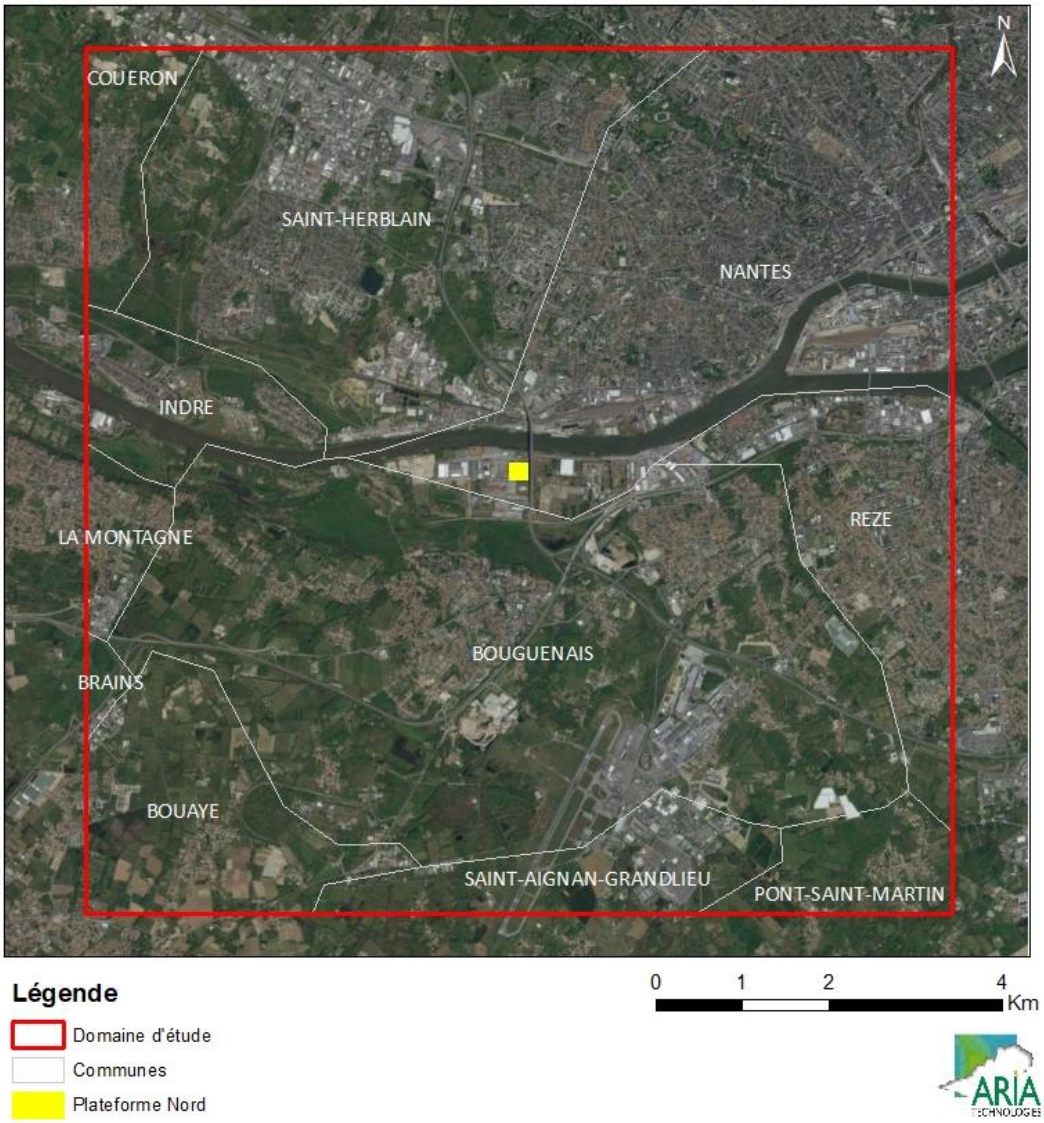
Paramètres	
Hauteur (m)	5
Diamètre (m)	0.11
Débit (Nm3/h)	750
Température des rejets (°C)	27
Vitesse des rejets (m/s)	25
Fonctionnement	8760h/an

3. EVALUATION DES ENJEUX ET DES VOIES D'EXPOSITION

3.1 POPULATIONS

Onze communes sont présentes dans le domaine d'étude : Nantes, Couëron, Saint-Herblain, Indre, La Montagne, Rezé, Bouguenais, Brains, Bouaye, Saint-Aignan-Grandlieu, et Pont-Saint-Martin.

Figure 1 : communes présentes sur le domaine d'étude



Le Tableau 3 indique les données de population pour les 11 communes précédemment citées.

Tableau 3 : données de population (Source : Insee, Recensements de la population, mis en ligne le 29/06/2017)

Dép.	COMMUNE	Surface de la commune (km²)	Population légale en 2014	Densité de population 2014 (hab/km²)	Population principale en 2014 pour les 0 - 14 ans
44	BOUAYE*	14.0	6927	494	1491
44	BOUGUENAIS	31.2	18675	598	3833
44	BRAINS*	15.6	2691	172	619
44	COUËRON*	49.5	20255	409	4061
44	INDRE	4.6	3956	852	824
44	LA MONTAGNE	3.6	5995	1684	1283
44	NANTES	66.6	298029	4477	47063
44	PONT-SAINT-MARTIN*	21.8	5672	261	1153
44	REZE	15.6	39505	2539	7366
44	SAINT-AIGNAN-GRANDLIEU*	18.0	3853	214	730
44	SAINT-HERBLAIN	29.6	44337	1496	8330

** pour cette commune, le centre-ville n'est pas inclus dans le domaine d'étude*

3.2 POPULATIONS SENSIBLES ET INSTALLATIONS SPORTIVES

Conformément au guide méthodologique INERIS de 2013, sont recensés autour du site :

- les populations sensibles et vulnérables (enfants, personnes âgées, malades) : crèches, établissements scolaires, maisons de retraite, centre de soins ;
- les installations recevant du public (terrains de sport,…).

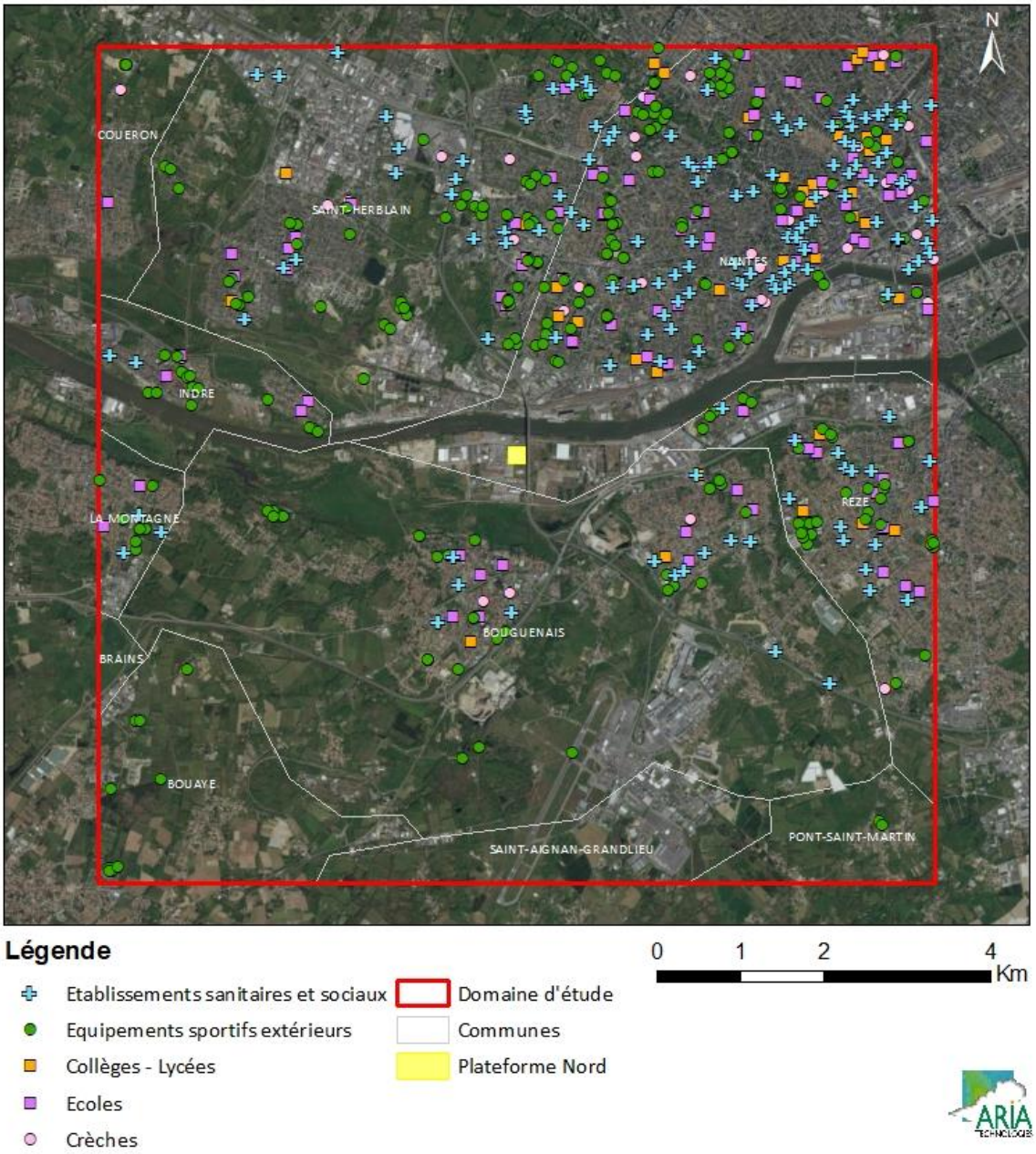
Dans le domaine d'étude, sont recensés :

- 43 structures multi-accueil (crèche, halte-garderie) (Source : **http://lescreches.fr/**) ;
- 118 écoles maternelles et primaires (source : annuaire de l'éducation nationale **http://www.education.gouv.fr/)**;
- 59 collèges et lycées (source : annuaire de l'éducation nationale **http://www.education.gouv.fr/)**;
- 174 établissements sanitaires et sociaux (Source : FINESS[1]) ;
- 291 équipements sportifs (Source : **http://www.res.sports.gouv.fr/**).

Les établissements recensés sur la zone sont présentés en Annexe 1 et la Figure 2 permet de les localiser.

[1] Fichier National des Etablissements Sanitaires et Sociaux

Figure 2 : localisation des populations sensibles et des équipements sportifs



3.3 METEOROLOGIE

Les paramètres les plus importants pour les problèmes liés à la pollution atmosphérique sont : la direction du vent, la vitesse du vent, la température extérieure, la pluviométrie, la stabilité de l'atmosphère.

Ces paramètres sont variables dans le temps et dans l'espace. Ils résultent de la superposition de phénomènes atmosphériques à grande échelle (régime cyclonique ou anticyclonique) et de phénomènes locaux (influence de la rugosité, de l'occupation des sols et de la topographie). C'est pourquoi il est nécessaire de rechercher des chroniques météorologiques :

- suffisamment longues et complètes,
- représentatives de la climatologie du site.

3.3.1 Données météorologiques

Plusieurs paramètres rentrent en ligne de compte pour le choix de la station météorologique la plus représentative de la zone d'étude :

1. **sa position géographique :** la station retenue doit être la plus proche possible de l'installation et il ne doit pas exister d'obstacle majeur entre la station et la zone d'étude.
2. **la cadence d'acquisition des données météorologiques** : Météo France possède des stations où les relevés sont faits toutes les heures et d'autres tous les jours. Pour notre étude, nous avons besoin de données météorologiques suffisamment fines au niveau horaire pour avoir une bonne représentativité de la météorologie locale et pour prendre en compte les phénomènes météorologiques diurnes. Il est habituel d'utiliser des bases de données météorologiques comportant des données concernant le vent, la température et la nébulosité toutes les 3 heures pendant plusieurs années. Les stations « journalières » sont donc éliminées.
3. **la pertinence des données météorologiques.**

Les données météorologiques proviennent de la station Météo-France de Nantes pour les mesures de vent (direction et vitesse), de température, de nébulosité et de pluie. Cette station est située à environ 5 km du site.

Les données météorologiques utilisées sont des mesures horaires (1 mesure toutes les heures). Ce fichier comporte trois années de mesures : du 01/01/2015 au 31/12/2017.

3.3.2 Analyse météorologique

3.3.2.1 Définitions

Vent calme :

Les vents calmes sont des vents de vitesse nulle ou inférieure à 0,9 m/s, sans direction associée. Ils ne sont donc pas représentés sur la rose des vents.

Vent faible :

Les vents faibles sont des vents de vitesse inférieure à 2 m/s.

Classification des vents en fonction de leur vitesse :

Vitesse du vent V	Rose des vents
0,9 m/s ≤ V < 1,5 m/s	1 m/s
1,5 m/s ≤ V < 2,5 m/s	2 m/s
2,5 m/s ≤ V < 6,5 m/s	3-6 m/s
6,5 m/s ≤ V < 12,5 m/s	7-12 m/s
V ≥ 12,5 m/s	>=13 m/s

3.3.2.2 Roses des vents

La rose des vents, en un lieu donné, est la représentation graphique des fréquences des vents classées par direction et vitesse. Les intersections de la courbe avec les cercles d'une fréquence donnée fournissent les fréquences d'apparition des vents en fonction de la direction d'où vient le vent.
La Figure 3 présente la rose des vents générale pour la station de Nantes calculées à partir des données horaires sur la période 01/01/2015 au 31/12/2017. Le Tableau 4 synthétise les fréquences d'occurrence par classe de vitesse, toutes directions confondues.

Figure 3 : rose des vents générale – Station Nantes – 2015 à 2017 (3 ans)

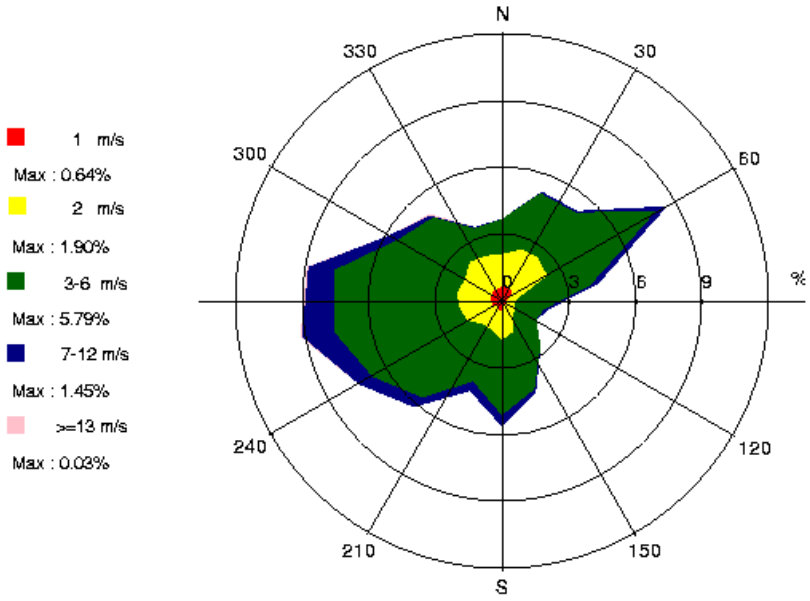


Tableau 4 : fréquence d'apparition de chaque classe de vitesse de vent toutes directions confondues

Classe de vitesse (m/s)	calmes	1	2	3-6	7-12	>=13
Borne de l'intervalle	[0 ; 0,9[	[0,9 ; 1,5[	[1,5 ; 2,5[	[2,5 ; 6,5[	[6,5 ; 12,5[	[12,5 ; ∝[
Fréquence (%)	6.2%	7.3%	22.6%	57.0%	6.8%	0.1%

Sur la période retenue pour cette étude (du 01/01/2015 au 31/12/2017), les principaux résultats de cette analyse sont les suivants :

- les roses des vents montrent trois directions privilégiées :
  - vents de secteur **ouest** (43,6 % des occurrences du vent mesuré ont une direction comprise entre 220° et 320°[2]),
  - une direction secondaire : vents du **nord-est** (18,6 % des occurrences du vent mesuré ont une direction comprise entre 40° et 80°),
  - une direction secondaire : vents du **sud** (23,7 % des occurrences du vent mesuré ont une direction comprise entre 140° et 220°).
- Les vents les plus fréquents sont les vents de vitesse comprise entre 3 et 6 m/s. Ces vents proviennent principalement des secteurs ouest, sud et nord-est. Les vents ont une vitesse moyenne de 11,7 km/h (3,3 m/s).
- Les vents forts (vitesse supérieure à 7 m/s) proviennent principalement du secteur ouest.
- Les vents faibles (vitesse inférieure à 2 m/s) sont assez fréquents puisqu'ils représentent 36,1 % des observations, dont 6,2 % de vents calmes.

3.3.2.3 Stabilité atmosphérique

La stabilité de l'atmosphère est destinée à quantifier les propriétés diffuses de l'air dans les basses couches. Elle est souvent associée à la structure thermique de l'atmosphère : par exemple, les situations d'inversion thermique se produisent lorsque l'atmosphère est stable.

Dans cette étude, elle a été déterminée à partir des données de gradient thermique qui conduit à distinguer six catégories de stabilité de l'atmosphère :

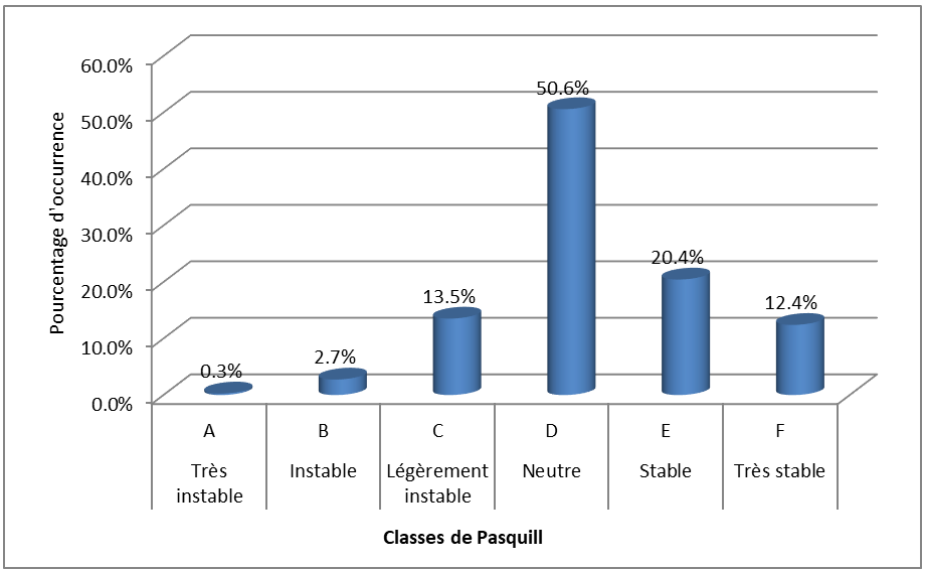
- Classe A : Très instable
- Classe B : Instable
- Classe C : Légèrement instable
- Classe D : Neutre
- Classe E : Stable
- Classe F : Très stable

Plus l'atmosphère est stable (catégories E et F), plus les conditions de dispersion sont défavorables. Ces situations freinent le déplacement des masses d'air et se retrouvent principalement par vents faibles et la nuit.

[2] Les directions du vent sont données en degrés par rapport au Nord et indiquent la direction d'où vient le vent (convention météorologique internationale). Un vent de 0° est donc un vent venant du Nord, un vent de 180° est un vent venant du Sud.

La Figure 4 présente la répartition des cas météorologiques en fonction de la stabilité atmosphérique.

Figure 4 : répartition des cas météorologiques en fonction de la stabilité atmosphérique



La classe D de Pasquill est la plus fréquemment observée (50,6 %) sur le site, ce qui est favorable pour la dispersion atmosphérique. Les conditions de dispersion sont relativement favorables puisque 67,1 % des observations présentent une atmosphère instable ou neutre.

