



Dossier de demande d'autorisation environnementale

TERRA72 - projet de développement du pôle de
recyclage et de production d'énergies
renouvelables sur la commune de Montmirail (72)

Annexe 19 – Etude dispersion des odeurs





Octobre 2022

SETEC

Site PAPREC CSV de Montmirail (72)

Etude d'impact olfactif

Références : Rapport ARIA/2022.058

Documents associés : -

Type de document : Rapport d'études

Avancement du document : Version 1

Accessibilité : Restreint

ARIA Technologies

8-10 rue de la Ferme – 92100 Boulogne-Billancourt

Tél. : +33 (0)1 46 08 68 60 – E-mail : info@aria.fr - <http://www.aria.fr>

S.A.S. au capital de 779 947 € - SIRET 379 180 474 00049 – Code APE 6201Z – RCS Nanterre B 379 180 474

ARIA Technologies		Titre : Site PAPREC CSV de Montmirail (72) – Etude d'impact olfactif						
N° rapport ARIA		22.058						
N° action ARIA		21.168						
Nombre de pages		34	Nombre de figures	12	Nombre de tableaux	8	Nombre d'annexes	1
Auteur(s)		ARIA Technologies, Aude HERVOUIN Ingénieure 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		Aude HERVOUIN Le 17/10/2022		Lydia RICOLLEAU Le 28/10/2022				
DIFFUSION		Date	DESTINATAIRES				Nombre	
Diffusion		28/10/2022	SETEC				1	

SOMMAIRE

1. CADRE DE L'ETUDE.....	5
2. CARACTERISTIQUES DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE.....	6
2.1 Domaine d'étude	6
2.2 Le relief	7
2.3 Météorologie.....	8
2.3.1 Données météorologiques	8
2.3.2 Analyse météorologique.....	8
2.4 Points cibles.....	12
3. EMISSIONS OLFACTIVES	14
3.1 ISDND.....	15
3.2 Plateforme de compostage	15
3.3 Unité de méthanisation.....	16
3.4 Bilan des émissions d'odeurs.....	18
4. DETERMINATION DES CONCENTRATIONS D'ODEURS	20
4.1 Présentation du logiciel de dispersion et paramétrages du modèle	20
4.1.1 Présentation générale du logiciel	20
4.1.2 Paramétrages du modèle de dispersion.....	21
4.2 Contexte réglementaire	21
4.2.1 Définitions.....	21
4.2.2 Réglementation et grandeur calculée	21
4.3 Résultats des simulations.....	22
5. INCERTITUDES	24
5.1 Incertitudes liées au modèle : validation du modèle ARIA Impact.....	24
5.2 Incertitudes liées aux données d'entrée	25
5.2.1 Incertitudes liées aux émissions	25
5.2.2 Incertitudes liées aux mesures météorologiques.....	25
5.2.3 Incertitudes liées aux paramètres du modèle.....	25
5.2.4 Incertitudes liées à la variabilité.....	26
6. CONCLUSION.....	27
ANNEXES	28
ANNEXE 1 : DESCRIPTION DU MODELE NUMERIQUE ARIA IMPACT	29

TABLE DES ILLUSTRATIONS

TABLEAUX

Tableau 1 : fréquence d'apparition de chaque classe de vitesse de vent toutes directions confondues	9
Tableau 2 : statistiques relatives à la température de l'air	11
Tableau 3 : points cibles retenus	13
Tableau 4 : caractéristiques des sources et flux d'odeurs de l'ISDND	15
Tableau 5 : caractéristiques et flux d'odeurs pour les sources d'émissions de la plateforme de compostage	16
Tableau 6 : concentrations d'odeurs issues de la bibliographie	17
Tableau 7 : caractéristiques des sources et flux d'odeurs de l'unité de méthanisation	18
Tableau 8 : impact olfactif du site	22

FIGURES

Figure 1 : carte du domaine d'étude	6
Figure 2 : topographie du domaine d'étude (source : IGN BD ALTI®)	7
Figure 3 : rose des vents générale – 2018 à 2020 (3 ans)	9
Figure 4 : répartition des cas météorologiques en fonction de la stabilité atmosphérique	10
Figure 5 : variation moyenne mensuelle de la température (période du 01/01/2018 au 31/12/2020)	11
Figure 6 : localisation des points cibles	12
Figure 7 : localisation des sources d'odeur	14
Figure 8 : localisation des sources d'odeur de l'unité de méthanisation	17
Figure 9 : diagramme présentant le bilan des émissions par installations	18
Figure 10 : diagramme présentant les émissions par sources d'odeurs	19
Figure 11 : méthodologie du logiciel ARIA Impact	20
Figure 12 : carte des concentrations d'odeurs dépassées 2 % du temps (centile 98)	23

1. CADRE DE L'ETUDE

L'étude de dispersion atmosphérique des odeurs du site PAPREC CSV de Montmirail (72) a été confiée à ARIA Technologies.

Ce rapport présente le calcul des concentrations en odeur effectué à l'aide du modèle gaussien présent dans le logiciel ARIA Impact.

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

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

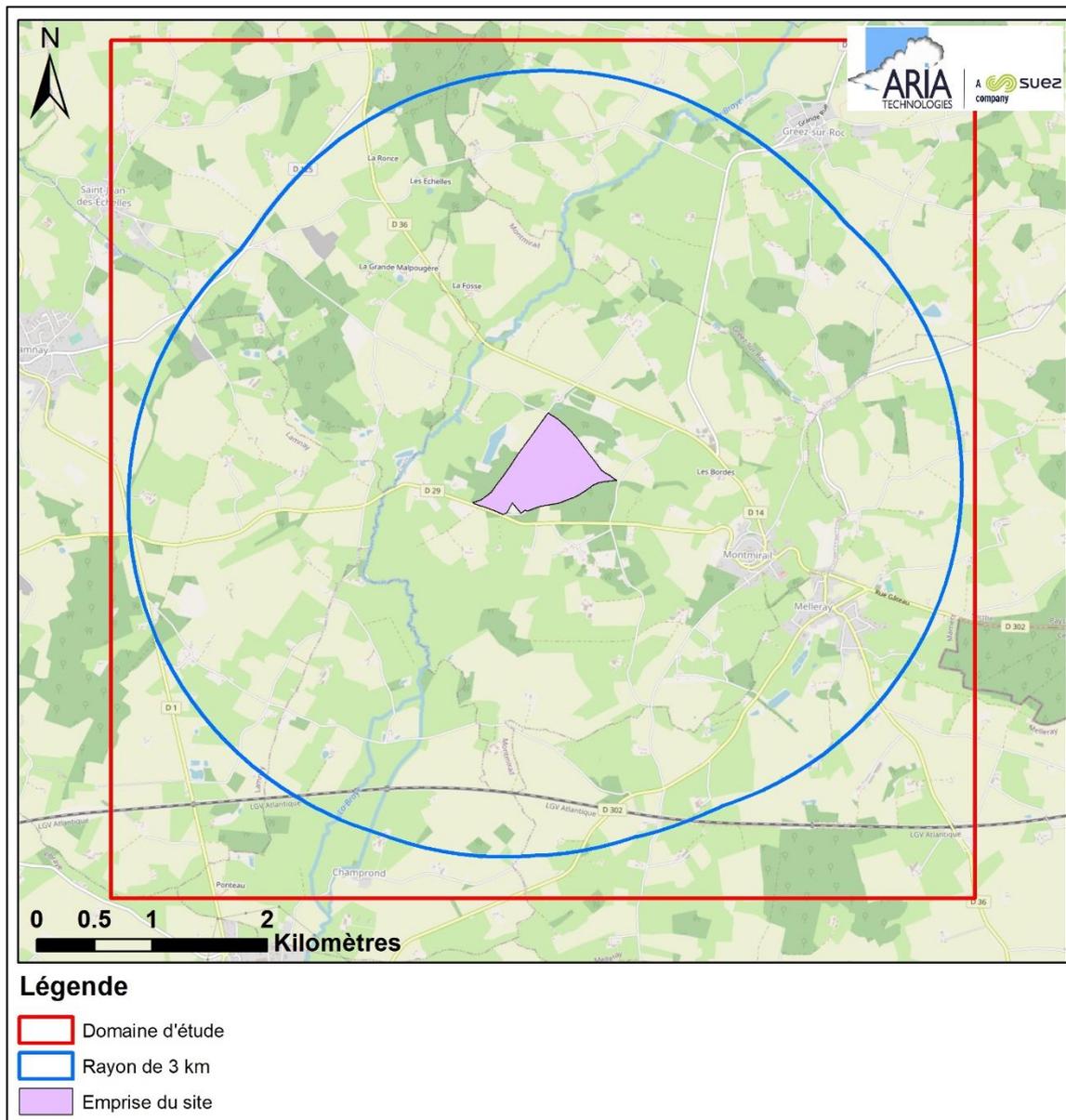
L'ensemble des cartographies se base sur des éléments propres à ARIA Technologies.