Les vents ont une vitesse moyenne d'environ 1,6 m/s en situation très stable - donc pénalisante pour la dispersion des émissions -, tandis qu'en atmosphère neutre, elle est de 3,9 m/s.

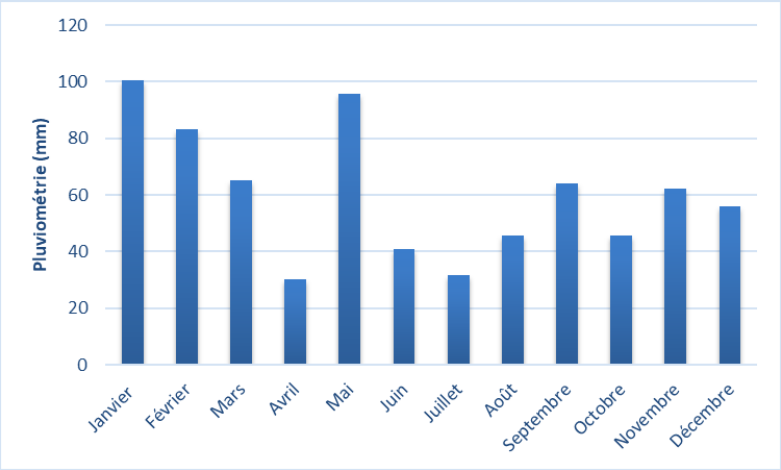
3.3.2.4 Pluviométrie

Dans le cadre de cette étude, nous avons tenu compte des données de pluviométrie recueillies sur la station de Nantes.

Tableau 5 : statistiques relatives à la pluviométrie - station de Nantes

	Pluviométrie annuelle (mm)
2015	771
2016	733
2017	661
Moyenne	**722**

Figure 5 : variation moyenne mensuelle de la pluviométrie (période du 01/01/2015 au 31/12/2017)



Notons qu'en moyenne sur la période étudiée (du 01/01/2015 au 31/12/2017), il est tombé environ 722 mm de pluie par an, l'année 2015 étant la plus pluvieuse des trois dernières années (cf. Tableau 5).

3.3.2.5 Températures

La température de l'air, dernier paramètre intervenant dans le processus de dispersion des polluants, est en moyenne de 11,6°C à la station de Nantes pour les trois années d'observations et varie peu au cours des trois années comme le montre le Tableau 6. La Figure 6 présente les variations moyennes mensuelles de la température minimale, moyenne et maximale sur la période du 01/01/2015 au 31/12/2017.

Tableau 6 : statistiques relatives à la température de l'air - station de Nantes

	Température moyenne (°C)
2015	12.8
2016	12.5
2017	12.6
Moyenne	**12.6**

Figure 6 : variation moyenne mensuelle de la température (période du 01/01/2015 au 31/12/2017)

4. SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION

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

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

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

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

En ce qui concerne la voie cutanée, elle ne sera pas conservée. Elle peut être en effet considérée comme négligeable par rapport à l'inhalation et l'ingestion. De plus, il n'existe pas de valeur toxicologique de référence (VTR) pour cette voie d'exposition[3].

L'exposition par ingestion peut être :

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

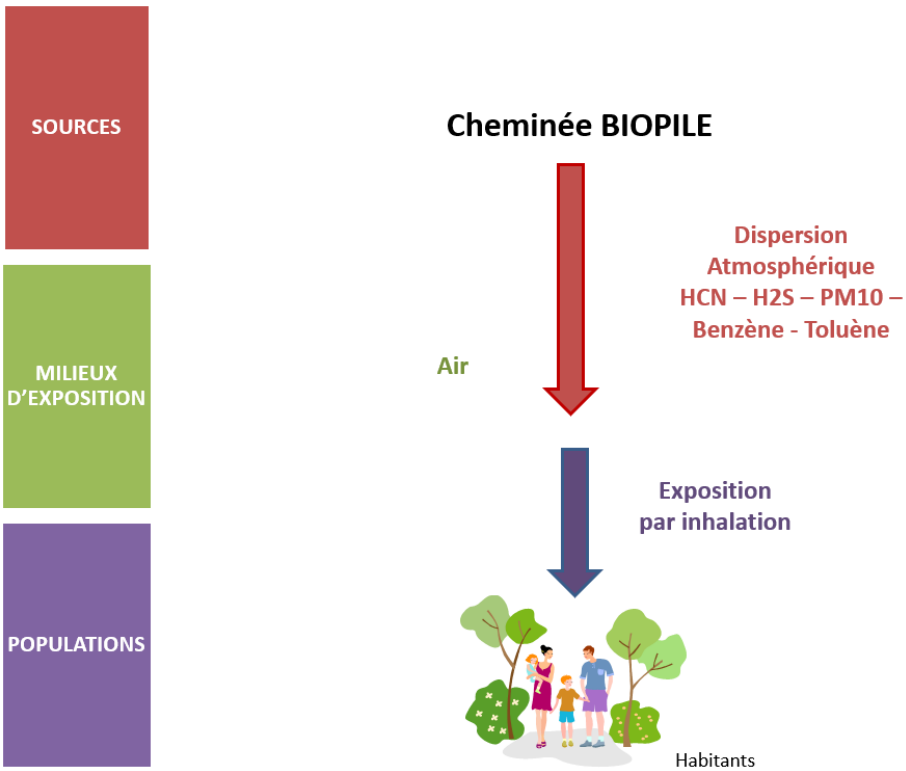
L'exposition par ingestion est retenue lorsque les substances émises par l'installation sont des substances pouvant s'accumuler dans la chaîne alimentaire, comme les HAPs, les métaux ou les dioxines/furanes. Or ces substances ne sont pas recensées parmi les substances émises dans les rejets de la biopile.

Compte tenu des rejets de la biopile, des usages et des populations avoisinantes, la seule voie d'exposition retenue est donc l'inhalation.

[3] La note d'information de la DGS du 31 octobre 2014 précise en effet qu'« en l'absence de procédures établies pour la construction de VTR pour la voie cutanée, ils [les pétitionnaires] ne doivent envisager aucune transposition à cette voie de VTR disponibles pour les voies orale ou respiratoire ».

Le Schéma Conceptuel d'Exposition autour du site est présenté sur la Figure 7.

Figure 7 : schéma conceptuel d'exposition autour du site



5. EVALUATION PROSPECTIVE DES RISQUES SANITAIRES

5.1 IDENTIFICATION DES DANGERS ET RELATIONS DOSE-REPONSE

5.1.1 Identification des dangers

L'étape d'identification des dangers présente la toxicité des composés émis par les installations. Il est rapporté les effets sur la santé et en particulier le risque cancérigène et les différentes voies d'exposition.

Les substances chimiques sont susceptibles de provoquer des effets aigus liés à des expositions courtes à des doses généralement élevées, et des effets subchroniques et chroniques susceptibles d'apparaître suite à une exposition prolongée à des doses plus faibles. **Dans le cadre de la présente évaluation de risques sanitaires, seule l'exposition chronique sera étudiée.**

A partir de données trouvées dans la littérature, le Tableau 8 présente, pour l'ensemble des composés inventoriés, les voies d'exposition principales, les dangers possibles, ainsi que la classification du caractère cancérigène pour l'OMS/CIRC, l'EPA et l'Union Européenne. Le Tableau 7 rappelle la définition des différentes classifications.

Tableau 7 : classifications CIRC, US-EPA et Union Européenne pour les effets cancérigènes

<table>
<tr><th>CIRC - OMS</th><th>US EPA</th><th>Union Européenne</th></tr>
<tr><td>1 : cancérogènes pour l'homme</td><td>A : cancérogènes pour l'homme (preuves suffisantes chez l'homme)</td><td>1A (ex-1) Substances dont le potentiel cancérigène pour l'être humain est avéré.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2A : cancérogènes probables pour l'homme (preuves limitées chez l'homme, suffisantes chez l'animal)</td><td>B1 : cancérogènes probable pour l'homme (preuves limitées chez l'homme)</td><td rowspan="3">1B (ex-2) : Substances dont le potentiel cancérogène pour l'être humain est supposé (données animales).</td></tr>
<tr><td>B2 : cancérogènes probable pour l'homme (preuves non adéquates chez l'homme, suffisantes chez l'animal)</td></tr>
<tr><td>2B : cancérogènes possibles pour l'homme (preuves insuffisantes chez l'homme, suffisantes ou limitées chez l'animal)</td><td>C : cancérogènes possibles pour l'homme (preuves non adéquates chez l'homme et limitées chez l'animal)</td></tr>
<tr><td>3 : non classable pour sa cancérogénicité pour l'homme</td><td>D : non classable pour sa cancérogénicité pour l'homme (preuves insuffisantes chez l'homme et chez l'animal)</td><td rowspan="2">2 (ex-3) : Substances suspectées d'être cancérogènes pour l'homme</td></tr>
<tr><td>4 : absence connue d'effets cancérogènes chez l'homme et chez l'animal</td><td>E : absence connue d'effets cancérogènes chez l'homme et chez l'animal</td></tr>
</table>

Tableau 8 : identification des dangers par substances

Nom	N°CAS	Effets/Organes cibles	Voies d'exposition principales	Cancérogénicité		
				CIRC	EPA	UE
Cyanure d'hydrogène (HCN)	74-90-8	Système nerveux central, thyroïde	Inhalation	-	-	-
Sulfure d'hydrogène (H_2S)	7783-06-4	Système respiratoire	Inhalation	-	-	-
Poussière PM10	-	Système respiratoire	Inhalation	-	-	-
Benzène	71-43-2	Système sanguin et immunitaire	Inhalation	1	A	1A
Toluène	108-88-3	Système nerveux	Inhalation	3	-	-

5.1.2 Etude des relations dose-réponse

5.1.2.1 Définitions

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

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

- **les toxiques à effets à seuil** pour lesquels il existe des valeurs toxicologiques de référence en dessous desquelles l'exposition est réputée sans risque et dont la gravité des effets est proportionnelle à la dose.
- **les toxiques à effets sans seuil** tels que les cancérigènes génotoxiques pour lesquels il n'est pas possible de définir un niveau d'exposition sans risque pour la population. Pour ces produits, des excès unitaires de risque (ERU) ont été définis. Ils correspondent à la probabilité supplémentaire de survenue de cancer dans une population exposée à 1 µg/m^3 (durant toute sa vie[4] et 24h/24) par rapport à la probabilité de cancer dans une population non exposée. Un ERU à 10^{-5} signifie qu'une personne exposée durant toute sa vie à 1 µg/m^3 aurait une probabilité supplémentaire par rapport au risque de base de 0,00001 de contracter un cancer ou bien, en d'autres termes, que si 100 000 personnes sont exposées, 1 cas de cancer supplémentaire est susceptible d'apparaître. Il n'existe pas de valeur seuil sans risque pour les composés à effets sans seuil.

5.1.2.2 Critères de choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

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

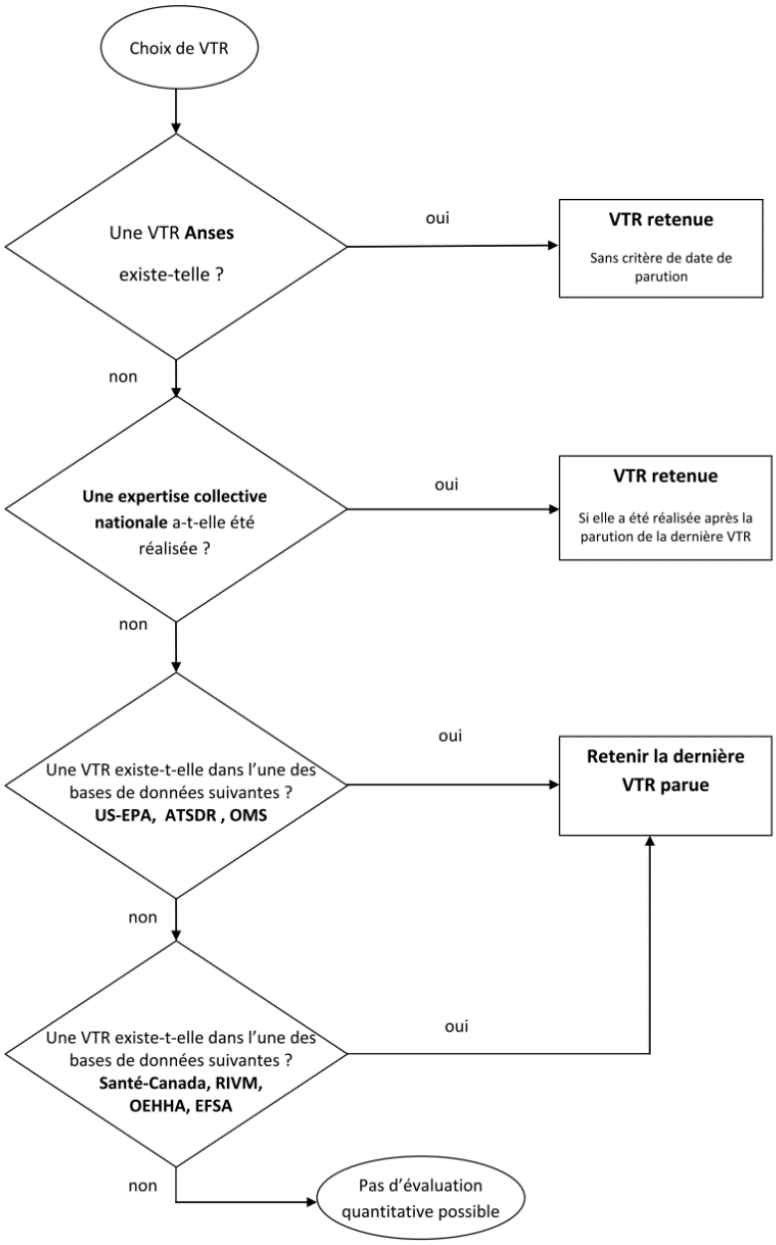
- Agence Nationale de SEcurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)
- Environmental Protection Agency (US-EPA)
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS/IPCS)
- Agency for Toxic Substances and Diseases Registry (ATSDR)
- Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA)
- Santé Canada (Health Canada)
- National Institute of Public Health and the Environment (RIVM)
- European Food Safety Authority (EFSA)

Dans l'objectif de simplifier les modalités de **sélection des VTR** et par la même la vérification des dossiers par les services de l'Etat, la **Direction Générale de la Santé** a demandé, par une note d'information (DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014), de sélectionner la VTR en suivant le logigramme de la Figure 8 lorsqu'il existe plusieurs VTR pour une voie et une durée d'exposition.

Nous appliquerons ces modalités dans le choix des VTR dans le présent rapport.

[4] conventionnellement prise égale à 70 ans

Figure 8 : logigramme pour le choix des VTR (DGS)



5.1.2.3 Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

Le Tableau 9 présente pour chaque substance émise la disponibilité des Valeurs Toxicologiques de Référence dans la littérature consultée.

Pour les substances gazeuses, seule la voie par inhalation est étudiée. Les VTR par ingestion ne sont donc pas recherchées pour ces substances.

Tableau 9 : disponibilité des Valeurs Toxicologiques de Référence (exposition chronique)

Nom	N°CAS	VTR à seuil		VTR sans seuil	
		Voie respiratoire	Voie digestive	Voie respiratoire	Voie digestive
Cyanure d'hydrogène (HCN)	74-90-8	x			
Sulfure d'hydrogène (H2S)	7783-06-4	x			
Poussière PM10	-				
Benzène	71-43-2	x		x	
Toluène	108-88-3	x			

Cases grisées : VTR par ingestion non recherchée car substance gazeuse (risque par voie respiratoire uniquement)

Poussières PM10 : la littérature ne fournit pas de VTR pour cette substance, il n'existe que des valeurs guides de l'OMS. Comme le rappelle la note d'information de la DGS (octobre 2014), l'évaluateur doit s'abstenir d'utiliser des valeurs guides de qualité des milieux. Seules les concentrations dans l'air sont comparées aux valeurs recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé. Le Tableau 10 présente les valeurs guides retenues pour les poussières PM10 en l'absence de VTR.

Les fiches toxicologiques pour chaque substance sont présentées en Annexe 2.

A partir des VTR disponibles dans la littérature consultée, les Tableau 11 et Tableau 12 résument les VTR retenues pour cette étude.

Tableau 10 : valeurs guides

Composé	Voie d'exposition	Valeurs guides	Source et Date	Organe cible / Effets critiques	Type d'étude
PM_{10}	Inhalation	20 µg/m^3 (valeur guide moyenne annuelle)	OMS 2005	Système respiratoire	Homme

Tableau 11 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques à seuil

Substance	Voie d'exposition	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	VTR	Référence	Année de révision	Justification du choix
Cyanure d'hydrogène (HCN)	Inhalation	Système nerveux	Malaise	25 µg/m3	RIVM	2001	Pas de VTR ANSES. Expertise collective (INERIS, 2011)
Sulfure d'hydrogène (H_2S)	Inhalation	Système respiratoire	-	2 µg/m^3	EPA	2003	Pas de VTR ANSES. Expertise collective (INERIS, 2011)
Benzène	Inhalation	Système immunitaire	-	10 µg/m^3	ATSDR	2007	Valeur retenue par l'ANSES en 2008
Toluène	Inhalation	Système nerveux	Troubles de la vision des couleurs	19 000 µg/m^3	ANSES	2017	VTR ANSES prioritaire

Tableau 12 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques sans seuil

Substance	Voie d'exposition	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR	Référence	Année de révision	Justification du choix
Benzène	Inhalation	Système sanguin	Leucémie	Homme	$2{,}6.10^{-5}$ (µg.m^{-3})$^{-1}$	ANSES	2013	VTR ANSES prioritaire

5.2 ETUDE DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE

Afin d'estimer les concentrations et dépôts dans l'environnement **attribuables à l'activité « biopile »** une étude de dispersion a été réalisée pour les 5 substances suivantes : cyanure d'hydrogène (HCN), sulfure d'hydrogène (H_2S), poussières PM10, benzène et toluène.

5.2.1 Données d'entrée

5.2.1.1 Domaine d'étude

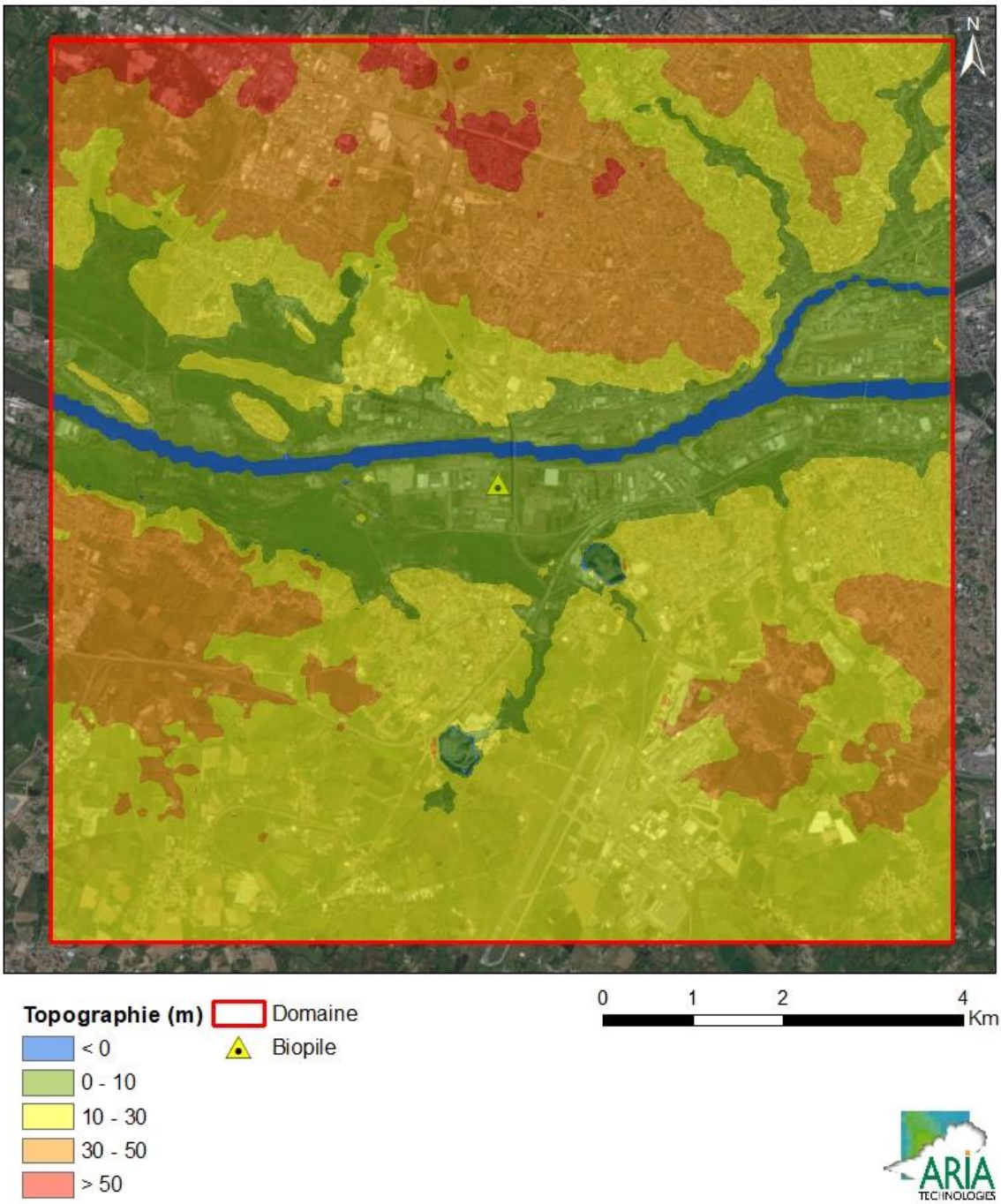
Le domaine d'étude retenu est un carré de 10 km sur 10 km centré sur l'installation.

Figure 9 : carte du domaine d'étude

5.2.1.2 Topographie

La topographie est issue d'un Modèle Numérique de Terrain au pas de 75 mètres. La Figure 10 présente une vue 2D de la topographie sur le domaine d'étude. Le relief est compris entre 0 et 66m.

Figure 10 : topographie du domaine d'étude (source : IGN)



5.2.1.3 Météorologie

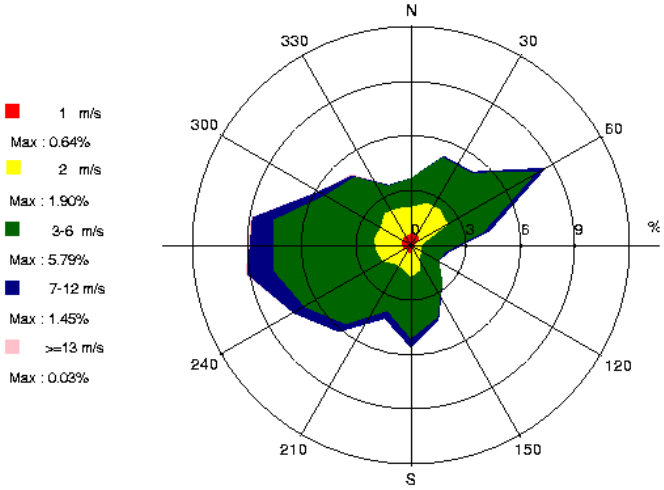
Les données météorologiques proviennent de la station Météo-France de Nantes pour les mesures de vent (direction et vitesse), de température, de nébulosité et de pluie. Cette station est située à environ 5 km du site.

Les données météorologiques utilisées sont des mesures horaires (1 mesure toutes les heures). Ce fichier comporte trois années de mesures : du 01/01/2015 au 31/12/2017. Ce choix correspond aux recommandations des instances administratives (DREAL, DDASS, INERIS) : en effet, l'INERIS conseille d'utiliser des données horaires ou trihoraires sur 3 ans minimum dans son guide méthodologique relatif aux évaluations des risques sanitaires[5].

L'analyse détaillée de ces données est présentée au paragraphe 3.3. La Figure 11 rappelle la rose des vents de la station de Nantes sur les trois années retenues pour cette étude.

Figure 11 : rose des vents

Station Nantes (du 01/01/2015 au 31/12/2017)



5.2.1.4 Emissions

Les émissions prises en compte correspondent aux émissions présentées au paragraphe 2.

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

5.2.2 Détermination des concentrations dans l'air et des dépôts au sol

5.2.2.1 Présentation du logiciel de dispersion et paramétrages

5.2.2.1.1 Présentation générale du logiciel

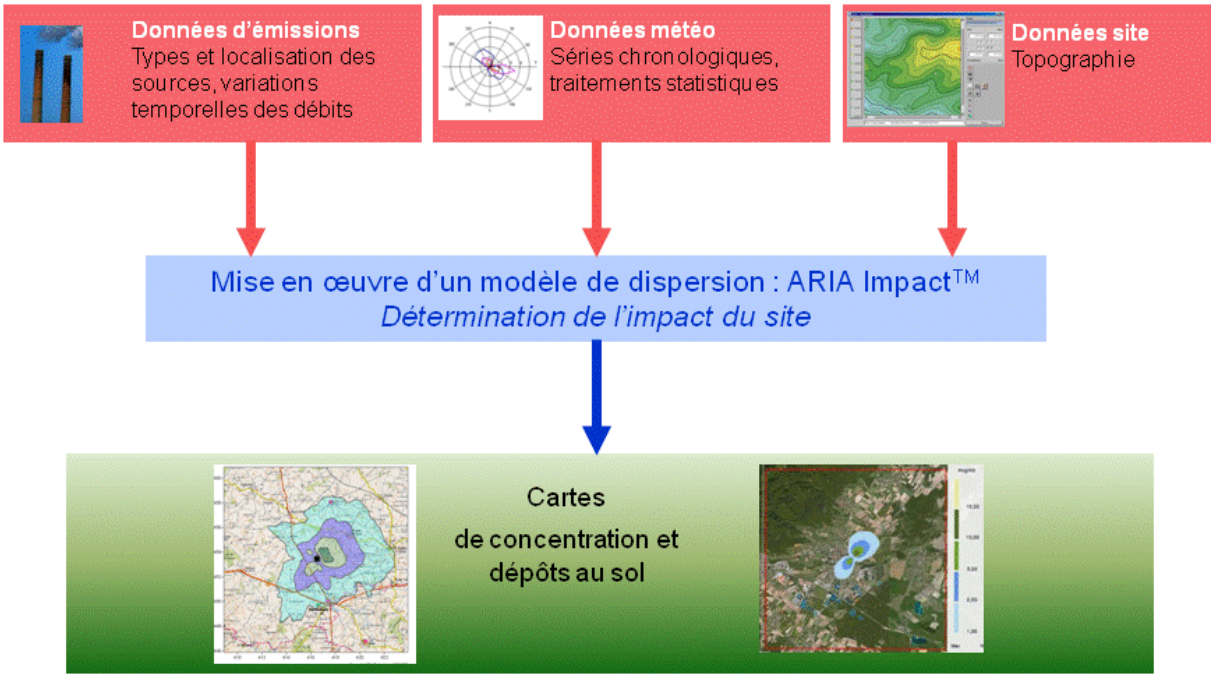
Le modèle utilisé pour cette analyse statistique est le logiciel ARIA Impact, version 1.8. Ce logiciel permet d'élaborer des statistiques météorologiques et de déterminer l'impact des émissions rejetées par une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques. Il permet de simuler plusieurs années de fonctionnement en utilisant des chroniques météorologiques représentatives du site. En revanche, il ne permet pas de considérer les transformations photochimiques des polluants et de calculer les concentrations de polluant secondaires tel que l'ozone.

Sans être un modèle tridimensionnel, ARIA Impact peut prendre en compte la topographie de manière simplifiée.

Par ailleurs, ARIA Impact est un modèle gaussien qui répond aux prescriptions de l'INERIS pour la modélisation de la dispersion de la pollution atmosphérique des rejets des installations industrielles (cf. Annexe 2 du Guide méthodologique INERIS : « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions des substances chimiques par les installations classées » publié par l'INERIS en août 2013).

Une description détaillée du modèle est présentée en Annexe 3.

Le diagramme ci-dessous schématise la méthodologie.



5.2.2.1.2 Paramétrages du modèle de dispersion

Les hypothèses de calcul suivantes ont été prises en compte :

- une prise en compte simplifiée de la topographie ;
- un modèle de dispersion selon les écarts-types de Briggs (modèle standard en zone urbaine) ;
- une surélévation du panache due à la vitesse d'éjection et à la température des fumées suivant la formulation de Briggs ;
- le calcul des dépôts au sol et un lessivage du panache par la pluie ;
- une prise en compte des vents calmes ;
- une maille de calcul de 50 mètres ;
- les émissions présentées au paragraphe 2.

5.2.2.1.2.1 Calcul des dépôts au sol

Concernant les calculs de dépôts au sol, les calculs prennent en compte les dépôts sec et humide sur le sol conduisant à un appauvrissement du panache.

- Dépôts secs : les particules très fines et les gaz se déposent sur les surfaces par divers processus biologiques, chimiques et physiques. Le paramètre qui influence les dépôts secs est la vitesse de dépôt, exprimée en m/s. Cette vitesse permet de tenir compte de la capacité du sol à retenir le polluant qui se dépose. Ces vitesses ont fait l'objet de plusieurs recherches et plusieurs références bibliographiques existent sur ces données.
- Dépôts humides : les dépôts humides correspondent aux dépôts de polluant au sol entraînés par la pluie. Les calculs de dispersion qui intègrent le lessivage par la pluie prennent en compte un coefficient de lessivage exprimé en s^{-1}, correspondant à la proportion du polluant qui est entraîné par la pluie pendant 1 seconde.

5.2.2.1.2.2 Caractéristiques des espèces

Le Tableau 13 résume les valeurs utilisées dans le cadre de cette étude pour le calcul des dépôts.

Tableau 13 : paramètres de calcul des dépôts pour chacune des espèces étudiées

Polluant	Phase du polluant	Vitesse de dépôt sec (m/s)	Coefficient de lessivage (s^{-1})	Diamètre de particules (µm)	Source biblio.
Oxydes d'azote (NO_x)	Gaz	0	$1{,}0.10^{-5}$	-	-
Poussières (PM10)	Particules	$1{,}3.10^{-2}$	$4{,}0.10^{-4}$	10	[1]
Benzène	Gaz	0	$1{,}0.10^{-5}$	-	-
Toluène	Gaz	0	$1{,}0.10^{-5}$	-	-
H2S	Gaz	0	$1{,}0.10^{-5}$	-	-
HCN	Gaz	0	$1{,}0.10^{-5}$	-	-

[1] Underwood, AEA Technology, Harwell, 2001 : Review of Deposition Velocity and washout coefficient

5.2.2.2 Présentation des résultats

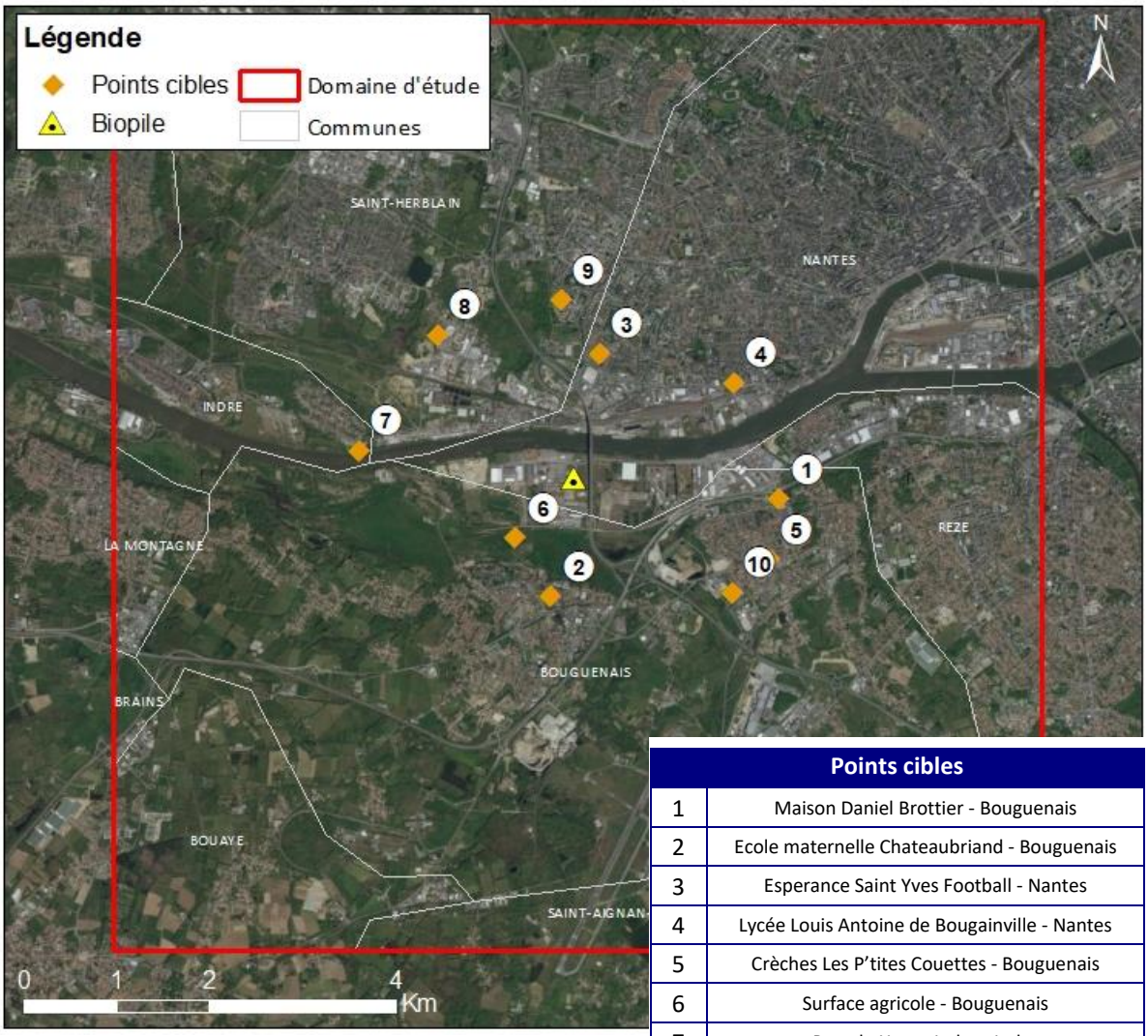
Les résultats sont exprimés sous forme de :

- concentration en moyenne annuelle ;
- dépôts au sol pour les poussières.

Les résultats de l'étude sont donnés sous forme de cartes et de tableaux. Ces résultats ne concernent que la contribution des rejets étudiés. L'unité retenue pour exprimer les concentrations de polluant dans l'air dans ce rapport est le µg/m³ [6] et le µg/m²/s pour les dépôts au sol.

Les résultats sont également présentés au niveau de points cibles (premières habitations autour du site et points sensibles) présentés sur la Figure 12.

Figure 12 : localisation des points cibles



Points cibles	
1	Maison Daniel Brottier - Bouguenais
2	Ecole maternelle Chateaubriand - Bouguenais
3	Esperance Saint Yves Football - Nantes
4	Lycée Louis Antoine de Bougainville - Nantes
5	Crèches Les P'tites Couettes - Bouguenais
6	Surface agricole - Bouguenais
7	Port de Haute Indre - Indre
8	Stade de l'Orvasserie – Saint-Herblain
9	Ecole maternelle Bernardière – Saint-Herblain
10	Centre de soins du Petit Rocher - Bouguenais

[6] microgramme de polluant par mètre cube d'air. 1 µg = 1.10^{-6} g

5.2.2.3 Réglementation de la qualité de l'air

Dans le cadre de cette étude, seules les concentrations en moyenne annuelle sont calculées. Ces grandeurs sont comparables aux valeurs réglementaires de qualité de l'air exprimées en moyenne annuelle uniquement. Le Tableau 14 rappelle ces valeurs réglementaires pour la qualité de l'air[7].

Tableau 14 : réglementation en vigueur en France pour la santé humaine

Substances	Réglementation française	
	Objectif de qualité	**Valeur limite (ou Valeur Cible)**
Particules fines <10 µm (PM10)	En moyenne annuelle : 30 µg/m³	En moyenne annuelle : 40 µg/m³ En moyenne journalière : 50 µg/m³ *(à ne pas dépasser plus de 35 jours par an = centile 90,4)*
Benzène	En moyenne annuelle : 2 µg/m³	

- **Objectif de qualité** : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ;
- **Valeur limite** : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé sur la base des connaissances scientifiques à ne pas dépasser dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble ;
- **Valeur cible** : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné.

[7] Valeurs réglementaires françaises du Code de l'environnement (Livre II : Milieux Physiques, Titre II : Air et Atmosphère, relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites).

5.2.2.4 Concentrations en moyenne annuelle

Les résultats de concentrations moyennes annuelles vont permettre de fournir les éléments nécessaires pour évaluer les risques par inhalation.

Le Tableau 15 présente les valeurs calculées en moyenne annuelle :

- au point géographique le plus exposé du domaine d'étude ;
- au niveau des points cibles présentés précédemment (cf. paragraphe 5.2.2.2).

Les concentrations en moyenne annuelle en PM10 et en benzène sont inférieures aux valeurs limites française de la qualité de l'air. Parmi les points cibles étudiés, le point 6 (Surface agricole - Bouguenais) est le plus exposé, et le point correspondant à la zone habitée la plus exposée est le point 2 (Ecole maternelle Chateaubriand – Bouguenais) situé au sud du site.

Au point géographique le plus exposé en dehors des limites du site, les concentrations moyennes annuelles calculées représentent au maximum :

- 2,9% de l'objectif de qualité pour les poussières assimilées à des PM_{10} ;
- 0,9% de l'objectif de qualité pour le benzène.

Il n'existe pas de valeurs réglementaires de la qualité de l'air en France pour les autres substances (H2S, HCN, Toluène).

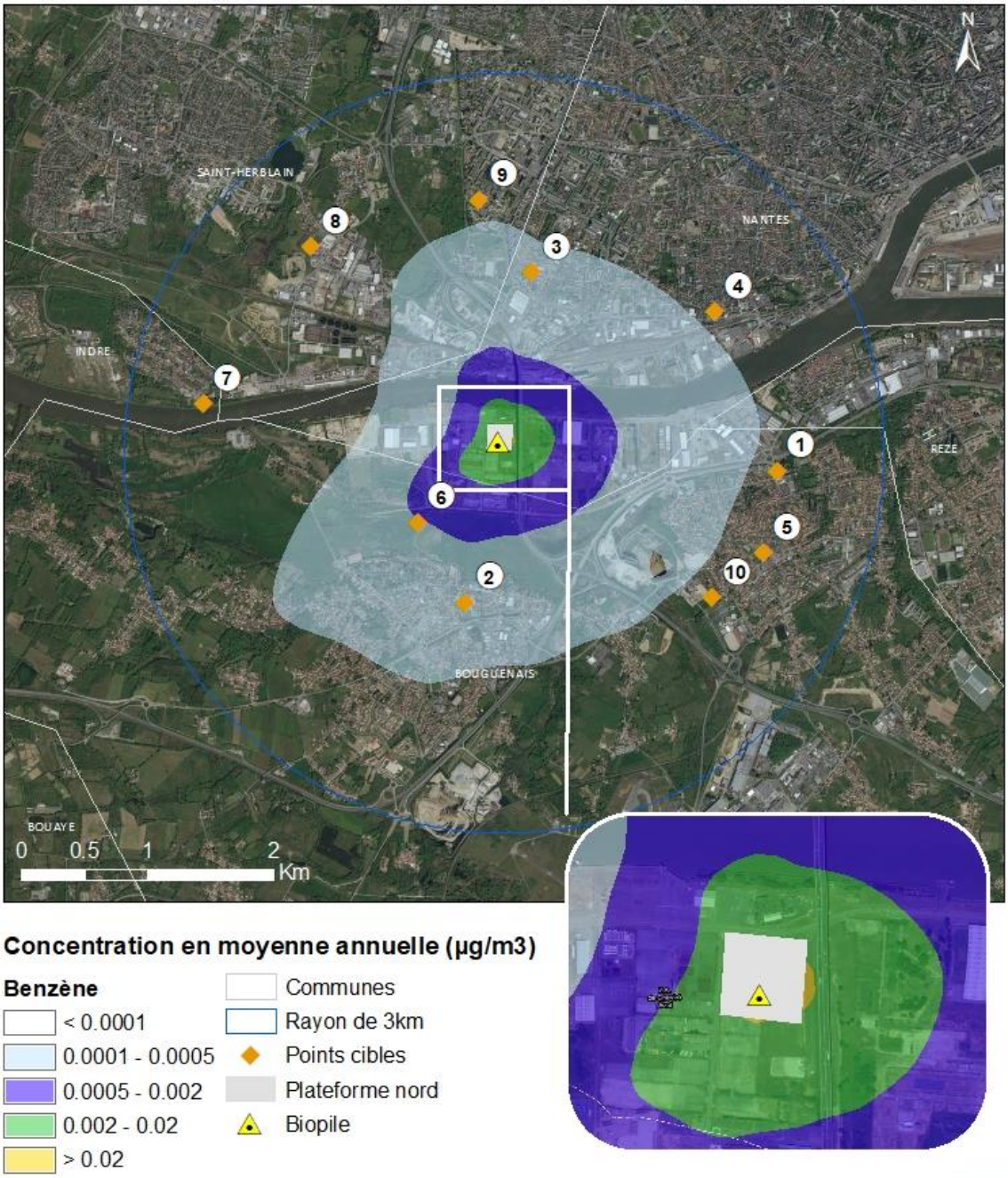
La Figure 13 présente la carte de concentration en moyenne annuelle sur le domaine d'étude pour le benzène. Les aplats colorés montrent les zones où les concentrations au niveau du sol sont comprises entre deux valeurs, par exemple, les zones en « bleu clair » sur la Figure 13 correspondent à des concentrations en benzène comprises entre 0.0001 et 0.0005 µg/m^3. Les cartes pour les autres polluants sont présentées en Annexe 4.