2. CARACTERISTIQUES DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE

2.1 DOMAINE D'ETUDE

Le domaine d'étude retenu est un carré de 7,5 km de côté centré sur le site. Il intègre un rayon de 3 km autour des limites du site.

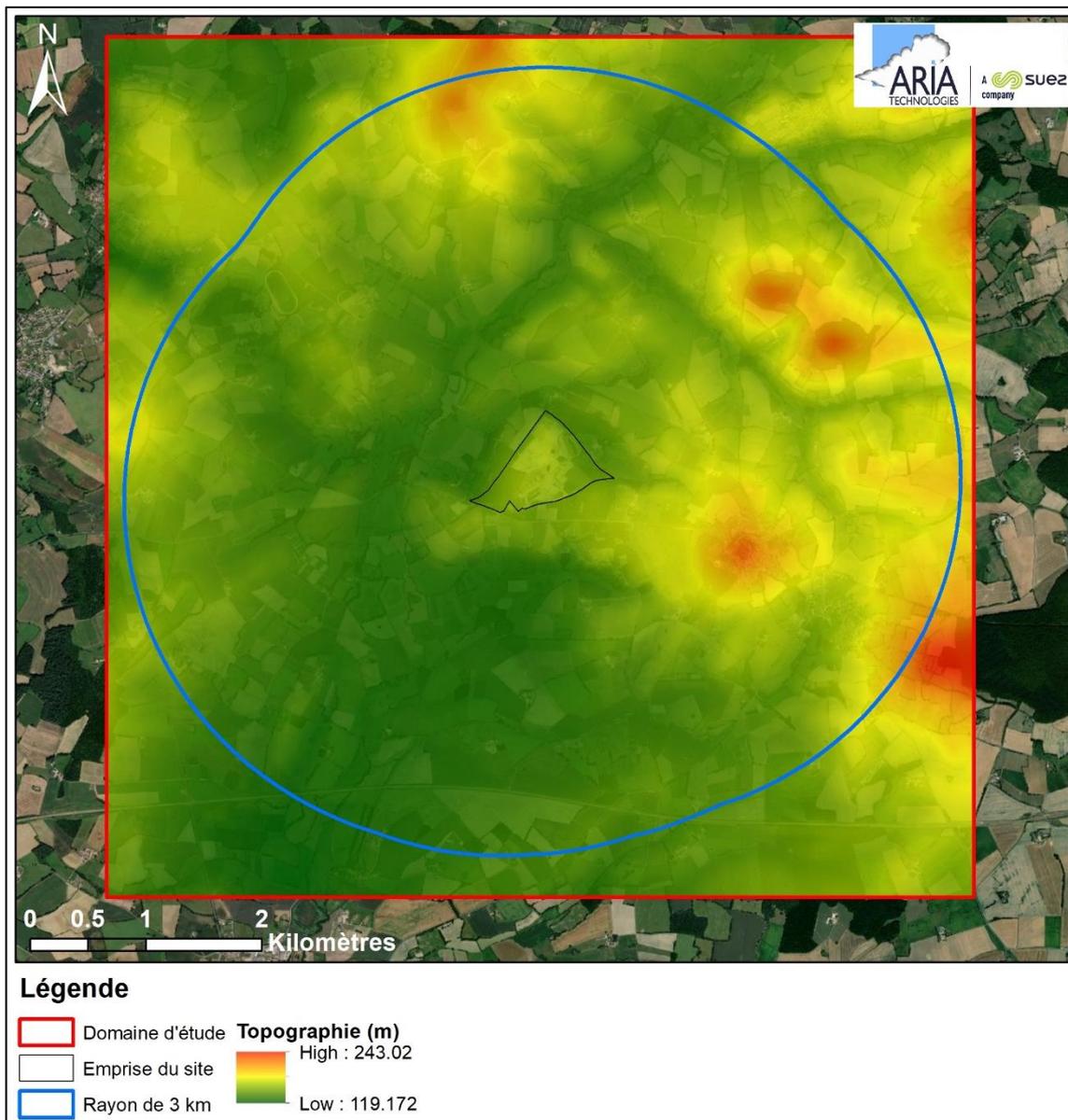
Figure 1 : carte du domaine d'étude



2.2 LE RELIEF

La topographie est issue d'un Modèle Numérique de Terrain au pas de 75 mètres (données IGN). La Figure 2 présente une vue 2D de la topographie sur le domaine d'étude. Le relief est compris entre 119 et 243 mètres NGF.

Figure 2 : topographie du domaine d'étude (source : IGN BD ALTI®)



2.3 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 et 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.

2.3.1 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.**

Selon les critères ci-dessus, les données météorologiques retenues pour la simulation de dispersion proviennent de la station météorologique du Luart pour les données de vent (vitesse et direction) et de température, ainsi que de la station du Mans pour les données de nébulosité.

Les données météorologiques utilisées sont des données trihoraires (1 mesure toutes les 3 heures). Ces fichiers comportent trois années de données : du 01/01/2018 au 31/12/2020.

2.3.2 Analyse météorologique

2.3.2.1 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 calculée à partir des données trihoraires sur la période 01/01/2018 au 31/12/2020. Le Tableau 1 synthétise les fréquences d'occurrence par classe de vitesse, toutes directions confondues.

Figure 3 : rose des vents générale – 2018 à 2020 (3 ans)

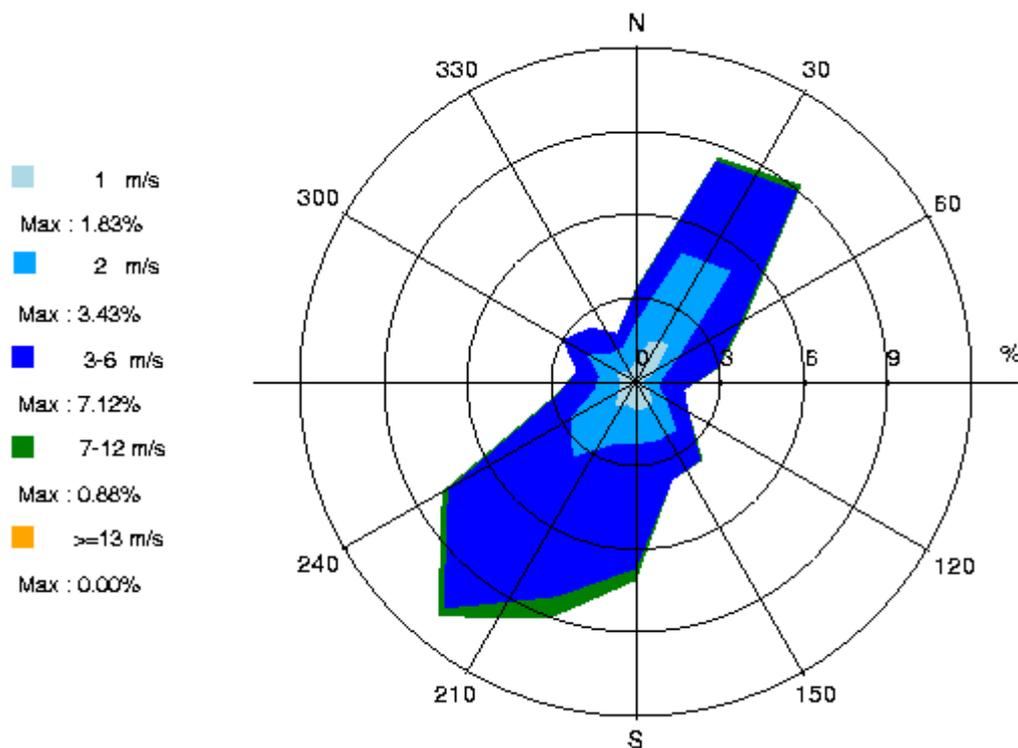


Tableau 1 : fréquence d'apparition de chaque classe de vitesse de vent toutes directions confondues

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 (%)	12,8	14,0	25,3	45,2	2,8	0,0

Sur la période retenue pour cette étude (du 01/01/2018 au 31/12/2020), les principaux résultats de cette analyse sont les suivants :

- la rose des vents montre deux directions principales :
 - vents du sud-ouest (39 % des occurrences du vent mesuré ont une direction comprise entre 180° et 270°¹) ;
 - vents du nord/nord-est (34 % des occurrences du vent mesuré ont une direction comprise entre 340° et 80°).
- sur l'ensemble des directions, les vents ont une vitesse moyenne de 2,6 m/s (9,5 km/h) ;
- les vents les plus fréquents sont les vents de vitesse comprise entre 3 m/s et 6 m/s soit respectivement 10,8 km/h et 21,6 km/h ;
- les vents faibles (de vitesse inférieure à 1,5 m/s) sont très fréquents et représentent 26,8 % des estimations dont 12,8 % de vents calmes (vents inférieurs à 0,9 m/s soit 3,2 km/h) qui sont les plus pénalisants pour la dispersion des polluants ;
- les vents forts (de vitesse supérieure à 6,5 m/s soit 23,4 km/h) sont peu fréquents et représentent 2,8 % des observations.

¹ 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.

2.3.2.2 Stabilité atmosphérique

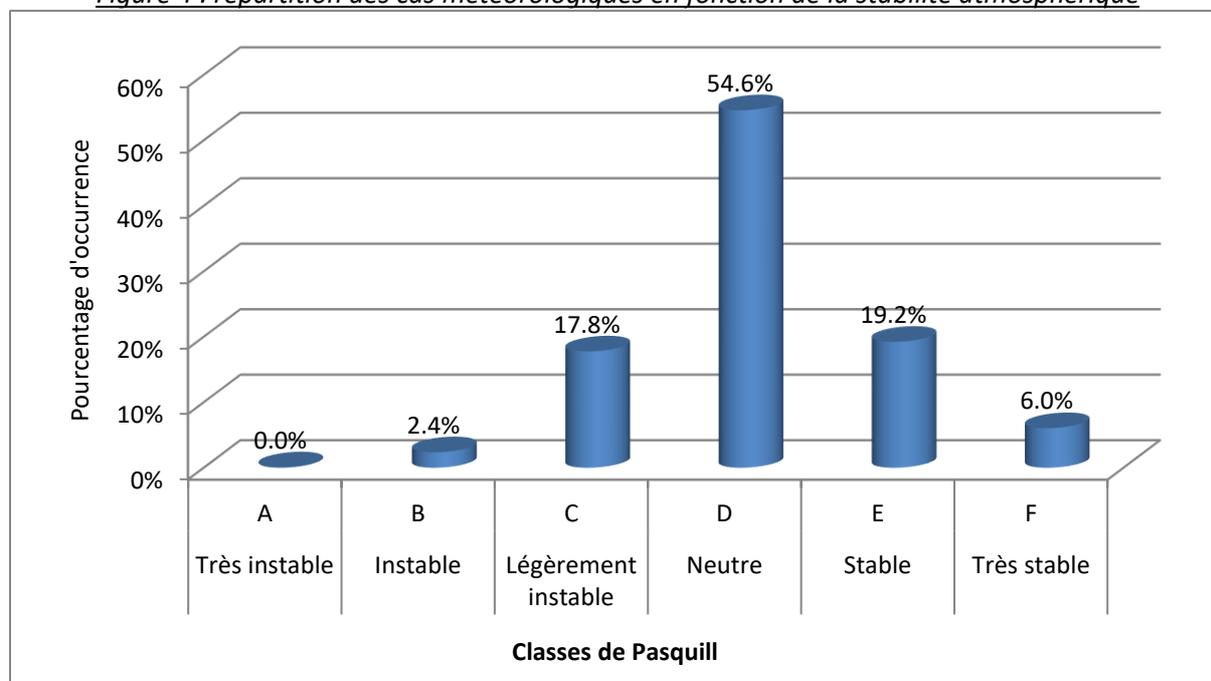
La stabilité de l'atmosphère est destinée à quantifier les propriétés diffuses de l'air dans les basses couches. Elle est souvent associée à la structure thermique de l'atmosphère : par exemple, les situations d'inversion thermique se produisent lorsque l'atmosphère est stable.

Elle est déterminée à partir du vent et de la nébulosité 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

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 (54,6 %), ce qui est très favorable pour la dispersion atmosphérique.

Les vents ont une vitesse moyenne d'environ 0,4 m/s en situation très stable - donc pénalisante pour la dispersion des émissions, tandis qu'en atmosphère neutre, elle est de 3,1 m/s.