Les cartographies reflètent la rose des vents et montrent que les concentrations les plus élevées sont situées au nord-est et au sud-est du site en limite de site. Elles diminuent rapidement au fur et à mesure que l'on s'éloigne du site.

Tableau 15 : concentrations en moyenne annuelle (µg/m³)

Substances		BENZENE	H_2S	HCN	PM10	TOLUENE
Zone la plus impactée hors du site		1.8E-02	4.4E-02	4.4E-02	0.87	1.8E-02
1	Maison Daniel Brottier - Bouguenais	8.2E-05	2.0E-04	2.0E-04	3.1E-03	8.2E-05
2	Ecole maternelle Chateaubriand - Bouguenais	2.4E-04	5.9E-04	5.9E-04	8.8E-03	2.4E-04
3	Esperance Saint Yves Football - Nantes	1.4E-04	3.4E-04	3.4E-04	5.3E-03	1.4E-04
4	Lycée Louis Antoine de Bougainville - Nantes	8.1E-05	2.0E-04	2.0E-04	3.2E-03	8.1E-05
5	Crèches Les P'tites Couettes - Bouguenais	7.1E-05	1.8E-04	1.8E-04	2.7E-03	7.1E-05
6	Surface agricole - Bouguenais	5.0E-04	1.3E-03	1.3E-03	2.0E-02	5.0E-04
7	Port de Haute Indre - Indre	1.9E-05	4.7E-05	4.7E-05	7.3E-04	1.9E-05
8	Stade de l'Orvasserie – Saint-Herblain	3.4E-05	8.4E-05	8.4E-05	1.3E-03	3.4E-05
9	Ecole maternelle Bernardière – Saint-Herblain	7.8E-05	2.0E-04	2.0E-04	3.0E-03	7.8E-05
10	Centre de soins du Petit Rocher - Bouguenais	7.9E-05	2.0E-04	2.0E-04	3.0E-03	7.9E-05
Rappel Réglementation Qualité de l'air		2 µg/m³	-	-	30 µg/m³	-

Figure 13 : carte de concentration en moyenne annuelle en benzène



5.2.2.5 Dépôts au sol

Le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présente les dépôts totaux pour les substances particulaires :

- au point géographique le plus exposé du domaine d'étude ;
- au niveau des points cibles présentés précédemment (cf. paragraphe 5.1.2.2)

Il n'existe pas de valeurs limites fixées par une réglementation européenne ou française concernant les dépôts de particules sédimentables. Néanmoins quelques pays ont fixé des valeurs limites admissibles des dépôts en poussières sédimentables pour l'environnement :

- la Suisse : 200 mg/m^2/jour = 730 kg/ha/an
- l'Allemagne : 350 mg/ m^2/jour = 1 270 kg/ha/an

Les valeurs obtenues au niveau de la zone la plus exposée en dehors des limites du site sont nettement inférieures à ces valeurs limites admissibles. Il en est de même au niveau de la zone habitée la plus exposée (point 2 – école maternelle Chateaubriand – Bouguenais).

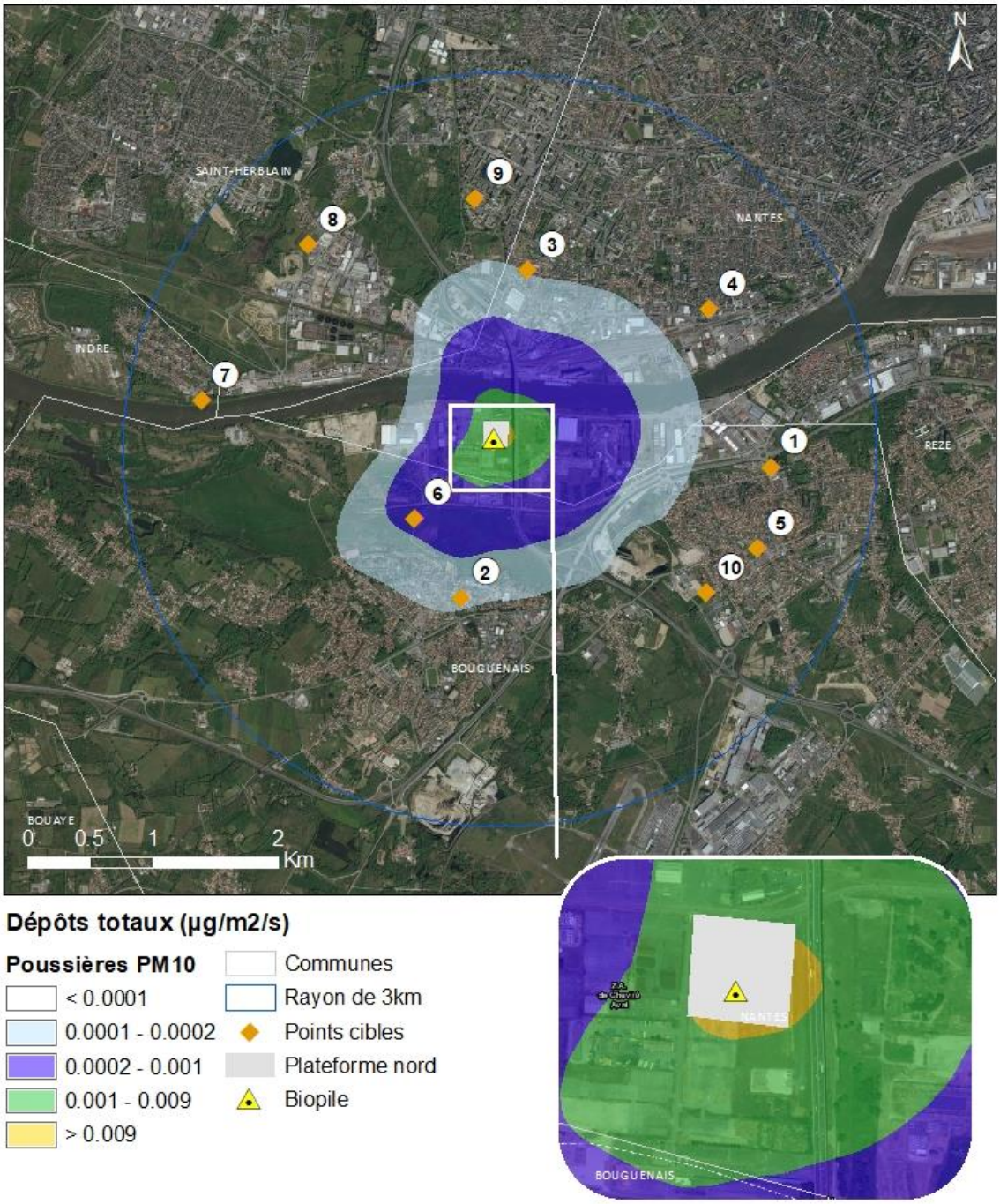
Mentionnons également la valeur seuil proposée pour différencier une zone dite faiblement polluée d'une zone fortement polluée par la norme française NF X 43007 concernant les mesures de "retombées" par la méthode des plaquettes de "dépôts". Une zone dite faiblement polluée est une zone sur laquelle il se dépose moins de 1 000 mg/m^2/jour soit 3 650 kg/ha/an. Cette valeur est très élevée comparée aux valeurs obtenues par les simulations.

Tableau 16 : dépôts totaux au sol moyens annuels (µg/m²/s)

Substances		PM10
Zone la plus impactée en dehors du site		1.2E-02
1	Maison Daniel Brottier - Bouguenais	5.1E-05
2	Ecole maternelle Chateaubriand - Bouguenais	1.2E-04
3	Esperance Saint Yves Football - Nantes	9.1E-05
4	Lycée Louis Antoine de Bougainville - Nantes	6.2E-05
5	Crèches Les P'tites Couettes - Bouguenais	4.1E-05
6	Surface agricole - Bouguenais	2.8E-04
7	Port de Haute Indre - Indre	1.1E-05
8	Stade de l'Orvasserie – Saint-Herblain	2.2E-05
9	Ecole maternelle Bernardière – Saint-Herblain	5.2E-05
10	Centre de soins du Petit Rocher - Bouguenais	4.4E-05

La Figure 14 présente la carte des dépôts sur le domaine d'étude pour les poussières (PM10).

Figure 14 : carte de dépôts en poussières (PM10)



5.3 EVALUATION DE L'EXPOSITION HUMAINE

L'étude de dispersion (cf. paragraphe 5.2) a permis d'estimer les concentrations dans l'air et les dépôts au sol imputables au site. Ces résultats serviront dans le cadre de cette étude pour estimer les expositions des populations vivant autour du site.

5.3.1 Voies d'exposition

Le schéma conceptuel d'exposition (cf. paragraphe 4) nous a conduits à retenir la voie d'exposition par inhalation.

5.3.2 Comparaison des concentrations aux valeurs guides OMS

Les poussières (assimilées aux PM_{10}) ne disposent pas de valeur de référence applicable mais des valeurs guides ont été fixées par l'OMS (2005) pour évaluer l'impact des émissions sur la qualité de l'air et la santé des populations exposées. Pour cette substance, les concentrations modélisées seront simplement comparées aux valeurs guides conformément à la note d'information de la DGS d'octobre 2014.

Le Tableau 17 indique les concentrations estimées par la modélisation au point le plus impacté en dehors des limites du site et au point cible habité le plus impacté ainsi que les valeurs guides de l'OMS (cf. paragraphe Tableau 10).

Tableau 17 : concentration en moyenne annuelle et valeurs guides OMS

Substances	Unité	Concentration moyenne annuelle dans la zone la plus exposée en dehors du site	Concentration moyenne annuelle au point cible le plus exposé	Valeur guide OMS (moyenne annuelle)
Poussières PM_{10}	µg/m³	0.87	$8.8.10^{-3}$	20

Les concentrations attribuables aux émissions de l'activité biopile sont très inférieures aux valeurs guides de l'OMS en moyenne annuelle dans la zone la plus exposée du domaine d'étude et au niveau du point cible habité le plus exposé.

5.3.3 Scénario d'exposition

Un scénario général sera considéré ici pour l'exposition par inhalation des populations. Afin de garder un caractère majorant, un **scénario maximaliste** est retenu en première approche, à savoir :

- l'étude porte sur des expositions chroniques, c'est-à-dire des expositions récurrentes ou continues pendant plusieurs années. Par conséquent, la durée de résidence choisie est de **30 ans,** ce qui correspond au 90ème percentile des durées de résidence en France (Nedellec[8] 1998), sans changer d'adresse. Cette durée de résidence est préconisée par l'INERIS. Il peut exister des variations locales à ce chiffre. Par ailleurs, ce chiffre ne rend pas compte des personnes qui déménagent dans la même commune et qui restent donc exposées.
- en l'absence de données sur le temps passé par les populations sur le domaine d'étude et en dehors du domaine d'étude, et en l'absence aussi de données sur les concentrations d'exposition des personnes pendant le temps passé en dehors du domaine d'étude, il est posé l'hypothèse majorante que les populations séjournent **24 heures sur 24, 7 jours sur 7 et 365 jours par an** sur le domaine d'étude.

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

Les doses d'exposition par voie respiratoire sont calculées à partir des concentrations estimées dans le cadre de l'étude de dispersion (cf. paragraphe 5.2) pour deux scénarios :

- **scénario majorant** : au niveau de la zone d'impact présentant les concentrations les plus élevées en dehors du site (hypothèse majorante),
- **scénario habitant majorant** : au niveau de la zone habitée la plus exposée (point 5 : Moulin).

Tableau 18 : récapitulatif des scénarios inhalation retenus

Scénario retenu	*Description du scénario*
Majorant	**100% du temps passé au niveau de la zone d'impact la plus exposée en dehors du site** où les concentrations sont les plus importantes (exposition 24h/24, 7J/7, 365 jours/an pendant 30 ans)
Habitant majorant	**100% du temps passé au niveau de la zone habitée** où les concentrations sont les plus importantes (exposition 24h/24, 7J/7, 365 jours/an pendant 30 ans)

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

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

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

Avec :

CI : concentration moyenne inhalée (µg/m³)

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

Ci : concentration de polluant dans l'air (µg/m³)
F : fréquence d'exposition. Dans cette étude : F = 1 (24 heures sur 24, 7 jours sur 7 et 365 jours par an)
T : durée d'exposition (années)
Tm : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (années).

Conformément à la méthodologie donnée par le référentiel de l'INERIS[9], pour les polluants avec effets à seuil, l'exposition moyenne est calculée sur la durée effective d'exposition soit Tm=T.
Pour les polluants avec effets sans seuil (cancérogènes génotoxiques), Tm est assimilée à la durée de la vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans). **Le ratio T/T_m n'apparaît donc que dans les calculs pour les toxiques à effet sans seuil.** Dans cette étude, T est assimilée à une durée d'exposition de 30 ans (cf. paragraphe 5.3.2).

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

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

avec Ci, la concentration dans l'air ambiant calculée par modélisation (µg/m³).

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

5.3.5 Doses d'exposition par voie respiratoire

L'estimation de l'exposition par inhalation liée aux émissions de l'installation est basée sur les concentrations en moyenne annuelle estimées par l'étude de dispersion au niveau de la zone la plus exposée du domaine d'étude et au niveau de la zone habitée la plus exposée (cf. Tableau 15).

Tableau 19 : doses d'exposition par inhalation

Substances	Unité	Scénario Majorant		Scénario Habitant Majorant	
		Concentration (moyenne annuelle)	Doses d'exposition par inhalation	Concentration (moyenne annuelle)	Doses d'exposition par inhalation
PM10	µg/m3	0.87	0.87	$8.8.10^{-3}$	$8.8.10^{-3}$
Substances à seuil (CI = Ci)					
Benzène	µg/m3	0.02	0.02	0.00024	0.00024
H_2S	µg/m3	0.04	0.04	0.00059	0.00059
HCN	µg/m3	0.04	0.04	0.00059	0.00059
Toluène	µg/m3	0.02	0.02	0.00024	0.00024
Substances sans seuil (CI = Ci × 30/70)					
Benzène	µg/m3	0.02	0.008	0.00024	0.00010

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

5.4 CARACTERISATION DES RISQUES

Objectif
A partir des informations issues de l'évaluation des expositions des populations et de l'évaluation des propriétés toxiques des substances, l'évaluation des risques présente l'estimation de l'incidence et de la gravité des effets sur les populations.

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

5.4.1 Méthodologie

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

5.4.1.1 Substances à effets à seuil

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

Le quotient de danger est donc le suivant :

Inhalation : $QD = CI/VTR_i$

où : QD : Quotient de danger
CI : Concentration inhalée (en µg/m^3)
VTR_i : Valeur Toxicologique de Référence par inhalation (en µg/m^3)

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

5.4.1.2 Substances à effets sans seuil

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

L'excès de risque individuel (ERI) est calculé en multipliant l'excès de risque unitaire (ERU) vie entière (conventionnellement 70 ans) par la concentration atmosphérique inhalée (CI) pour l'inhalation.

L'Excès de Risque Individuel est donc le suivant :

Inhalation : $$\mathbf{ERI = VTR_i \times CI}$$

où : ERI : Excès de Risque Individuel
VTR=ERU : Excès de Risque Unitaire par inhalation (ERU_i en $(\mu g/m^3)^{-1}$). L'ERU correspond à la probabilité supplémentaire de survenue de cancer dans une population exposée à 1 $\mu g/m^3$ par rapport à la probabilité de cancer dans une population non exposée.
CI : Concentration inhalée (en $\mu g/m^3$)

En termes d'interprétation, l'ERI représente la probabilité supplémentaire de survenue d'un effet néfaste chez un individu exposé pendant toute sa vie aux concentrations/doses du composé cancérogène, par rapport à un sujet non exposé.
Le niveau de risque cancérigène peut être comparé au risque de 1 pour 100 000 (ou 10^{-5}), niveau repère, qualifié « d'acceptable », par différentes instances internationales.

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

- aux USA, la valeur de 10^{-6} est considérée comme le seuil de risque acceptable en population générale, alors que la valeur de 10^{-4} est considérée comme limite acceptable en milieu professionnel. La valeur de 10^{-5} est souvent admise comme seuil d'intervention.
- en France, le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire reprend dans la circulaire du 8 février 2007 ce seuil de 10^{-5} comme critère d'acceptabilité des niveaux de risque dans la gestion des sols pollués.
- ce seuil de 10^{-5} est également utilisé par l'OMS pour définir les valeurs guides de qualité de l'eau de boisson et de qualité de l'air ;
- c'est également le seuil indiqué dans le guide INERIS de 2013 et dans la circulaire du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation.

5.4.1.3 Risque global

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

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

5.4.2 Evaluation des risques sanitaires pour les substances à seuil

Concernant les risques par inhalation, le Tableau 20 présente les Quotients de Danger (QD) calculés à partir des Concentrations inhalées (CI) **pour le scénario majorant et le scénario habitant majorant** et des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) (cf. paragraphe 5.1.2.3) retenues pour l'exposition par voie respiratoire.

Tableau 20 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par inhalation

Atteintes systémiques	Substances	QD Scénario Habitant Majorant	QD Scénario majorant
Système respiratoire	**H_2S**	3.0E-04	2.2E-02
Système immunitaire	**Benzène**	2.4E-05	1.8E-03
Système nerveux	**HCN**	2.4E-05	1.8E-03
Système nerveux	**Toluène**	1.2E-08	9.5E-07

Pour tous les traceurs de risque à seuil pour la voie respiratoire, le QD est inférieur à la valeur repère égale à 1. Le sulfure d'hydrogène (H_2S) est la substance présentant les QD le plus élevé avec une valeur de 0,07 (nettement inférieur à la valeur repère).

Le Tableau 21 synthétise les Quotients de Danger (QD) calculés pour les traceurs du risque et par organe cible.

Tableau 21 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par organe cible

Atteintes systémiques	Substances	Voies d'exposition	QD Scénario Habitant Majorant	QD Scénario majorant
Système respiratoire	H_2S	Inhalation	3.0E-04	2.2E-02
	QD Global		**3.0E-04**	**2.2E-02**
Système immunitaire	Benzène	Inhalation	2.4E-05	1.8E-03
	QD Global		**2.4E-05**	**1.8E-03**
Système nerveux	HCN	Inhalation	2.4E-05	1.8E-03
	Toluène	Inhalation	1.2E-08	9.5E-07
	QD Global		**2.4E-05**	**1.8E-03**
VALEUR REPERE			**1**	**1**

Les sommes des Quotients de Danger calculées par organe cible sont toutes très inférieures à la valeur repère égale à 1.