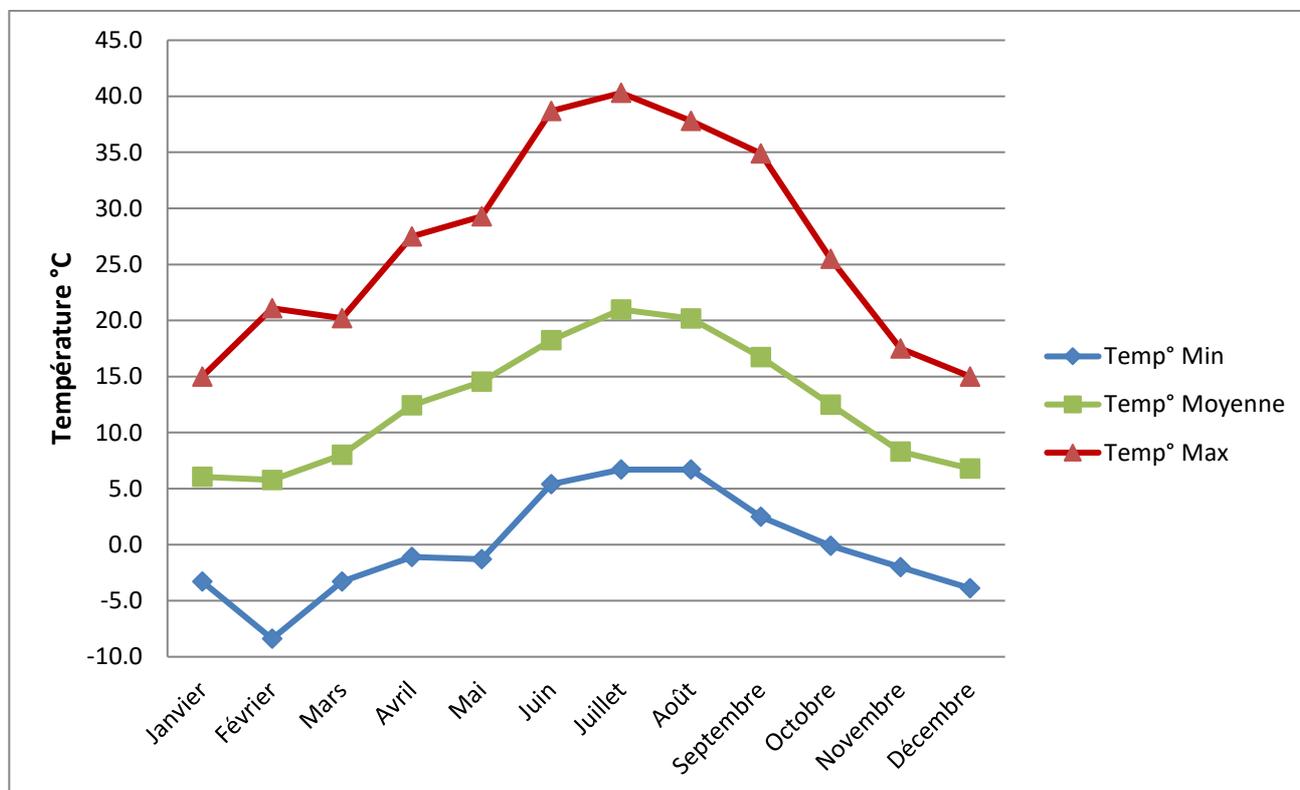
2.3.2.3 Températures

La température de l'air, dernier paramètre intervenant dans le processus de dispersion des polluants, est en moyenne de 12,6°C pour les trois années d'observations et varie peu au cours des trois années comme le montre le Tableau 2. La Figure 5 présente les variations moyennes mensuelles de la température minimale, moyenne et maximale sur la période du 01/01/2018 au 31/12/2020.

Tableau 2 : statistiques relatives à la température de l'air

	Température moyenne (°C)
2018	12,4
2019	12,2
2020	13,1
Moyenne	12,6

Figure 5 : variation moyenne mensuelle de la température (période du 01/01/2018 au 31/12/2020)



2.4 POINTS CIBLES

L'impact olfactif lié au site de Montmirail est quantifié au niveau de 15 points cibles. Il s'agit des habitations les plus proches du site dans chaque direction, d'une maison de retraite, d'une école et d'équipements sportifs extérieurs. Ces points cibles sont présentés sur la Figure 6 et décrites dans le Tableau 3.

Figure 6 : localisation des points cibles

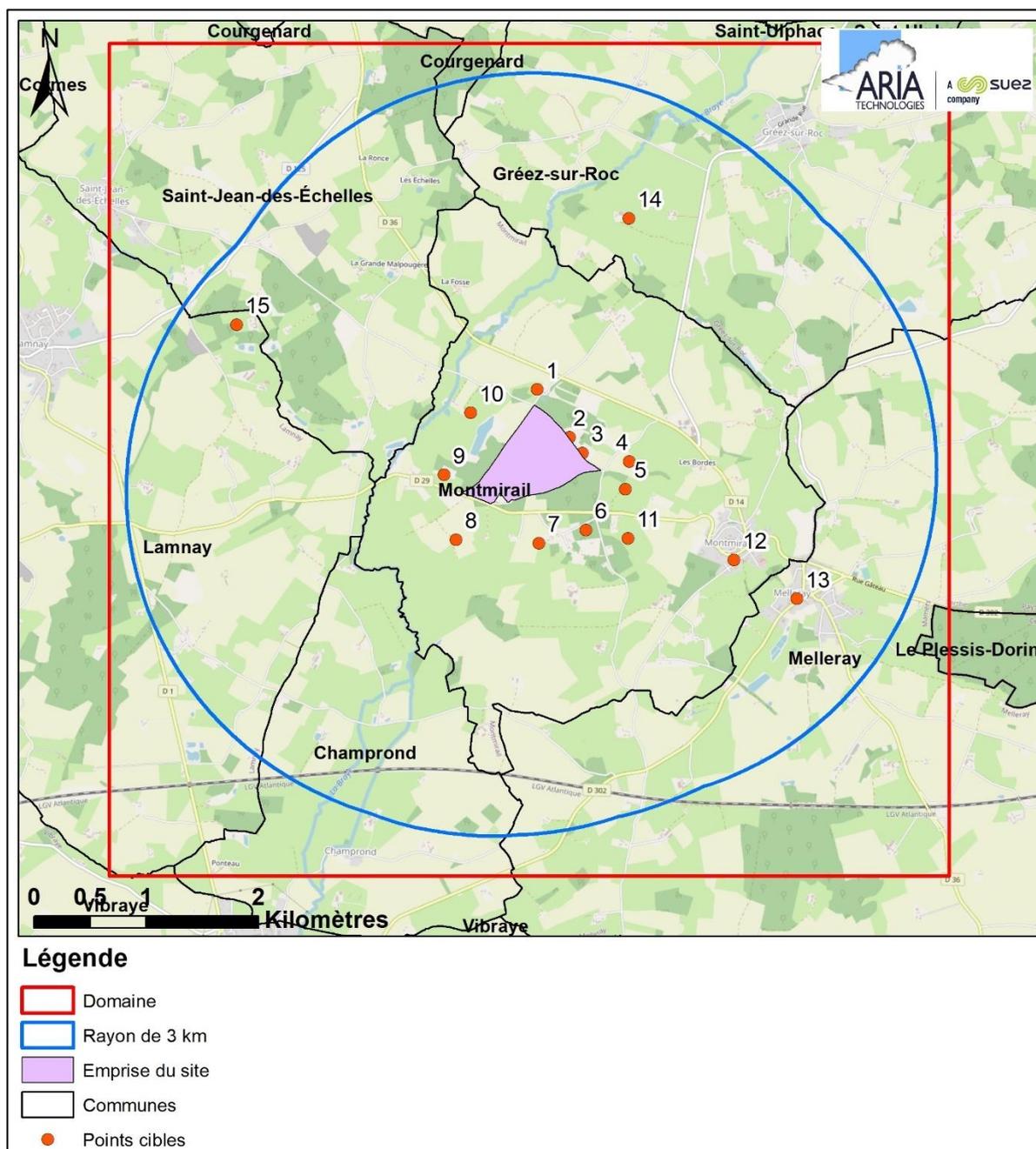


Tableau 3 : points cibles retenus

Id	Nom	Distance au site (m)
1	Habitation au nord - Montmirail	150
2	Habitation au nord-est - Montmirail	10
3	Habitation au nord-est 2 - Montmirail	10
4	Habitation à l'est - Montmirail	270
5	Habitation à l'est 2 - Montmirail	270
6	Habitation au sud-est - Montmirail	450
7	Habitation au sud - Montmirail	440
8	Habitation au sud-ouest - Montmirail	420
9	Habitation à l'ouest - Montmirail	220
10	Habitation au nord-ouest - Montmirail	420
11	Hippodrome de la Croix Verte - Montmirail	660
12	EHPAD L'Arc en Ciel - Montmirail	1 440
13	Ecole élémentaire publique - Melleray	2 110
14	Centre équestre du Pic – Grééz-sur-Roc	1 890
15	Ecurie Blery - Lamnay	2 510

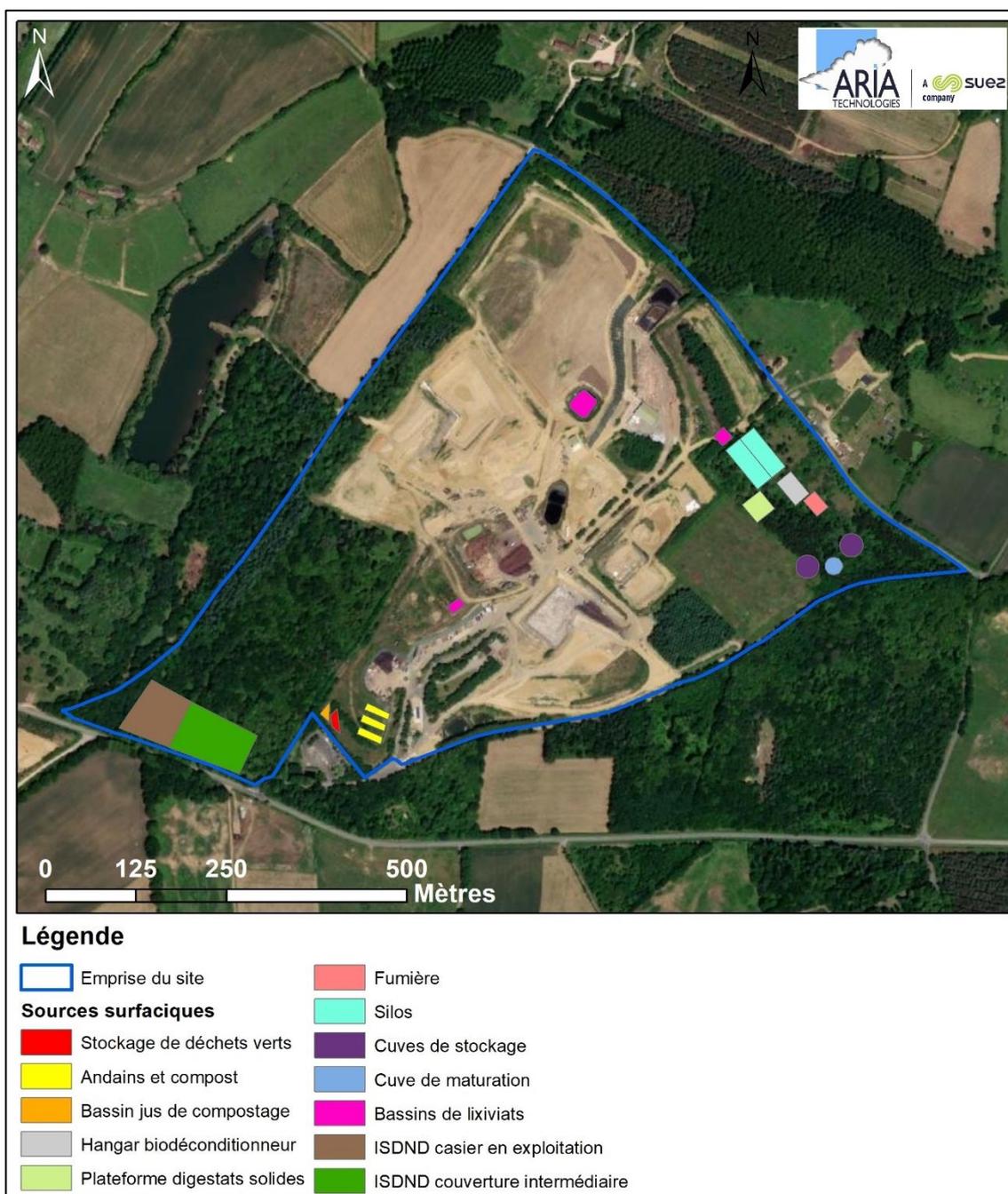
3. EMISSIONS OLFACTIVES

Parmi les différentes installations du site, les odeurs peuvent provenir :

- de l'ISDND :
 - o au niveau des subdivisions de casiers en exploitation et avec couverture intermédiaire ;
 - o au niveau des bassins de lixiviats ;
- de l'installation de compostage ;
- de l'unité de méthanisation.

Les autres installations ne sont pas émettrices d'odeur ou en faible quantité par rapport à celles retenues ci-dessus. Les différentes sources sont localisées sur la Figure 7.

Figure 7 : localisation des sources d'odeur



3.1 ISDND

Les émissions d'odeur de l'ISDND proviennent de différentes sources diffuses localisées sur la Figure 7.

Faute d'information sur les émissions du site, les émissions d'odeurs prises en compte sont issues de données mesurées sur une dizaine d'ISDND similaires.

En raison du faible taux de fuite du biogaz de la zone réaménagée de l'ISDND comparé aux casiers avec couverture intermédiaire et en exploitation, les émissions d'odeurs issues de la zone réaménagée sont considérées comme négligeables.

Les émissions des sources surfaciques (casiers, bassins de lixiviats) sont proportionnelles à la surface des sources. Le débit d'odeur de ces sources a été calculé grâce au flux surfacique (moyenne des mesures réalisées sur des sites similaires) et à la surface de chaque source. L'ensemble des résultats est présenté dans le Tableau 4.