La survenue d'effets toxiques liés aux rejets de l'activité « biopile » apparaît donc peu probable. Les risques liés aux toxiques à effets à seuil induits par cette activité peuvent être considérés comme acceptables.

5.4.3 Evaluation des risques sanitaires pour les substances sans seuil

Le Tableau 22 présente les Excès de Risque Individuel calculés pour les traceurs du risque à partir des Concentrations inhalées (CI) pour l'exposition par voie respiratoire, et des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) retenues (cf. paragraphe 5.1.2.3). Les résultats sont présentés **pour le scénario majorant et le scénario habitant majorant**. Les ERI sont classés par ordre décroissant. Afin d'apprécier le risque cancérigène global, le tableau présente également l'excès de risque individuel global (obtenu en additionnant les excès de risque individuel de chaque substance).

Tableau 22 : excès de Risque Individuel pour les traceurs du risque sans seuil

Substances	Voies d'exposition	VTR	ERI Scénario Habitant Majorant	ERI Scénario majorant
Benzène	Inhalation	$2,60.10^{-5}$	$6,1.10^{-9}$	$4.7.10^{-7}$
ERI Global			**$6,1.10^{-9}$**	**$4.7.10^{-7}$**
VALEUR REPERE			**$1,0.10^{-5}$**	**$1,0.10^{-5}$**

Les Excès de Risque Individuel calculés pour le benzène sont inférieurs à la valeur repère égale à 1.10^{-5} (valeur retenue dans la circulaire du 8 février 2007 du MEEDDAT).

Les risques sans seuil liés aux rejets de l'activité « biopile » peuvent donc être considérés comme acceptables.

5.5 INCERTITUDES

Ce chapitre a pour objectif d'inventorier les incertitudes liées à la démarche d'évaluation des risques sanitaires ou aux hypothèses retenues dans les différentes étapes.

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

5.5.1 Incertitudes relatives à la modélisation atmosphérique

Les incertitudes liées à la modélisation de pollution de l'air ont été définies (Morgan M.G, 1990) comme étant le cumul, au prorata de leurs contributions, des incertitudes des différentes données nécessaires au fonctionnement du modèle et au modèle lui-même. Ces incertitudes peuvent être résumées par l'équation ci-dessous :

Incertitudes totales = **Incertitudes dues au modèle** + **Incertitudes due aux données** + **Variabilité**

Pour d'autres auteurs, elles ont pour origine trois sources majeures (Hanna, 2004) en ce qui concerne la modélisation de la qualité de l'air :

- La variabilité des résultats due aux fluctuations naturelles de la concentration dans l'atmosphère (turbulence aléatoire). Ce type d'incertitude sera présent dans n'importe quel modèle prenant en compte des phénomènes météorologiques ;
- Les erreurs sur les données d'entrées : émissions, données sur les instruments de mesures ou manque de représentativité des instruments de mesures par exemple ;
- Les erreurs dues à la représentation de la physique dans les modèles soit dues à des erreurs de formulation soit dues à des incertitudes dans les paramètres utilisés dans les formulations.

5.5.1.1 Incertitudes liées au modèle : validation du modèle ARIA Impact

Afin de déterminer les incertitudes sur le modèle ARIA Impact, diverses comparaisons avec des campagnes de mesures ont été effectuées :

- Etude RECORD (Perkins, 2005) concernant l'application de plusieurs modèles gaussiens sur deux campagnes de mesures internationales : la campagne « Prairy Grass », représentative d'un rejet au sol en milieu rural et la campagne « Indianapolis » relative à un rejet de cheminée en milieu urbain. Les résultats de cette étude sont disponibles à l'adresse web suivante *http://www.record-net.org/record/synthPDF/Synth_record03-0805_2A.pdf*. Les résultats de cette étude montrent qu'en milieu rural et pour un rejet au sol, ARIA Impact a tendance à sous-estimer légèrement (17%) les mesures avec un coefficient de corrélation aux mesures tout à fait acceptable. En milieu urbain, ARIA Impact a tendance à surestimer les concentrations (1%) mesurées avec un coefficient de corrélation moins performant (0.37) mais correspondant à la meilleure corrélation obtenue parmi des modèles testés ;
- Etude ARIA Technologies pour le SPPPI Dunkerque concernant l'application du modèle ARIA Impact à l'ensemble de la zone industrielle de Dunkerque pour les rejets de SO_2. Les comparaisons aux capteurs du réseau OPAL'AIR ont montré un ratio modèle/mesures pour la concentration de 0.95 en moyenne ;

- Etude AFSSA des retombées en dioxines et PCB à proximité de plusieurs incinérateurs français basée sur une comparaison des dépôts calculés par ARIA Impact avec une campagne de mesures terrain. Les résultats ont été estimés satisfaisants ;
- Comparaison des résultats de déposition obtenus par le modèle ARIA Impact autour d'une installation industrielle émettant du fluor en prenant en compte des rejets canalisés et surfaciques. Le ratio modèle/mesures obtenu est de 84%.

ARIA Impact a obtenu de bonnes performances dans le cadre de plusieurs campagnes de mesures in situ, ce qui est un gage de qualité.

5.5.1.2 Incertitudes liées aux données d'entrée

Les données d'entrées du modèle sont de trois natures :

- Les émissions ;
- La météorologie ;
- Les paramètres du modèle choisis.

5.5.1.2.1 Incertitudes liées aux émissions

La concentration calculée par le modèle à une échéance donnée est directement proportionnelle aux flux émis par l'installation pour chaque polluant. Les approximations faites au niveau des émissions ont donc un impact direct sur les concentrations et dépôts calculés.

5.5.1.2.2 Incertitudes liées aux mesures météorologiques

Les données météorologiques sont issues des mesures de Météo-France. L'incertitude la plus grande dans la fourniture des données de Météo-France est l'incertitude sur la direction du vent qui est de +/- 5°. Ce manque de précision sur la direction de vent peut avoir pour incidence la surestimation des concentrations dans les 36 directions « mesurées » et une sous-estimation dans les zones entre deux données de direction « mesurées ». Cette incertitude est compensée dans le modèle ARIA Impact par l'ajout à chaque échéance météorologique d'une direction additionnelle aléatoire comprise entre -5° et +5° afin de mieux simuler les directions réelles.

Les précisions des mesures de vent d'un dixième m/s et celle de la température d'un dixième de degré Celsius sont largement suffisantes compte tenu de leur intervention dans les équations.
Les données de nébulosité sont exprimées en octas. Elles sont issues d'une observation « manuelle » de l'opérateur Météo-France. En l'absence de données, le modèle ARIA Impact compense ces données invalides en basculant sur une méthode simplifiée dite « vent/jour/nuit » où la classe de stabilité est répartie entre les classes légèrement instable à stable en fonction de la vitesse du vent et du jour ou de la nuit.

5.5.1.3 Incertitudes liées aux paramètres du modèle

Dans les modèles complexes prenant en compte de façon fine les géométries et ayant des paramétrisations fines des phénomènes physiques, l'incertitude liée au choix par l'utilisateur des paramètres du modèle, c'est-à-dire des options de calcul mais également de la génération du maillage de calcul peut être grande. Des études ont montré qu'à données identiques, le même modèle mis en œuvre par deux équipes différentes pouvait conduire à des résultats présentant des écarts importants.

Il a été choisi de conserver la configuration Briggs/Briggs qui correspond à la configuration la plus adaptée en milieu urbain.

Concernant les paramètres liés aux polluants (vitesse de dépôt, coefficient de lessivage, type particulaire ou non), ces paramètres sont issus de l'état de l'art actuel des connaissances.

5.5.1.4 Incertitudes liées à la variabilité

Les phénomènes de turbulence de micro-échelle peuvent induire des fluctuations importantes des concentrations et des paramètres météorologiques. Le modèle ARIA Impact ne permet pas aujourd'hui de quantifier les fluctuations de concentrations autour de la concentration moyenne calculée. Ce type de calcul est possible avec des modèles plus sophistiqués.

5.5.2 Incertitudes relatives à l'évaluation des risques sanitaires

5.5.2.1 Facteurs de sous-estimation des risques

Facteurs pris en compte dans l'ERS
L'évaluation des risques sanitaires ne porte que sur les substances rejetées dans l'atmosphère par les installations retenues et considérées comme traceurs de risque dans cette étude.

Exposition par voie cutanée non considérée
Il n'existe pas de VTR spécifique à cette voie d'exposition. De plus, la transposition à partir des VTR pour les voies respiratoire et orale n'est pas recommandée (note d'information DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014). Cette sous-estimation n'a pas forcément d'impact sur les résultats d'évaluation des risques sanitaires, étant donné que l'absorption des polluants par voie cutanée est négligeable devant l'absorption par voies respiratoire et/ou digestive (surface d'échange plus importante et transferts facilités).

Exposition *via* l'ingestion d'eau
L'exposition *via* l'ingestion d'eau du robinet ou d'eau de baignade n'a pas été prise en compte dans l'étude. En effet, les transferts des composés dans les ressources en eau n'étant pas connus, le calcul des concentrations en composés dans le milieu hydrique n'a pu être établi. De plus, l'eau consommée à partir du robinet subit un traitement en usine d'eau potable qui lui confère une composition différente de celle de la ressource utilisée.

Bruits de fond
L'évaluation des risques sanitaires ne porte que sur l'impact de l'activité « biopile » et ne tient pas compte du bruit de fond dans le calcul des risques sanitaires.

5.5.2.2 Facteurs de surestimation des risques

La méthodologie pour estimer les risques sanitaires potentiels emploie, par nature, les principes de précaution et est par défaut conservatrice.

Estimation des émissions
Les émissions ont été quantifiées en prenant systématiquement des hypothèses majorantes.

Durée d'exposition
En absence de données sur le temps d'exposition des personnes, il est pris l'hypothèse qu'elles séjournent sur leur lieu d'habitation en permanence (365 j/an, 24h/24). Cette hypothèse est majorante puisque les personnes ne seront pas exposées en permanence car elles sont amenées à se déplacer pour des raisons personnelles (congés, loisirs) et professionnelles.

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

Zone d'exposition
En première approche, la zone d'exposition étudiée est la maille la plus exposée aux émissions du site pour les risques par inhalation. C**ette hypothèse est très majorante (somme des cas les plus pénalisants) et n'est pas représentative d'une situation réelle**.

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

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

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

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

6. CONCLUSION

Dans le cadre de l'élaboration d'un DDAE pour la création d'un écopôle de recyclage, traitement et valorisation des déchets situé à Nantes (44), la société SCE a sollicité ARIA Technologies pour réaliser une étude sur la qualité de l'air du projet. Ce rapport présente l'évaluation des risques sanitaires de l'activité « biopile ».

Evaluation des émissions des installations
Seules les émissions dues à l'activité « biopile » ont été prise en compte dans cette étude.

Evaluation des enjeux et des voies d'exposition

Compte tenu des rejets du site, des usages et des populations avoisinantes, la voie d'exposition retenue est l'inhalation.

Evaluation prospective des risques sanitaires

Deux scénarios sont retenus.

Scénario retenu	*Description du scénario*	
Majorant	Exposition par inhalation	**100% du temps passé au niveau de la zone d'impact la plus exposée en dehors du site** où les concentrations sont les plus importantes (exposition 24h/24, 7J/7, 365 jours/an pendant 30 ans)
Habitant majorant	Exposition par inhalation	**100% du temps passé au niveau de la zone habitée** où les concentrations sont les plus importantes (exposition 24h/24, 7J/7, 365 jours/an pendant 30 ans)

Le Tableau 23 résume les risques pour les effets à seuil par organe cible liés au site.

Tableau 23 : synthèse des risques à seuil (quotient de danger global par organe cible)

Atteintes systémiques	Substances	Voies d'exposition	QD Scénario Habitant Majorant	QD Scénario majorant
Système respiratoire	H_2S	Inhalation	3.0E-04	2.2E-02
	QD Global		**3.0E-04**	**2.2E-02**
Système immunitaire	Benzène	Inhalation	2.4E-05	1.8E-03
	QD Global		**2.4E-05**	**1.8E-03**
Système nerveux	HCN	Inhalation	2.4E-05	1.8E-03
	Toluène	Inhalation	1.2E-08	9.5E-07
	QD Global		**2.4E-05**	**1.8E-03**
VALEUR REPERE			**1**	**1**

Les Quotients de Danger calculés pour chaque organe cible dans la zone la plus exposée et dans la zone habitée la plus exposée sont nettement inférieurs à la valeur repère égale à 1. **La survenue d'effets toxiques liés à l'activité « biopile » apparaît donc peu probable. Les risques liés aux toxiques à effets à seuil induits par cette activité peuvent donc être considérés comme acceptables.**

Le Tableau 24 résume les risques pour les effets sans seuil, par organe cible liés à l'installation.

Tableau 24 : synthèse des risques sans seuil (Excès de Risque Individuel global)

Substances	Voies d'exposition	VTR	ERI Scénario Habitant Majorant	ERI Scénario majorant
Benzène	Inhalation	$2,60.10^{-5}$	$6,1.10^{-9}$	$4.7.10^{-7}$
ERI Global			**$6,1.10^{-9}$**	**$4.7.10^{-7}$**
VALEUR REPERE			**$1,0.10^{-5}$**	**$1,0.10^{-5}$**

Les Excès de Risque Individuel calculés pour le benzène dans la zone la plus exposée et dans la zone habitée la plus exposée sont inférieurs à la valeur repère égale à 1.10^{-5} (valeur retenue dans la circulaire du 8 février 2007 du MEEDDAT).

Les risques sans seuil liés aux rejets de l'activité « biopile » peuvent donc être considérés comme acceptables.

Les poussières PM10 ne disposent pas de valeur toxicologique de référence applicable mais des valeurs guides ont été fixées par l'OMS (2005) pour évaluer l'impact des émissions sur la qualité de l'air et la santé des populations exposées. **Les concentrations attribuables aux émissions de l'activité biopile sont inférieures aux valeurs guides de l'OMS en moyenne annuelle en tout point du domaine d'étude.**

Conclusion

Les risques sanitaires liés aux émissions atmosphériques de l'activité « biopile » sont jugés non préoccupants en l'état actuel des connaissances.

ANNEXES

Annexe 1 : liste des populations sensibles et des équipements sportifs dans le domaine d'étude

COMMUNES	TYPE D'ETABLISSEMENT	DENOMINATION
BOUAYE	EQUIPEMENTS SPORTIFS EXTERIEURS	CIRCUITS DE RANDONNEE
		ESPACE DE LOISIRS LA GRANDE NOUE
		LYCEE DANIEL BROTTIER
		SKATE PARK DES ORMEAUX
		TEAM OUEST ATTELAGE
BOUGUENAIS	CRECHES - HALTE-GARDERIES	LE CARROUSEL DE MARION
		LES P'TITES COUETTES
		LES P'TITS BOUTS
		POM'CANNELLE
	ECOLES - COLLEGES - LYCEES	COLLEGE LA NEUSTRIE
		ECOLE ELEMENTAIRE CHATEAUBRIAND
		ECOLE ELEMENTAIRE FOUGAN DE MER
		ECOLE ELEMENTAIRE LA CROIX JEANNETTE
		ECOLE ELEMENTAIRE URBAIN LE VERRIER
		ECOLE MATERNELLE CELESTIN FREINET
		ECOLE MATERNELLE CHATEAUBRIAND
		ECOLE MATERNELLE FOUGAN DE MER
		ECOLE MATERNELLE FRANÇOISE DOLTO
		ECOLE MATERNELLE LA CROIX JEANNETTE
		ECOLE PRIMAIRE JEAN ZAY
		ECOLE PRIMAIRE PRIVEE SAINT PIERRE
		LYCEE PROFESSIONNEL PABLO NERUDA
		LYCEE PROFESSIONNEL PRIVE DANIEL BROTTIER
		SECTION D'ENSEIGNEMENT GENERAL ET PROFESSIONNEL ADAPTE DU COLLEGE LA NEUSTRIE
	EQUIPEMENTS SPORTIFS EXTERIEURS	AERODROME DE NANTES ATLANTIQUE
		CIRCUITS DE RANDONNEE
		CITE DE BEAUVOIR
		COMPLEXE SPORTIF DE LA CROIX JEANNETTE
		COMPLEXE SPORTIF DE LA NEUSTRIE
		ESPACE SPORTIF DE L'OUCHE DE CORMIER
		INSTALLATION DU FOUGAN DE MER
		LA VILLE AU DENIS
		LES ECURIES DU CLOS
		LYCEE DANIEL BROTTIER
		SITE DE LA ROCHE BALLUE
		STADE DE BEAUVOIR
		STADE DES LANDES
		TERRAIN MULTISPORTS DE LA PIERRE BLANCHE
	ETABLISSEMENTS SANITAIRES ET SOCIAUX	ACCUEIL FAMILIAL THERAPEUTIQUE ENFANTS
		ANNEXE DU C.A.E. DE BOUGUENAIS
		ASSOCIATION ""LE RELAIS""
		CENTRE HOSPITALIER GEORGES DAUMEZON
		CENTRE THERAPEUTIQUE DE LA BARONNAIS

		CLIC LOIRE ACHENEAU
		CSAPA COORDINATION
		EHPAD BEAULIEU
		EHPAD LA CROIX DU GUE
		FAH BOUGUENAIS
		FAH OASIS
		MAISON DANIEL BROTTIER
		MAS SUD LOIRE - L'EPEAU
		RESIDENCE AUTONOMIE BEAULIEU
		SHIP - SITE CH DAUMEZON
COUËRON	CRECHES - HALTE-GARDERIES	LES P'TITS COCOS
	ECOLES - COLLEGES - LYCEES	ECOLE ELEMENTAIRE ARISTIDE BRIAND
	EQUIPEMENTS SPORTIFS EXTERIEURS	ECURIES DU BOIS
INDRE	CRECHES - HALTE-GARDERIES	CADET ROUSSELLE
	ECOLES - COLLEGES - LYCEES	ECOLE ELEMENTAIRE DE LA PIERRE MARA
		ECOLE ELEMENTAIRE JULES FERRY
		ECOLE MATERNELLE DE LA PIERRE MARA
		ECOLE MATERNELLE JULES FERRY
		ECOLE PRIMAIRE PRIVEE SAINTE ANNE
	EQUIPEMENTS SPORTIFS EXTERIEURS	CALE DU BAC DE BASSE-INDRE
		CIRCUITS DE RANDONNEES
		CITYSTADE DU PETIT BOIS
		COMPLEXE TABARLY
		ESPACE LOISIRS DU PATIS
		GROUPE SCOLAIRE JULES FERRY
		PORT DE HAUTE INDRE
		STADE FELIX GUYOT
		TERRAIN DE BOULES LYONNAISES BASSE INDRE
		TERRAIN DE PETANQUE DE HAUTE-INDRE
	ETABLISSEMENTS SANITAIRES ET SOCIAUX	CENTRE DE SOINS INFIRMIERS INDRE
		LIEU DE VIE TRABOULE
LA MONTAGNE	ECOLES - COLLEGES - LYCEES	ECOLE ELEMENTAIRE JULES VERNE
		ECOLE MATERNELLE JOACHIM DU BELLAY
	EQUIPEMENTS SPORTIFS EXTERIEURS	FOYER FELIX GUILLOU
		LES MONTAGNARDS
		SALLE POLYVALENTE DE LA GAUDINIERE
		STADE AMICALE LAIQUE
		STADE MUNICIPAL
	ETABLISSEMENTS SANITAIRES ET SOCIAUX	ESAT SESAME SERVICES
		FAH MAISON SESAME
		MAISON D'ENFANTS FELIX GUILLOUX
NANTES	CRECHES - HALTE-GARDERIES	ACCUEIL PARENTS ENFANTS ARC EN CIEL
		ARC EN CIEL
		BELLEVUE