Tableau 4 : caractéristiques des sources et flux d'odeurs de l'ISDND

Source	Flux surfacique* (u.o.E/h/m ²)	Surface d'émissions (m ²)	Débit d'odeur (u.o.E/h)
Subdivision de casiers en exploitation	13 900	5 000	7,0E+07
Subdivision de casiers avec couverture intermédiaire	2 900	6 580	1,9E+07
Bassin de lixiviats 1	4 700	850	4,0E+06
Bassin de lixiviats 2	4 700	15	7,1E+04
Bassin de lixiviats 3	4 700	330	1,6E+06
Bassin de lixiviats 4	4 700	250	1,2E+06
TOTAL			9,5E+07

* moyenne des mesures réalisées sur des sites similaires

3.2 PLATEFORME DE COMPOSTAGE

Les émissions d'odeur de la plateforme de compostage proviennent de différentes sources diffuses. Elles sont localisées sur la Figure 7.

Faute d'information sur les émissions du site, les émissions d'odeurs prises en compte sont issues de données mesurées sur une dizaine de sites de compostage similaires. Le Tableau 5 présente les flux d'odeur proposés pour chaque source d'émission.

En l'absence d'information sur l'avancement du compostage des andains, nous considérerons :

- L'un des andains en fermentation ;
- L'un des andains en maturation ;
- L'un des andains comme du stockage de compost.

Tableau 5 : caractéristiques et flux d'odeurs pour les sources d'émissions de la plateforme de compostage

	Unité	Bassin (jus de compostage)	Stockage déchets verts	Andains en fermentation	Andains en maturation	Stockage de compost	TOTAL
Surface réelle d'émissions	m ²	150	250	375	375	375	-
Fonctionnement	h/an	continu 8 760	continu 8 760	continu 8 760	continu 8 760	continu 8 760	
Flux surfacique*	uo/h/m ²	12 670	16 850	5 960	11 470	970	
Débit d'odeur	uo/h	1,9E+06	4,2E+06	2,2E+06	4,3E+06	3,6E+05	1,3E+07

* données moyennes mesurées sur une dizaine d'autres sites de compostage similaires

3.3 UNITE DE METHANISATION

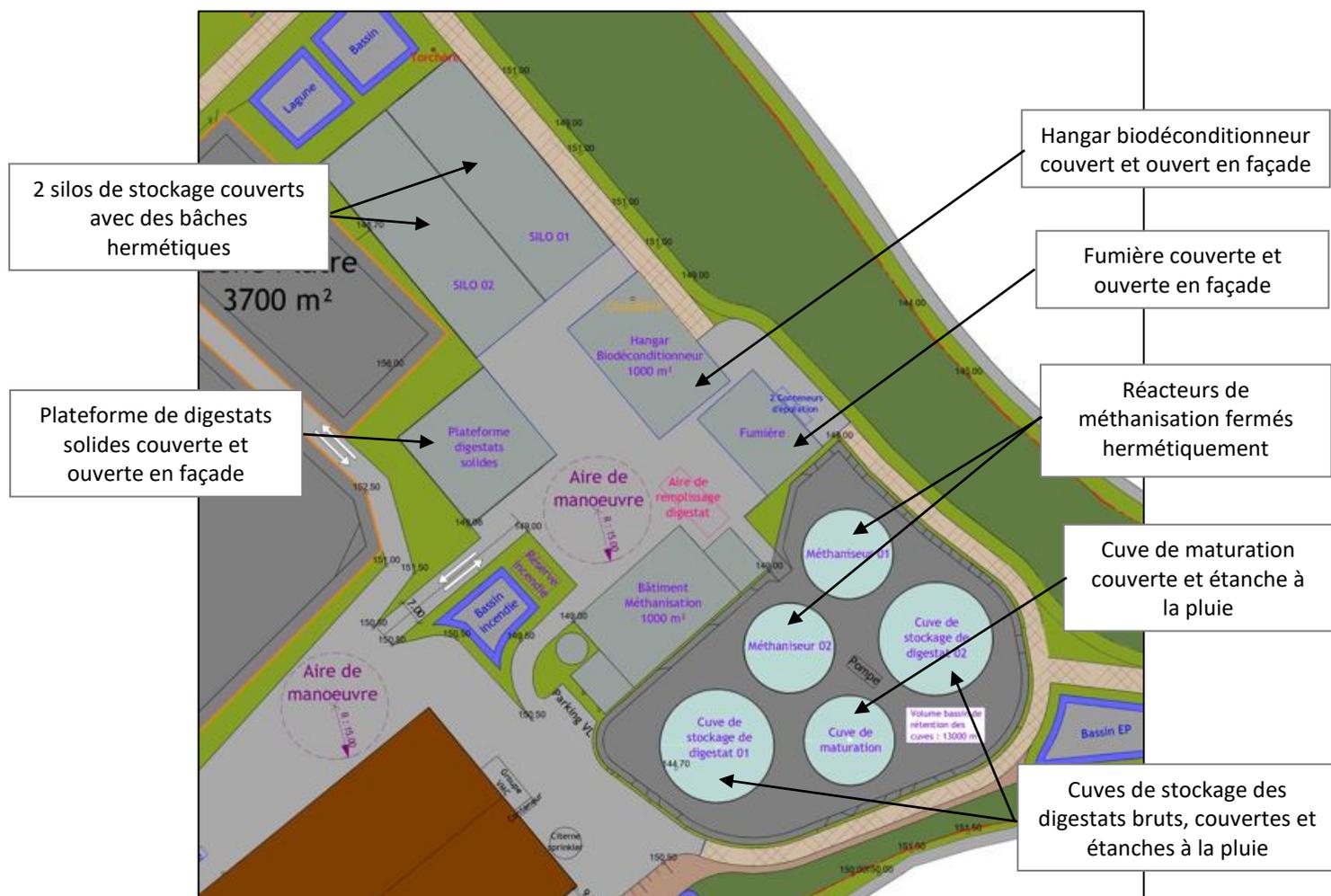
Les différentes sources susceptibles d'émettre des odeurs au niveau de l'unité de méthanisation sont les suivantes (cf. Figure 8) :

- les biodéchets des ménages, des petits producteurs, des industriels agroalimentaires et agricoles seront stockés dans 2 silos bâchés hermétiquement : ils seront ouverts et découverts au fur et à mesure (les deux silos ne seront jamais ouverts simultanément) ;
- la plateforme de digestats solides sera couverte et ouverte en façade ;
- le hangar biodéconditionneur sera couvert et ouvert en façade ;
- la fumière sera couverte et ouverte en façade ;
- les réacteurs de méthanisation seront fermés hermétiquement. Selon les données bibliographiques disponibles², les fuites d'odeurs sont négligeables devant les autres sources d'émission d'odeurs. Ils ne seront donc pas retenus pour la suite de l'étude ;
- les cuves de maturation et de stockage des digestats liquides seront couvertes et étanches à la pluie.

² Rapport ADEME : Sandrine Bayle, Axelle Cadière, Stéphane Cariou, Mathilde Chaignaux, Jean-Francois Despres, Jean-Louis Fanlo, Benoit Roig. 2019. Emissions atmosphériques biologiques et chimiques de la filière de méthanisation. 115 pages.

« Rapport d'étude d'impact odorant d'un site de méthanisation », OLENTICA.

Figure 8 : localisation des sources d'odeur de l'unité de méthanisation



On suppose que les deux silos ne sont jamais ouverts simultanément, l'un est donc considéré ouvert et l'autre couvert d'une bâche hermétique.

Le Tableau 6 présente les concentrations d'odeurs moyennes issues de données mesurées sur d'autres sites de méthanisation similaires³.

Tableau 6 : concentrations d'odeurs issues de la bibliographie

Source	Concentration d'odeurs à l'air libre (uo/m ³)
Stockage de fumier	504
Stockage de céréales, ensilage	720
Digesteur (réacteurs)	négligeable (< 20)
Digestats solides	229
Digestats liquides	3 926

³ Stockage de fumier : Sandrine Bayle, Axelle Cadière, Stéphane Cariou, Mathilde Chaignaux, Jean-Francois Despres, Jean-Louis Fanlo, Benoit Roig. 2019. Emissions atmosphériques biologiques et chimiques de la filière de méthanisation. 115 pages.
« Rapport d'étude d'impact odorant d'un site de méthanisation », OLENTICA.

Le Tableau 7 présente les émissions calculées pour les sources d'odeurs retenues. En hypothèse majorante, pour les sources couvertes (silos et cuves), nous avons considéré que la couverture entraînait un abattement de 50 % des concentrations d'odeurs⁴. Les sources correspondant à des sources surfaciques à l'air libre, il a été retenu un débit émissif unitaire de 3 m³/h/m² classiquement utilisé pour ce type de source.

Tableau 7 : caractéristiques des sources et flux d'odeurs de l'unité de méthanisation

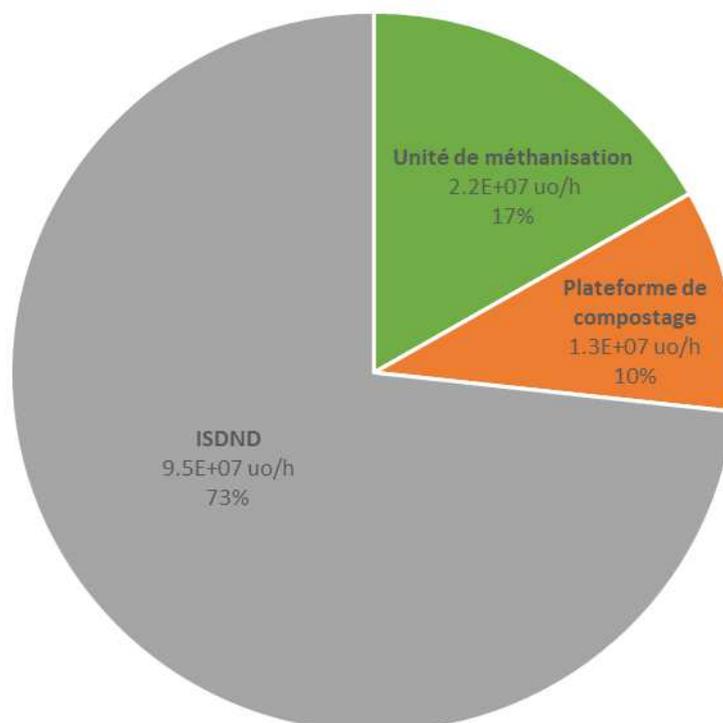
	Surface d'émissions	Concentration d'odeurs	Flux surfacique	Débit d'odeur
	m ²	uo/m ³	uo/h/m ²	uo/h
Silo de stockage bâché	1 750	360	1 080	1,9E+06
Silo de stockage ouvert	1 750	720	2 160	3,8E+06
Plateforme de digestats solides	1 000	229	687	6,9E+05
Hangar biodéconditionneur	1 000	720	2 160	2,2E+06
Fumière	600	504	1 512	9,1E+05
Cuves de stockage des digestats liquides couverte	1 630	1 963	5 889	9,6E+06
Cuve de maturation des digestats liquides couverte	470	1 963	5 889	2,8E+06
			TOTAL	2,2E+07

3.4 BILAN DES EMISSIONS D'ODEURS

La Figure 9 présente le bilan des émissions d'odeurs par installation, et la Figure 10 présente les émissions par sources.

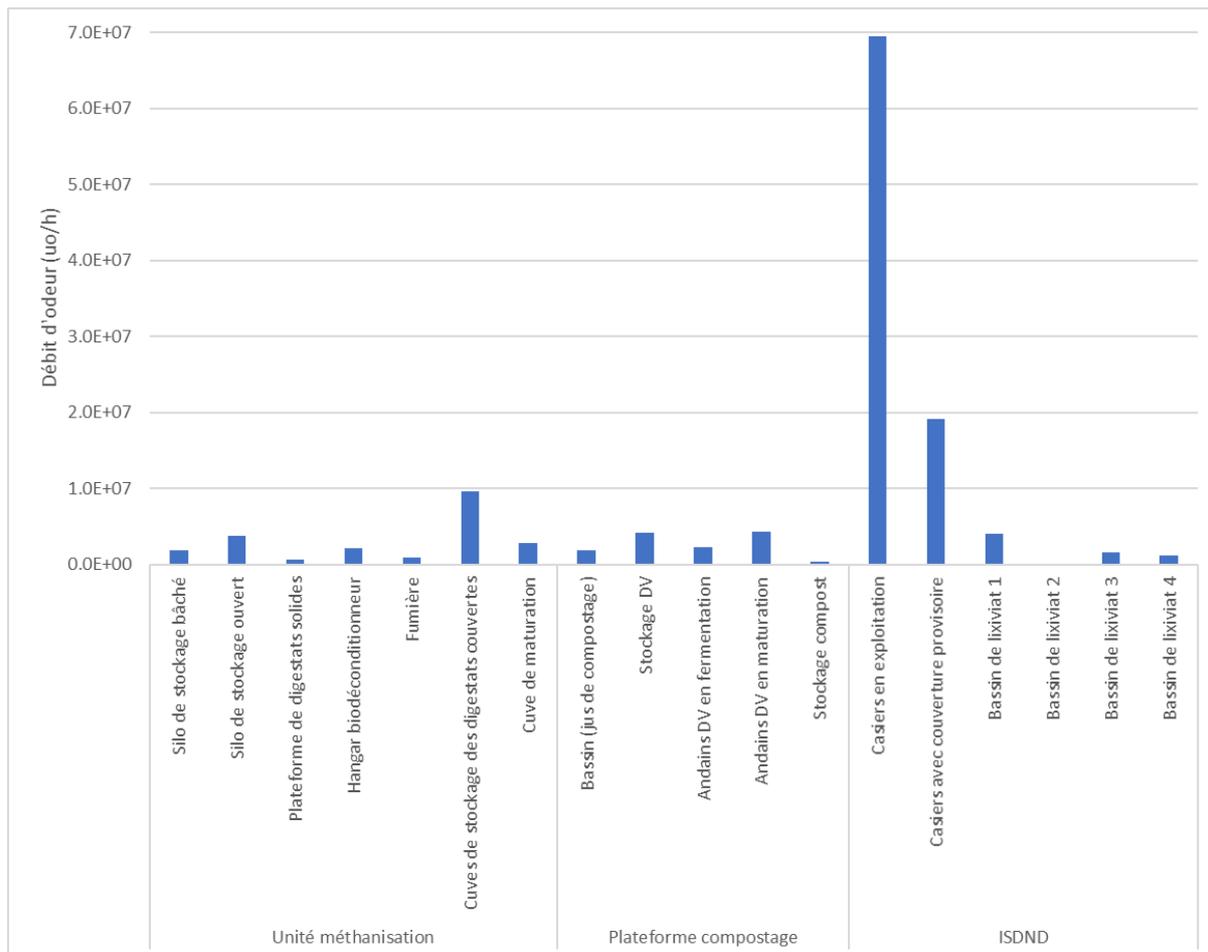
Compte tenu du fonctionnement du site et des hypothèses retenues, **le flux total global d'odeur sur le site est estimé à 1,3.10⁸ uo/h.**