		BREIL MALVILLE
		CHOROPHYLLE
		CRECHENDO
		FLUFFY
		LA LANTERNE MAGIQUE
		LA MAROUETTE
		LE JARDIN DE JULES VERNE
		LE JARDIN DES POUPIES
		LES CINQ CONTINENTS
		MICHELET
		MICKEY ET MINNIE
		NOUVELLE VAGUE
		PINOCCHIO
		RAM NANTES CENTRE
		SULLY
		TOM POUCE
		UNE SOURIS VERTE
		UNE SOURIS VERTE 1
		UNE SOURIS VERTE 2
		CRECHE FAMILIALE NANTES
		CRECHE SAINT LUC
		LA BOITE A MUSIQUE
		LE BATEAU CRECHE
		LE CHEVAL A BASCULE
		MEDIATHEQUE
	ECOLES - COLLEGES - LYCEES	COLLEGE ARISTIDE BRIAND
		COLLEGE CHANTENAY
		COLLEGE CLAUDE DEBUSSY
		COLLEGE GABRIEL GUIST'HAU
		COLLEGE GASTON SERPETTE
		COLLEGE JULES VERNE
		COLLEGE LA DURANTIERE
		COLLEGE PRIVE EXTERNAT DES ENFANTS NANTAIS
		COLLEGE PRIVE NOTRE-DAME DE L'ABBAYE
		COLLEGE PRIVE NOTRE-DAME DU BON CONSEIL
		COLLEGE PRIVE SACRE-COEUR
		COLLEGE PRIVE SAINT FELIX
		COLLEGE PRIVE SAINT STANISLAS
		COLLEGE PRIVE SAINTE MADELEINE-LA JOLIVERIE
		COLLEGE PRIVE THEOPHANE VENARD
		COLLEGE VICTOR HUGO
		ECOLE ELEMENTAIRE ALAIN-FOURNIER
		ECOLE ELEMENTAIRE ANDRE LERMITE
		ECOLE ELEMENTAIRE CHENE D'ARON

ECOLE ELEMENTAIRE D'APPLICATION LEON SAY
ECOLE ELEMENTAIRE DERVALLIERES CHEZINE
ECOLE ELEMENTAIRE FELLONNEAU
ECOLE ELEMENTAIRE FRATERNITE
ECOLE ELEMENTAIRE GASTON SERPETTE
ECOLE ELEMENTAIRE GUSTAVE ROCH
ECOLE ELEMENTAIRE HARROUYS
ECOLE ELEMENTAIRE JACQUES PREVERT
ECOLE ELEMENTAIRE JEAN JAURES
ECOLE ELEMENTAIRE JEAN ZAY
ECOLE ELEMENTAIRE LA CONTRIE
ECOLE ELEMENTAIRE LA MUTUALITE
ECOLE ELEMENTAIRE LEON BLUM
ECOLE ELEMENTAIRE LES CHATAIGNIERS
ECOLE ELEMENTAIRE LES GARENNES
ECOLE ELEMENTAIRE LUCIE AUBRAC
ECOLE ELEMENTAIRE MARIE-ANNE DU BOCCAGE
ECOLE ELEMENTAIRE PLESSIS CELLIER
ECOLE MATERNELLE ALAIN FOURNIER
ECOLE MATERNELLE D'APPLICATION LEON SAY
ECOLE MATERNELLE DERVALLIERES CHEZINE
ECOLE MATERNELLE FELLONNEAU
ECOLE MATERNELLE FONTENY
ECOLE MATERNELLE FREDUREAU
ECOLE MATERNELLE GASTON SERPETTE
ECOLE MATERNELLE GUSTAVE ROCH
ECOLE MATERNELLE HARROUYS
ECOLE MATERNELLE JACQUES PREVERT
ECOLE MATERNELLE JEAN ZAY 1
ECOLE MATERNELLE JEAN ZAY 2
ECOLE MATERNELLE JOSEPH BLANCHART
ECOLE MATERNELLE LA CONTRIE
ECOLE MATERNELLE LAMORICIERE
ECOLE MATERNELLE LE CHENE D'ARON
ECOLE MATERNELLE LES CHATAIGNIERS
ECOLE MATERNELLE LUCIE AUBRAC
ECOLE MATERNELLE MAISDON PAJOT
ECOLE MATERNELLE MARIE-ANNE DU BOCCAGE
ECOLE MATERNELLE MOLIERE
ECOLE MATERNELLE PLESSIS CELLIER
ECOLE MATERNELLE SULLY
ECOLE PRIMAIRE
ECOLE PRIMAIRE ALPHONSE BRAUD
ECOLE PRIMAIRE AMPERE

		ECOLE PRIMAIRE GRAND CARCOUËT
		ECOLE PRIMAIRE LES REFORMES
		ECOLE PRIMAIRE LONGCHAMP
		ECOLE PRIMAIRE PRIVEE DIWAN
		ECOLE PRIMAIRE PRIVEE JEAN 23
		ECOLE PRIMAIRE PRIVEE LE SACRE-COEUR
		ECOLE PRIMAIRE PRIVEE MARCEL CALLO
		ECOLE PRIMAIRE PRIVEE NOTRE-DAME DE BON PORT
		ECOLE PRIMAIRE PRIVEE NOTRE-DAME DE TOUTES JOIES
		ECOLE PRIMAIRE PRIVEE SAINT CLAIR
		ECOLE PRIMAIRE PRIVEE SAINT FELIX
		ECOLE PRIMAIRE PRIVEE SAINT MARTIN
		ECOLE PRIMAIRE PRIVEE SAINT MICHEL
		ECOLE PRIMAIRE PRIVEE SAINT NICOLAS
		ECOLE PRIMAIRE PRIVEE SAINT PIERRE
		ECOLE PRIMAIRE PRIVEE SAINTE AGNES
		ECOLE PRIMAIRE PRIVEE SAINTE ANNE
		ECOLE PRIMAIRE PRIVEE SAINTE CATHERINE DE SIENNE
		ECOLE PRIMAIRE PRIVEE SAINTE MADELEINE LA JOLIVERIE
		ECOLE PRIMAIRE VILLA MARIA
		ECOLE SECONDAIRE PRIVEE COURS CHARLIER
		ECOLE SECONDAIRE PRIVEE SAINTE CATHERINE DE SIENNE
		ECOLE SECONDAIRE PROFESSIONNELLE PRIVEE NANTAISE DE COIFFURE
		LYCEE GENERAL ET TECHNOLOGIQUE ALBERT CAMUS
		LYCEE GENERAL ET TECHNOLOGIQUE VIAL
		LYCEE GENERAL GABRIEL GUIST'HAU
		LYCEE GENERAL JULES VERNE
		LYCEE GENERAL PRIVE EXTERNAT DES ENFANTS NANTAIS
		LYCEE GENERAL PRIVE NOTRE-DAME DE L'ABBAYE
		LYCEE GENERAL PRIVE SAINT FELIX
		LYCEE GENERAL PRIVE SAINT STANISLAS
		LYCEE POLYVALENT PRIVE SACRE-COEUR
		LYCEE POLYVALENT PRIVE SAINT FELIX
		LYCEE POLYVALENT PRIVE SAINT JEAN-BAPTISTE DE LA SALLE
		LYCEE POLYVALENT PRIVE TALENSAC
		LYCEE PROFESSIONNEL LELOUP BOUHIER
		LYCEE PROFESSIONNEL LOUIS-ANTOINE DE BOUGAINVILLE
		LYCEE PROFESSIONNEL PRIVE COIFFURE PIERRE MASSON
		LYCEE PROFESSIONNEL PRIVE ENCIA
		SECTION D'ENSEIGNEMENT GENERAL ET PROFESSIONNEL ADAPTE DU COLLEGE CHANTENAY
		SECTION D'ENSEIGNEMENT GENERAL ET PROFESSIONNEL ADAPTE DU COLLEGE LA DURANTIERE
		SECTION D'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL DU LYCEE POLYVALENT PRIVE SACRE-COEUR
		SECTION D'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL DU LYCEE POLYVALENT PRIVE SAINT FELIX

EQUIPEMENTS SPORTIFS EXTERIEURS	SECTION D'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL DU LYCEE POLYVALENT PRIVE SAINT-JEAN BAPTISTE DE LA SALLE
	SECTION D'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL DU LYCEE POLYVALENT PRIVE TALENSAC
	SEGPA PRIVEE CLG EXTERNAT ENFANTS NANTAIS
	COLLEGE PRIVE FRANÇOISE D'AMBOISE CHAVAGNES
	AMICALE BOULISTE BREIL MALVILLE
	CENTRE HEBERTISTE RAYMOND BEAUMARD
	CIRCUITS DE RANDONNEES
	CITY STADE SQUARE DES ROSSIGNOLS
	COLLEGE DE CHANTENAY
	COLLEGE NOTRE DAME DU BON CONSEIL
	COLLEGE THEOPHANE VENARD
	COLLEGE VICTOR HUGO
	COMPLEXE SPORTIF BELLEVUE CAMUS
	COMPLEXE SPORTIF DES DERVALLIERES
	CONTRE COURANT / BIVOUAK
	ECOLE ALPHONSE BRAUD
	ECOLE ANDRE LERMITE
	ECOLE DE LA CONTRIE
	ECOLE DE LA FRATERNITE
	ECOLE DES CHATAIGNIERS
	ECOLE DES GARENNES
	ECOLE FELLONNEAU
	ECOLE HAROUYS
	ECOLE JEAN XXIII
	ECOLE LUCIE AUBRAC
	ECOLE NOTRE DAME DE TOUTES JOIES
	ECOLE RUE NOIRE
	ECOLE SAINTE MADELEINE
	ESPACE DU PLESSIS-GAUTRON
	ESPACE MONTPLAISIR
	ESPERANCE SAINT YVES FOOTBALL
	EXTERNAT DES ENFANTS NANTAIS
	GYMNASE DU BREIL-MALVILLE
	GYMNASE GASTON SERPETTE
	GYMNASE JEAN ZAY
	GYMNASE SAINT CLAIR
	ILE DE VERSAILLES
	LYCEE AMBOISE CHAVAGNE
	LYCEE CARCOUET
	LYCEE SAINT STANISLAS
	LYCEE TALENSAC
	META -MAISON DE L'ENFANCE ET TERRAIN D'AVENTURE ACCOORD
	PISCINE DES DERVALLIERES
	PLAINE DE JEUX DE LA BERNADIERE

		PLAINE DE JEUX DE LA DURANTIERE
		PLAINE DE JEUX DE PROCE
		PLATEAU DE BASKET BOURDERIES
		PLATEAU DE BASKET DU BREIL MALVILLE
		PLATEAU D'EVOLUTION CORPS DE GARDE
		PONTON ANNE DE BRETAGNE
		PONTON DES CHANTIERS
		SKATE PARK RICORDEAU
		SQUARE MAURICE SCHWOB
		STADE DE LA CONTRIE LA MELLINET
		STADE DE PROCE- CLOVIS CONSTANT
		STADE PASCAL LAPORTE
		STADE VELODROME PETIT BRETON
		TERRAIN ALAIN FOURNIER
		TERRAIN DU PETIT VERGER
		GYMNASE JEAN OGE (DERVALLIERES)
		TERRAINS DE BOULES FRANÇOIS II
	ETABLISSEMENTS SANITAIRES ET SOCIAUX	A.D.T. 44
		A.N.A.F.
		ACCUEIL DE JOUR LA CLAIRE FONTAINE
		AIRE STAT.NOMADES ""LA FARDIERE""
		ASSOC. COUPLE ET FAMILLE
		CADA SOS NANTES
		CAFS LA DURANTIERE
		CAFS LAMORICIERE
		CAFS POLE NANTAIS
		CATTP ADULTE RUE BRUNELIERE PSY 5
		CATTP ADULTE RUE TOUR D'AUVERGNE PSY 2
		CATTP INTERSECTORIEL BARBARA
		CECOS NANTES
		CENTRE D ACCUEIL POUR DEMANDEURS ASILE
		CENTRE D ACTION EDUCATIVE
		CENTRE DE SANTE DENTAIRE
		CENTRE DE SECTEUR JONCOURS
		CENTRE DE SECTEUR MANUFACTURE
		CENTRE DE SECTEUR TH.GERICAULT
		CENTRE DE SSR LE BEAUMANOIR
		CENTRE DENTAIRE NANTES OMNIPRATIQUE A
		CENTRE DENTAIRE NANTES ORTHODONTIE B
		CENTRE EDUCATIF TREMEAC
		CENTRE MATERNEL ST LUC
		CENTRE NANTAIS DES REFUGIES
		CENTRE PLANIFICATION FAMILIALE
		CENTRE POST-CURE PSY - RUE DES ALOUETT

		CENTRE SOINS MED.""HEMOPHILIE""
		CHRS ANEF FERRER
		CHRS SOLIDARITE FEMMES LA
		CHU DE NANTES :SITE HÃ"TEL-DIEU- HME
		CLIC NANTES ENTOUR'AGE
		CLINIQUE DU PARC
		CLINIQUE JEANNE D'ARC
		CLINIQUE SAINT-AUGUSTIN
		CLINIQUE SOURDILLE
		CMP ADULTES CHU DE NANTES
		CMP ADULTES LA PEROUSE CHU DE NANTES
		CMP CATTP INFANT JUVENIL DOUET GARNIER
		CMP CATTP INFANTO JUVENILE HTE ROCHE
		CMP INFANTO JUVENILE ARSENE LELOUP
		COMITE PROB.ET ASSIST.LIBERES
		CONSEIL CONJUGAL
		CRIFO
		CSAPA LE TRIANGLE
		CSI NANTES CONSTITUTION
		DISPENSAIRE ANTI-VENERIEN
		DOMICILE COLLECTIF BUTTE STE ANNE
		DOMICILE COLLECTIF HAUTS DE CHEZINE
		EHPAD ANNE DE BRETAGNE
		EHPAD DE FONTENY
		EHPAD ESPERANCE
		EHPAD LA CHEZALIERE
		EHPAD LE BOIS HERCE
		EHPAD LES HAUTS DE ST AIGNAN
		EHPAD MA MAISON
		EHPAD NOTRE DAME DE CHARITE
		EHPAD NOTRE DAME DU CHENE
		EHPAD OCEANE
		EHPAD RENOIR
		EHPAD REPOS DE PROCE
		EHPAD STE FAMILLE DE GRILLAUD
		ESAT PASSERELLE POUR L'EMPLOI
		ETAPE JEUNES LE PHARE
		FAH CANTENI
		FAH PERI
		FJT BARBUSSE
		FJT EMBARCADERE
		FJT LES HAUTS DE ST AIGNAN
		FJT PORTE NEUVE
		FOYER D'ACTION EDUCATIVE

		FOYER EDUCATIF DE L'ANEF-FERRER
		FOYER HEBERGEMENT FRATERNITE
		FOYER JEUNES TRAVAILLEURS
		FOYER L'OASIS
		FOYER RESTAURANT DE SAVENAY
		FOYER RESTAURANT LA MADELEINE
		FOYERS 24 BIS & ST MARTIN
		HABITAT HUMANISME
		HALTE DE NUIT 44
		HOP JOUR PEDO-PSY CHU NANTES
		HOPITAL DE JOUR PSY ADULTES
		HOPITAL DE JOUR PSYCHOGERIAT BELLIER
		HOPITAL JOUR CMP MADELEINE ENFANTS
		HOPITAL JOUR ENFANTS CHU DE NANTES
		ICO: SITE SAINT- AUGUSTIN
		IEM LA DURANTIERE
		IES-AUDITIFS LA DURANTIERE
		IES-VISUELS LA DURANTIERE
		INSTITUT LA PERSAGOTIERE
		INTERNAT ANNE DE BRETAGNE
		ITEP LAMORICIERE
		LHSS L'ATRE
		MAISON D ENFANTS SAINT VINCENT DE PAUL
		MAISON RELAIS JEUNE EN ERRANCE
		RELAIS PARENTAL LA COURTE ECHELLE
		RESIDENCE ADOMA BEAULIEU
		RESIDENCE AUTONOMIE GINKGO BILOBA
		RESIDENCE AUTONOMIE MALVILLE
		RESIDENCE AUTONOMIE SYLVAIN ROYE
		RESIDENCE LE CONDORCET
		SERVICE DE TRAVAILLEUSES FAMILIA
		SERVICE TRAVAILLEUSES FAMILIALES
		UDAF 44
		C.A.A.R.U.D. L ACÃ"THE
		MAISON DE SANTE NANTES OUEST
		CENTRE DE SANTE EPIONE
PONT-SAINT-MARTIN	**EQUIPEMENTS SPORTIFS EXTERIEURS**	TERRAIN DE JEUX DU CHAMPSIONNE
REZE	**CRECHES - HALTE-GARDERIES**	MAISON D'ASSISTANTES MATERNELLES A PTITS PAS
	ECOLES - COLLEGES - LYCEES	COLLEGE PETITE LANDE
		COLLEGE PRIVE SAINTE ANNE
		COLLEGE SALVADOR ALLENDE
		ECOLE ELEMENTAIRE CHATEAU NORD
		ECOLE ELEMENTAIRE CHATEAU SUD
		ECOLE ELEMENTAIRE LA HOUSSAIS

	ECOLE MATERNELLE CHATEAU NORD
	ECOLE MATERNELLE CHATEAU SUD
	ECOLE MATERNELLE LA GALARNIERE
	ECOLE MATERNELLE LA HOUSSAIS
	ECOLE MATERNELLE LE CORBUSIER
	ECOLE MATERNELLE ROGER SALENGRO
	ECOLE PRIMAIRE JEAN-JAURES
	ECOLE PRIMAIRE PLANCHER
	ECOLE PRIMAIRE PORT AU BLE
	ECOLE PRIMAIRE PRIVEE SAINT JOSEPH
	LYCEE GENERAL ET TECHNOLOGIQUE JEAN PERRIN
	LYCEE PROFESSIONNEL LOUIS-JACQUES GOUSSIER
	SECTION D'ENSEIGNEMENT GENERAL ET PROFESSIONNEL ADAPTE DU COLLEGE SALVADOR ALLENDE
EQUIPEMENTS SPORTIFS EXTERIEURS	AIRE DE PETANQUE
	CENTRE NAUTIQUE SEVRE ET LOIRE
	CIRCUITS DE RANDONNEE
	COLLEGE SAINTE ANNE
	COMPLEXE CHATEAU NORD
	COMPLEXE LEO LAGRANGE
	COMPLEXE PETITE LANDE
	COMPLEXE SPORTIF DU PORT AU BLE
	CSC DU CHATEAU
	GYMNASE ALEXANDRE PLANCHER
	LE CLOS DES ILES
	LE GENETAIS
	LYCEE JEAN PERRIN
	PARC RUE LANCELOT
	PLATEAU DE SAINT LUPIEN
	PLATEAU D'EVOLUTION DE TRENTEMOULT
	PORT DE TRENTEMOULT
	SQUARE RIGOLO
	SQUARE ROLLAND
	PLATEAU SPORTIF CHATEAU SUD
ETABLISSEMENTS SANITAIRES ET SOCIAUX	ANNEXE DU C.A.E. DE BOUGUENAIS
	CENTRE DE MEDECINE SPORTIVE
	CENTRE DENTAIRE MUTUALISTE
	CHRS TRAJET
	EHPAD ALEXANDRE PLANCHER
	EHPAD LA HOUSSAIS
	EHPAD MAUPERTHUIS
	ESAT ATELIERS DU LANDAS
	FJT GRAND VOILE
	HOPITAL DE JOUR
	HOPITAL DE JOUR ET CMP ADULTES REZE

SAINT-HERBLAIN	CRECHES - HALTE-GARDERIES	HOPITAL JOUR CMP ADULTES BOIS MARINIER
		LIEU DE VIE NE-MOT
		LOGAC LES MAHAUDIERES
		UHD TERRITORIAL
		EHPAD LE CLOS DE L'ÃŽLE MACE
		LAEP LA MARELLE
		LE BOURG -SAINT-HERBLAIN-
		LES DOUDOUS SOUS L'OLIVIER
		POMME DE REINETTE
		PREUX CREMETTERIE
		SOLEIL LEVANT
		LA BERNADIERE
		RAM N°1 INDRE - SAINT-HERBLAIN
		RAM N°2 INDRE - SAINT-HERBLAIN
	ECOLES - COLLEGES - LYCEES	COLLEGE ANNE DE BRETAGNE
		COLLEGE ERNEST RENAN
		COLLEGE LE BREIL
		ECOLE ELEMENTAIRE BEAUREGARD
		ECOLE ELEMENTAIRE CONDORCET
		ECOLE ELEMENTAIRE JACQUELINE AURIOL
		ECOLE ELEMENTAIRE LA BERNARDIERE
		ECOLE ELEMENTAIRE LA RABOTIERE
		ECOLE ELEMENTAIRE LA SENSIVE
		ECOLE ELEMENTAIRE SOLEIL LEVANT
		ECOLE MATERNELLE BEAUREGARD
		ECOLE MATERNELLE BERNARDIERE
		ECOLE MATERNELLE CONDORCET
		ECOLE MATERNELLE JACQUELINE AURIOL
		ECOLE MATERNELLE LA RABOTIERE
		ECOLE MATERNELLE LA SENSIVE
		ECOLE MATERNELLE SOLEIL LEVANT
		ECOLE PRIMAIRE FRANÇOISE GIROUD
		ECOLE PRIMAIRE LA CREMETTERIE
		ECOLE PRIMAIRE LES BUZARDIERES
		ECOLE PRIMAIRE PRIVEE SAINT HERMELAND
		ECOLE PRIMAIRE PRIVEE SAINTE MARIE
		ECOLE SECONDAIRE PRIVEE DIWAN
		LYCEE GENERAL ET TECHNOLOGIQUE CARCOUËT
		SECTION D'ENSEIGNEMENT GENERAL ET PROFESSIONNEL ADAPTE DU COLLEGE ERNEST RENAN
	EQUIPEMENTS SPORTIFS EXTERIEURS	CALICEO
		CENTRE SOCIOCULTUREL DU SOLEIL LEVANT
		CHEVAL DETENTE
		CIRCUIT CHRISTIAN BAGEOT
		CIRCUITS DE RANDONNEE

		COMPLEXE SPORTIF DE LA BOURGONNIERE
		COMPLEXE SPORTIF DU VIGNEAU
		COMPLEXE SPORTIF ERNEST RENAN
		CRAPA DE LA CHEZINE
		ECOLE DE LA BERNARDIERE
		ESPACE MULTISPORTS SENSIVE
		GROUPE SCOLAIRE CONDORCET
		GROUPE SCOLAIRE DE LA CREMETTERIE
		GROUPE SCOLAIRE DES BUZARDIERES
		GROUPE SCOLAIRE DES GRANDS BOIS
		GROUPE SCOLAIRE DU SOLEIL LEVANT
		GROUPE SCOLAIRE JACQUELINE AURIOL
		GROUPE SCOLAIRE LA RABOTIERE
		GROUPE SCOLAIRE SENSIVE
		LA BERNARDIERE
		L'ORVASSERIE - STADE CONSTANT PASQUIER
		PARC DE BELLEVUE
		PLAINE DE JEUX DU SOLEIL LEVANT
		PLAINE DE JEUX DU TILLAY 1
		PLAINE DE JEUX DU TILLAY 2
		PLAINE DE JEUX NOELLES TEISSERIES
		PLATEAU DE LA SOLVARDIERE
		PLATEAU SPORTIF DE LA BOURGONNIERE
		PONEY CLUB SALANTINE HOUSSAY
		SALLES RUE DU TILLAY
		STADE DE L'ORVASSERIE
		STADE DES CALVAIRES
	ETABLISSEMENTS SANITAIRES ET SOCIAUX	C.R.R.F. LA TOURMALINE
		CENTRE ""LA CHICOTIERE""
		CENTRE DE CIRCONSCRIPTION
		CENTRE DE SOINS INFIRMIERS BELLEVUE
		CENTRE DENTAIRE DENTIFREE
		CENTRE DENTAIRE MUTUALISTE
		CENTRE HOSPITALIER DE MAUBREUIL
		CLIC SENIORS INDRE ST HERBLAIN
		CLINIQUE UROLOGIQUE NANTES ATLANTIS
		CPO/CRP LA TOURMALINE
		CRA
		DOMICILE COLLECTIF CREMETTERIE
		EHPAD LA BOURGONNIERE
		EHPAD LES BIGOURETTES
		ESAT CATOUEST
		FAH LE TILLAY
		FAM HORIZONS

	FJT OCEANE
	FOYER DE VIE LA RABOTIERE
	HOPITAL DE JOUR LES APSYADES
	IME AR MOR
	IME LE TILLAY
	IME VAL LORIE
	LA CHICOTIERE-HOSPITALISATION DE JOUR
	MAS HORIZONS
	POLYCLINIQUE DE L'ATLANTIQUE
	UE MATERNELLE AUTISME
	LA CHICOTIERE-APPARTEMENT THERAPEUTIQUE

Annexe 2 : Fiches toxicologiques

Poussières (PM10 et PM2,5)

Références bibliographiques :

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

Date de mise à jour : 23/01/2014

Identification des dangers

Effets systémiques : Augmentation de la mortalité, des symptômes de maladies respiratoires, diminution de la fonction et de la capacité pulmonaire chez les enfants et augmentation des cas de bronchite chronique et d'asthme chez certains adultes.
Dans l'Union Européenne, l'exposition aux PM2,5 produites par les activités humaines réduit en moyenne l'espérance de vie de 8,6 mois.

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

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

Classification cancérogène

CIRC : 1 pour les particules diesel (2012) ;
Union européenne : non classées ;
US-EPA : non classées.

Valeurs Toxicologiques de Références

Seule l'inhalation est concernée.
Il n'existe pas de VTR à seuil pour les particules, étant admis par la communauté scientifique que les particules ont des effets sanitaires sans seuil à court et long terme. Pour autant, aucune VTR sans seuil n'existe dans les bases de données de référence
En l'état actuel des pratiques d'évaluation de risque sanitaire pour les installations classées, la quantification des risques liés aux effets sans seuil des particules est rarement réalisée. Elle n'est donc pas retenue.
Néanmoins, il existe des VTR pour les particules issues des gaz d'échappement des moteurs diesel. Ces VTR sont retenues pour les études liées au trafic automobile.

Benzène (N° CAS : 71-43-2)

Références bibliographiques :

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

Date de mise à jour : 14/01/2016

Identification des dangers

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

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

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

Classification cancérogène :

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

Sulfure d'hydrogène (N° CAS : 7783-06-4)

Références bibliographiques :

- *INERIS. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Sulfure d'hydrogène. Septembre 2011*

Date de mise à jour : 07/12/2018

Identification des dangers

Effets systémiques : Chez l'homme, l'H_2S est associé à une augmentation de la mortalité par pathologies pulmonaires et de l'incidence des pathologies cardiovasculaires et du système nerveux (central et périphérique, mais il existe des co-expositions). Des atteintes oculaires (conjonctivite et kératite) sont également rapportées.

Effets cancérigènes : Une seule étude chez l'homme est disponible. Elle rapporte des excès de risque de cancer nasal et un excès de risque de cancer de la trachée, des bronches et des poumons mais son interprétation reste délicate et ne permet pas de conclure.

Effets sur la reproduction et le développement : Chez l'homme, une augmentation du taux d'avortement spontanés a été décrite mais les résultats sont difficilement interprétables du fait de co-expositions.

Classification cancérogène :

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

Cyanure d'hydrogène (N° CAS : 74-90-8)

Références bibliographiques :

- *INERIS. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Cyanures et dérivés. Septembre 2011*

Date de mise à jour : 07/12/2018

Identification des dangers

Effets systémiques : Chez l'homme, les principaux effets observés lors d'une exposition aux cyanures par inhalation sont des effets respiratoires locaux, des atteintes du système cardiovasculaire, du système hématologique (élévation de l'hémoglobine et du nombre de lymphocytes, basophilie ponctuelle des érythrocytes), du système nerveux (maux de tête, fatigue, modifications des sensations olfactives et gustatives) et de la glande thyroïde (hypertrophie moyenne à modérée de la thyroïde, blocage de l'absorption de l'iode par la thyroïde, augmentation des niveaux de TSH sanguins).

Effets cancérigènes : Il n'existe pas de données chez l'homme ni chez l'animal.

Effets sur la reproduction et le développement : Les rares données disponibles ne sont pas considérées comme significatives.

Classification cancérogène :

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

Toluène (N° CAS : 108-88-3)

Références bibliographiques :

- *INERIS. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Cyanures et dérivés. Septembre 2011*

Date de mise à jour : 07/12/2018

Identification des dangers

Effets systémiques : Chez l'homme, des expositions chroniques au toluène induisent des effets neurologiques sévères pour des expositions à des concentrations élevées. Aux Lors d'expositions professionnelles, des effets neurologiques surviennent pour des expositions comprises entre 30 et 130 ppm (115 et 500 $mg.m^{-3}$) ; il s'agit de troubles du comportement, des altérations de la réponse au test des potentiels évoqués visuels ou de la vision des couleurs. Des effets hépatiques et rénaux sont parfois décrits.

Effets cancérigènes : Il existe très de peu de données relatives aux effets cancérigènes du toluène, aussi bien chez l'homme que chez l'animal, et les rares données disponibles ne rapportent aucun développement de tumeurs néoplasiques. L'IARC classe le toluène en groupe 3, il n'est pas classé par l'US EPA et l'UE.

Effets sur la reproduction et le développement : Si des effets sur la fertilité sont rapportés chez l'homme lors de l'exposition au toluène, ils ne permettent pas d'établir un lien causal fort. Chez le rat, une altération des cellules de la reproduction survient pour des expositions à 2 000 ppm (7 500 $mg.m^{-3}$). Les données, chez l'homme ainsi que celles chez l'animal, mettent en évidence un retard du développement qui se manifeste par une diminution du poids à la naissance, un retard du développement postnatal et une neurotoxicité.

Classification cancérogène :

- **Union européenne** : -
- **CIRC – IARC : Groupe 3**
- **US EPA (IRIS) :** -

Annexe 3 : Description du modèle numérique ARIA Impact

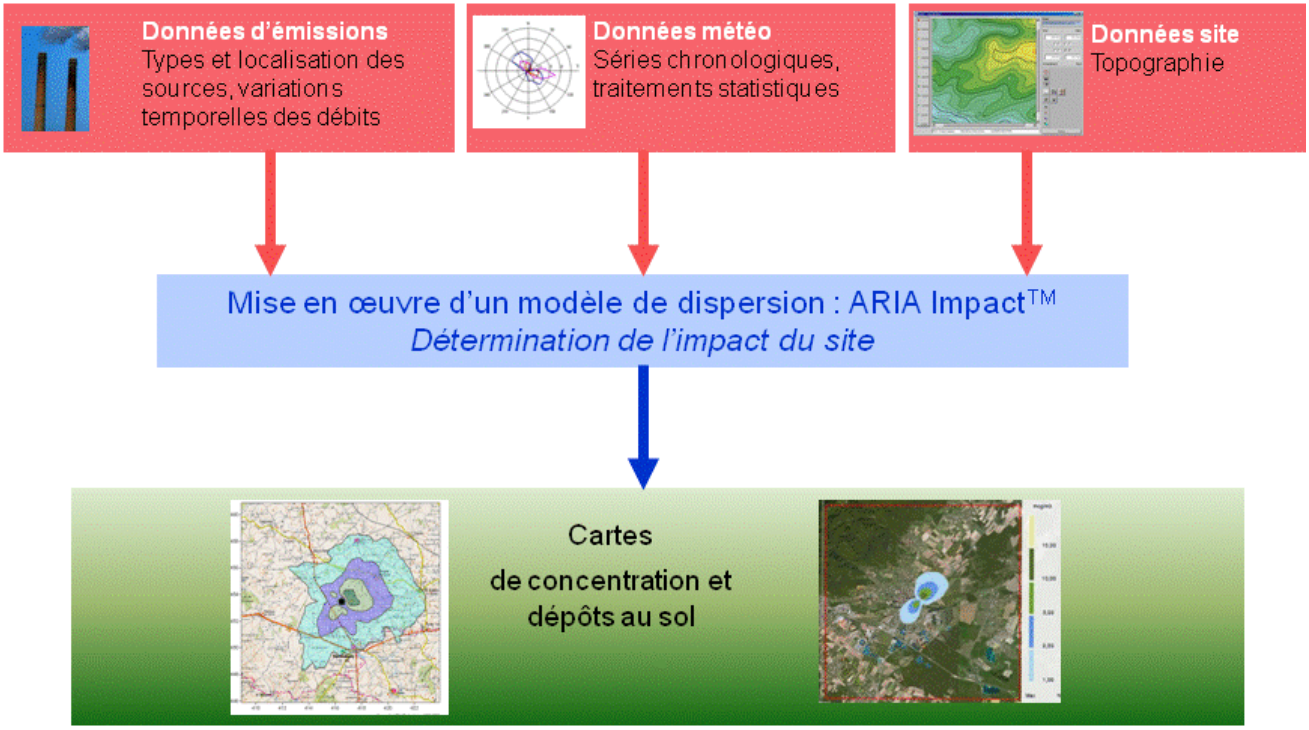
Présentation générale

ARIA Impact™ est un modèle de type "gaussien", conforme aux recommandations de l'E.P.A.[10]. ARIA Impact **répond également aux prescriptions de l'INERIS** pour la modélisation de la dispersion de la pollution atmosphérique des rejets des installations industrielles (cf. Annexe 2 du Guide méthodologique INERIS : Evaluation des Risques Sanitaires liés aux substances chimiques dans l'Etude d'Impact des ICPE). C'est un logiciel de modélisation de la pollution atmosphérique qui permet de répondre à l'ensemble des éléments demandés par la législation française sur la qualité de l'air et européenne, et de fournir les éléments indispensables à :

- l'évaluation des risques sanitaires d'une installation industrielle (moyenne annuelle, centiles, dépôts),
- l'évaluation de l'impact olfactif (concentration d'odeurs, fréquences de dépassement de seuil),
- l'évaluation de l'impact sur la qualité de l'air d'un aménagement routier (moyenne annuelle, centiles).

ARIA Impact™ permet d'étudier **l'impact à long terme** d'une installation en reconstruisant l'impact statistique des émissions à partir d'une chronique météorologique réelle de plusieurs années. Cette approche donne, sur de longues périodes, des résultats cohérents avec les observations des réseaux de la surveillance de la qualité de l'air pour des distances supérieures à 100 mètres.

Le schéma ci-dessous présente la démarche qui est mise en œuvre dans les études d'impact :



[10] Agence de l'environnement américain (Environment Protection Agency).

Fonctionnalités techniques

Logiciel multi-espèces et multi-sources

ARIA Impact™ permet de modéliser la dispersion de :

- de **polluants gazeux** (NOx, SO_2…) : dispersion passive pure sans vitesse de chute ;
- de **polluants particulaires** (PM10, métaux lourds, dioxines…) : dispersion passive et prise en compte des effets gravitaires en fonction de la granulométrie. Les poussières sont représentées sur un nombre arbitraire de classes de taille : si la granulométrie des émissions est connue, des calculs détaillés peuvent être effectués.
- des **odeurs** : mélange de molécules odorantes dont la composition est inconnue, exprimée en unité d'odeur ;
- de **polluants radioactifs**.

Plusieurs types de sources et de polluants peuvent être pris en compte en même temps dans une même modélisation :

- Des **sources ponctuelles** industrielles (incinérateur, centrale thermique…),
- Des **sources diffuses** ou volumiques (atelier de peinture, carrières…),
- Des **sources linéiques** (trafic automobile).

Choix de la météorologie adaptée à la complexité de l'étude

Plusieurs types de modélisation sont possibles avec le logiciel ARIA Impact™ :

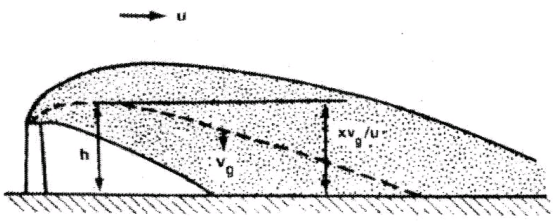
- **Modélisation pour une situation particulière** : il s'agit de modéliser la dispersion des polluants atmosphériques pour une situation météorologique fixée par l'utilisateur (modélisation pour une vitesse de vent et une direction de vent données). Ce mode de calcul peut être utilisé par exemple pour étudier un cas de dysfonctionnement associé à une situation météorologique défavorable, une phase de démarrage, ou encore pour comparer des scénarios d'émissions entre eux.
- **Modélisation statistique depuis une rose des vents :** il s'agit de modéliser la dispersion des polluants atmosphériques en prenant en compte les fréquences d'occurrence d'une rose des vents général. Il est alors possible de calculer des moyennes annuelles, le centile 100 ou des fréquences de dépassement de seuil. Ce mode de calcul est bien adapté pour les polluants gazeux et si la marche de production et d'émissions est constante sur l'année.
- **Modélisation statistique à partir d'une base météorologique complète** : il s'agit de modéliser la dispersion des polluants atmosphériques en prenant en compte une base complète de données météorologiques. Dans ce cas, un calcul académique est réalisé pour chaque échéance météorologique de la base de données. Il est alors possible de calculer des moyennes annuelles, des centiles (98, 99,5 etc…) ou des fréquences de dépassement de seuil. Les statistiques sont donc réalisées à partir de la modélisation de chaque séquence météorologique horaire sur plusieurs années (8 760 situations météo sur une année) ce qui permet de bien tenir compte des variations diurnes et saisonnières des concentrations.

Variation temporelle des émissions

ARIA Impact™ permet de prendre en compte les variations temporelles des émissions. Les émissions peuvent varier en fonction de l'heure, du jour et du mois de l'année.
Il est également possible d'intégrer des périodes de fonctionnement particulières (arrêt technique, panne de fonctionnement du système de traitement des gaz…).

Dépôts au sol

ARIA Impact™ peut prendre en compte la chute de particules par effet gravitaire. Dans ce cas, la vitesse de chute est automatiquement calculée en fonction de la granulométrie et de la densité des particules, faisant varier l'axe d'inclinaison du panache. De plus, la vitesse de dépôt sec définie dans les caractéristiques des espèces permet de calculer les **dépôts secs**.



ARIA Impact™ permet également de prendre en compte le lessivage du panache par la pluie. Cette fonction permet de calculer les **dépôts humides** en plus des dépôts secs.

Dispersion par vents calmes

La prise en compte des vents calmes dans les calculs de dispersion implique l'utilisation d'un modèle plus performant (modèle 3D à bouffées gaussiennes). ARIA Impact™ intègre en standard un algorithme spécifique permettant de calculer l'impact des sources dans le cas de vents calmes, contrairement aux modèles gaussiens classiques.
Un vent est considéré calme lorsque la vitesse du vent est inférieure à 1 m/s.

Reconstitution de profils verticaux météorologiques

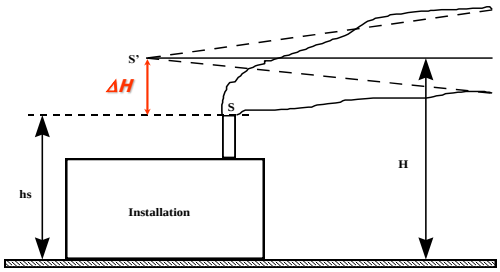
Dans le cas de cheminée, la surélévation du panache est calculée entre autres à partir de la vitesse du vent et de la température de l'air. Ces valeurs sont fournies dans la base de données météorologique. Cependant, ces données correspondent la plupart du temps à des mesures de station sol, c'est-à-dire qu'elles sont mesurées à environ 10 mètres du sol. Pourtant, les valeurs de vitesse de vent et de température observées au sommet de la cheminée peuvent varier de manière importante suivant la hauteur de celle-ci : par exemple, plus la cheminée est haute, plus la vitesse du vent est élevée au niveau du débouché.
Afin de prendre en compte cette variation de vitesse de vent dans les calculs de la dispersion des polluants atmosphériques, le logiciel ARIA Impact™ peut calculer des profils verticaux de vent en fonction des mesures de vent au sol, de la turbulence atmosphérique et de l'occupation des sols, afin de connaître la vitesse du vent au niveau du débouché de la cheminée.

Prise en compte de la couche de mélange

ARIA Impact™ peut calculer la hauteur de couche de mélange à partir des données météorologiques horaires disponibles. Cette hauteur de mélange est alors prise en compte dans le calcul de dispersion par réflexion des panaches sur la couche de mélange.

Surélévation de panache issu de cheminée

Dans le cas de cheminée, lorsque les rejets sont chauds ou que la vitesse d'éjection des fumées est importante, on peut prendre en compte une surélévation du panache. En effet, les fumées de combustion vont s'élever au-dessus de la cheminée jusqu'à ce que leur vitesse ascensionnelle initiale et les effets de différence de densité (dus à la différence de température air/fumées) ne soient plus significatifs. Tout se passe comme si l'émission des rejets se faisait à une hauteur réelle d'émission (hauteur de la cheminée) augmentée de la surhauteur due aux conditions d'éjection. ARIA Impact™ prend en compte les effets de la surélévation des fumées de cheminée. Plusieurs formulations permettant de calculer la surélévation des fumées sont codées dans ARIA Impact afin d'adapter la formule la plus adéquate au cas d'étude (Formule de Holland, Formule de Briggs, Formule de Concawe…).



Conversion des NOx en NO et NO_2

Dans le cas de la modélisation des émissions liées au trafic automobile, ARIA Impact™ contient un algorithme simple permettant de calculer les concentrations en NO et NO_2 à partir des concentrations en NOx, à l'aide de la formule de conversion de Middleton.

Prise en compte simplifiée de la topographie

ARIA Impact™ permet de prendre en compte de manière simplifiée les topographies peu marquées. Un algorithme simple permettant de prendre en compte le relief, sans faire appel à des calculs de vents tridimensionnels, peut être activé dans le module de calcul. Cet algorithme permet de rapprocher du relief l'axe du panache pour des atmosphères stables.

Envols de poussières

ARIA Impact™ contient un module spécifique pour le calcul des envolées de poussières fines, dans le cas d'un **stockage de poussières exposé au vent**.

Cette option permet d'estimer la quantité de poussières émises par une source surfacique en fonction de la rafale de vent, puis de modéliser la dispersion de ces poussières. Il peut s'agir par exemple d'un tas de charbon dont, par vent fort, les poussières fines vont s'envoler. Le calcul de la quantité émise de poussières passe par l'estimation du potentiel d'érosion du stockage, puis des facteurs d'émission fonction de la rafale de vent.

Résultats

Grandeurs calculées

ARIA Impact™ permet de calculer les grandeurs suivantes :

- **moyennes mensuelles et/ou annuelles** de polluant autour du site, en concentrations et dépôts au sol,
- **fréquences de dépassement de seuils** en moyennes journalières ou horaires (normes françaises et européennes),
- **centiles** 98, 99.8, 100 ou autres valeurs de centiles sur une base de calcul prédéfinie (horaire, journalière, 8 heures…).

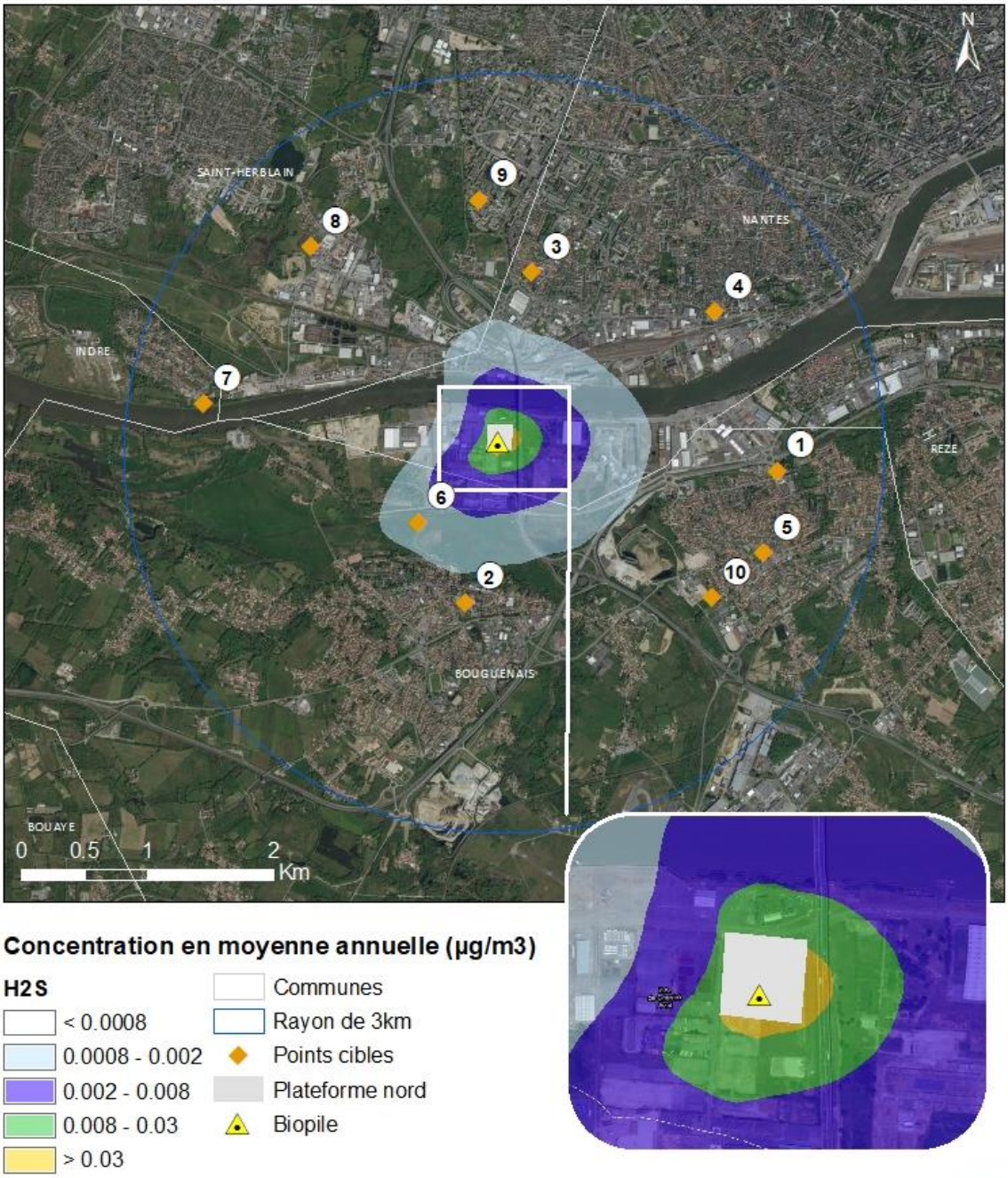
Les résultats de concentrations peuvent être exprimés en µg/m^3, ng/m^3, pg/m^3 ou fg/m^3 pour les polluants classiques, en uo/m^3 pour les odeurs et en Bq/m^3 pour les polluants radioactifs.

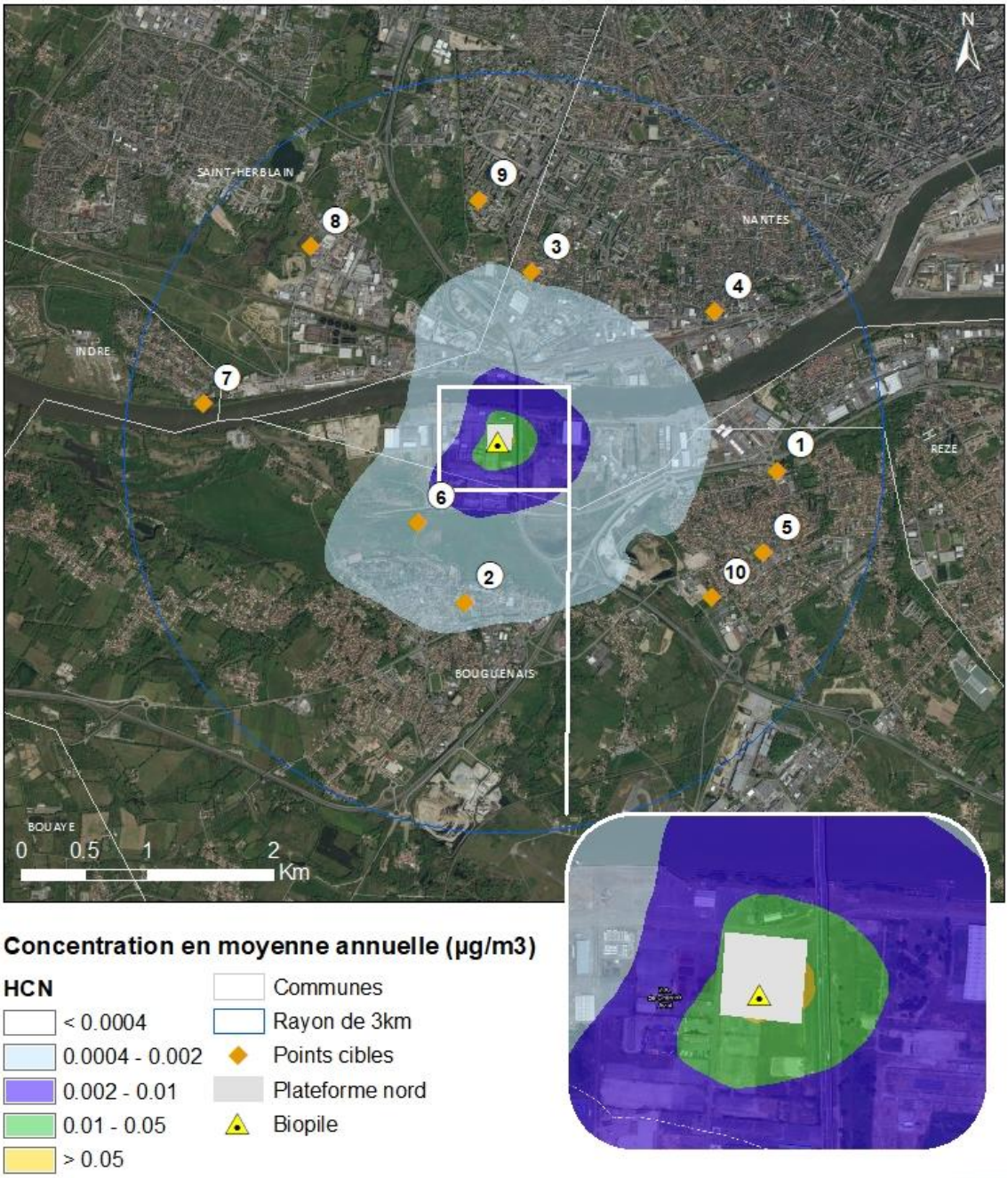
Cartographies

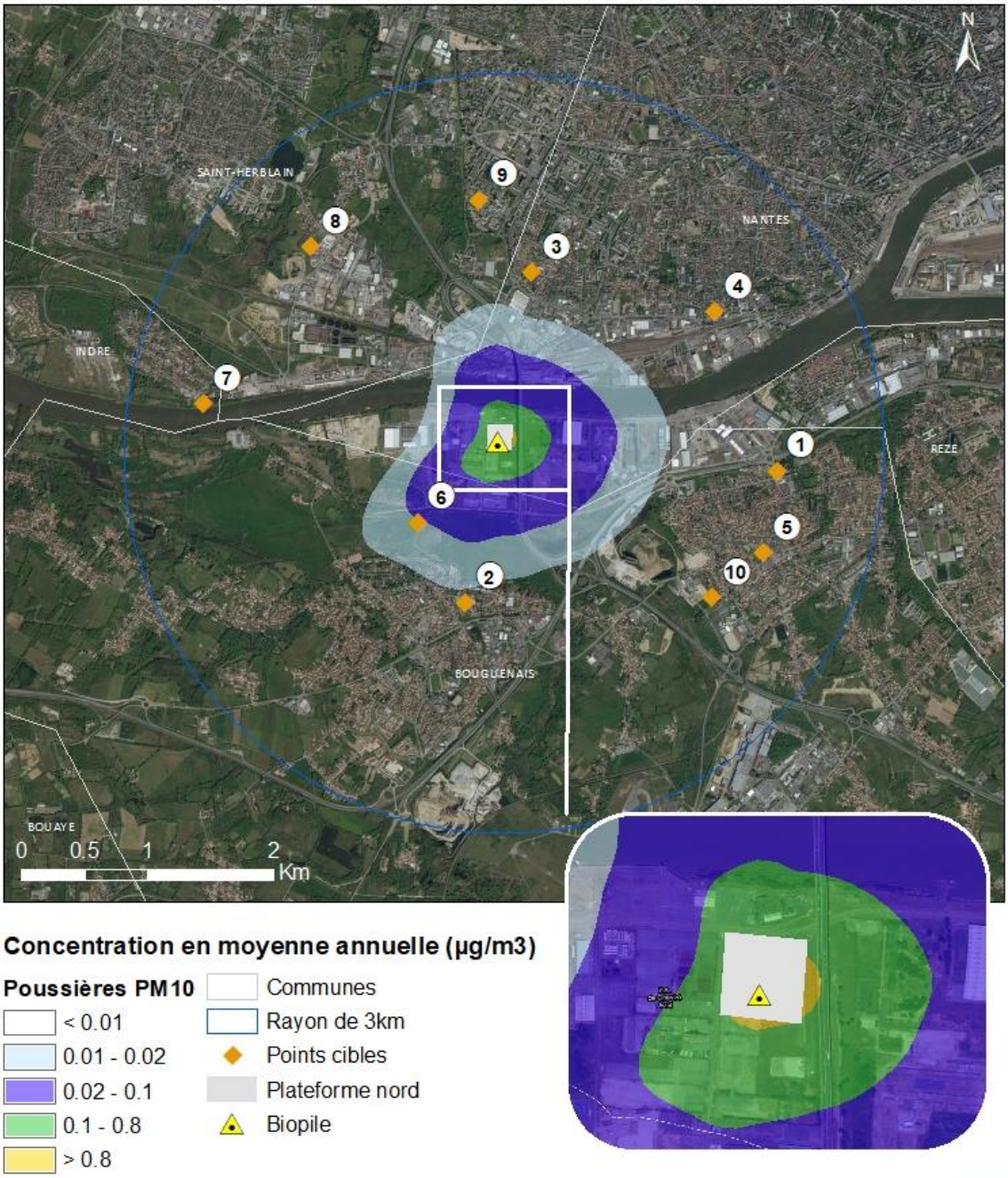
Les résultats obtenus avec ARIA Impact™ peuvent être présentés sous forme cartographique au format image, mais aussi en des formats numériques **compatibles** avec la plupart des **Systèmes d'Informations Géographiques** tels que Mapinfo, ArcView ou SURFER.

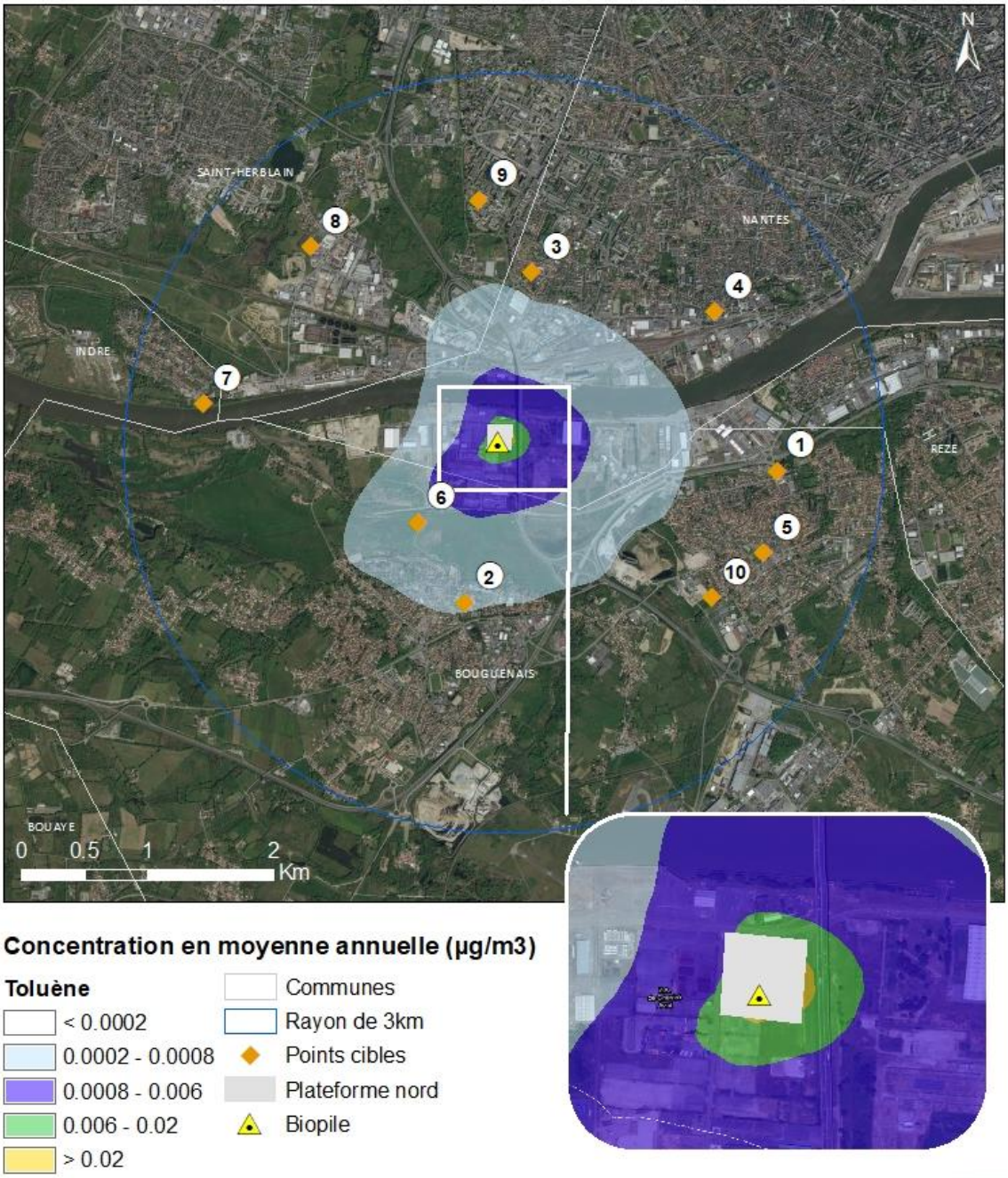
Un export des résultats vers **Google Earth** permet également de visualiser les résultats sur une photo aérienne directement avec le logiciel Google Earth.

Annexe 4 : Cartes de concentration en moyenne annuelle


N
SAINT-HERBLAIN
NANTES
INDRE
REZE
BOUGUENAIS
BOUAYE
0 0.5 1 2
Km
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Concentration en moyenne annuelle (µg/m3)
H2S
< 0.0008
0.0008 - 0.002
0.002 - 0.008
0.008 - 0.03
> 0.03
Communes
Rayon de 3km
Points cibles
Plateforme nord
Biopile


N
SAINT-HERBLAIN
NANTES
INDRE
REZE
BOUGUENAIS
BOUAYE
0 0.5 1 2
Km
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Concentration en moyenne annuelle (µg/m3)
HCN
< 0.0004
0.0004 - 0.002
0.002 - 0.01
0.01 - 0.05
> 0.05
Communes
Rayon de 3km
Points cibles
Plateforme nord
Biopile


N
SAINT-HERBLAIN
NANTES
INDRE
REZE
BOUGUENAIS
BOUAYE
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
0 0.5 1 2
Km
Concentration en moyenne annuelle (µg/m3)
Poussières PM10
< 0.01
0.01 - 0.02
0.02 - 0.1
0.1 - 0.8
> 0.8
Communes
Rayon de 3km
Points cibles
Plateforme nord
Biopile


N
SAINT-HERBLAIN
NANTES
INDRE
REZE
BOUGUENAIS
BOUAYE
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
0 0.5 1 2
Km
Concentration en moyenne annuelle (µg/m3)
Toluène
< 0.0002
0.0002 - 0.0008
0.0008 - 0.006
0.006 - 0.02
> 0.02
Communes
Rayon de 3km
Points cibles
Plateforme nord
Biopile