Figure 9 : diagramme présentant le bilan des émissions par installations



⁴ « Impacts environnementaux de la gestion biologique des déchets – bilan des connaissances », ADEME, 2005.

Figure 10 : diagramme présentant les émissions par sources d'odeurs



4. DETERMINATION DES CONCENTRATIONS D'ODEURS

4.1 PRESENTATION DU LOGICIEL DE DISPERSION ET PARAMETRAGES DU MODELE

4.1.1 Présentation générale du logiciel

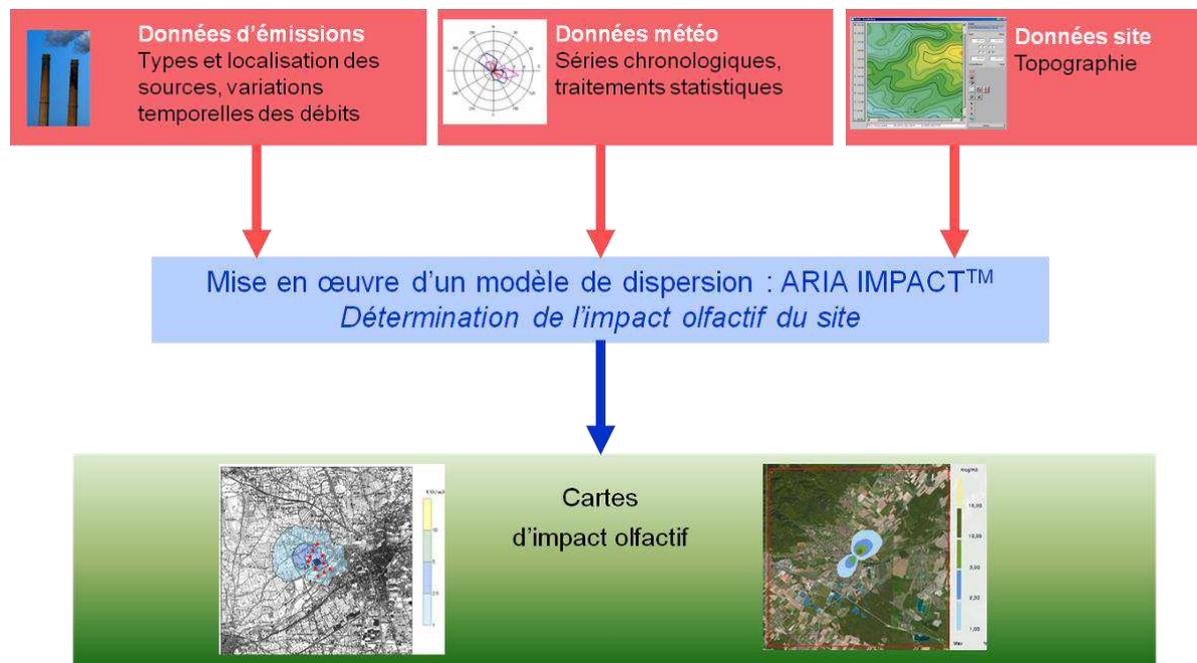
Le modèle utilisé pour cette analyse statistique est le logiciel ARIA Impact, version 1.8. Ce logiciel permet d'élaborer des statistiques météorologiques et de déterminer l'impact des émissions rejetées par une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques. Il permet de simuler plusieurs 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 1.

Le diagramme ci-dessous schématise la méthodologie.

Figure 11 : méthodologie du logiciel ARIA Impact



4.1.2 Paramétrages du modèle de dispersion

Les hypothèses de calcul suivantes ont été prises en compte :

- une prise en compte simplifiée du relief ;
- un modèle de dispersion selon les écarts-types de Pasquill (modèle adapté pour les sites ruraux) ;
- une maille de calcul de 50 mètres ;
- les émissions d'odeur présentées au paragraphe 3.

4.2 CONTEXTE REGLEMENTAIRE

4.2.1 Définitions

Le niveau d'une odeur ou concentration d'un mélange odorant est défini conventionnellement comme étant le facteur de dilution qu'il faut appliquer à un effluent pour qu'il ne soit plus senti comme odorant par 50 % des personnes constituant un échantillon de population.

- **Seuil de perception** : c'est l'odeur perçue par 50 % de la population. Il est égal à $1 \text{ uo}_E/\text{m}^3$.
- **Seuil de reconnaissance** : c'est l'odeur reconnue par 50 % de la population. Il équivaut en général à 2 à $3 \text{ uo}_E/\text{m}^3$.
- **Seuil de discernement** : c'est l'odeur nettement perçue par 50 % de la population. Il équivaut à $5 \text{ uo}_E/\text{m}^3$.

4.2.2 Réglementation et grandeur calculée

En France, il n'existe pas de valeurs limites en termes d'odeur pour les installations de stockage de déchets. Cependant, les installations de compostage ou de stabilisation biologique aérobie et les installations de méthanisation soumises à autorisation sont réglementées au niveau de l'impact olfactif par des arrêtés ministériels. D'après l'article 26 de l'arrêté ministériel du 22 avril 2008 fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les installations de compostage ou de stabilisation biologique aérobie soumises à autorisation et d'après l'article 15 de l'arrêté ministériel du 14 juin 2021 modifiant l'arrêté du 10 novembre 2009 fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les installations de méthanisation soumises à autorisation, « *la concentration d'odeur imputable à l'installation telle qu'elle est évaluée dans l'étude d'impact au niveau des zones d'occupation humaine (habitations occupées par des tiers, stades ou terrains de camping agréés ainsi que zones destinées à l'habitation par des documents d'urbanisme opposables aux tiers, établissements recevant du public à l'exception de ceux en lien avec la collecte et le traitement des déchets) dans un rayon de 3 000 mètres des limites clôturées de l'installation ne doit pas dépasser la limite de $5 \text{ uo}_E/\text{m}^3$ plus de 175 heures par an, soit une fréquence de dépassement de 2 %.* ».

Conformément à ces deux arrêtés, l'impact olfactif de l'ensemble des rejets atmosphériques issus du site a été évalué en estimant la valeur de la concentration dépassée 175 heures dans l'année, soit 2 % du temps (centile 98). Cette valeur est ensuite comparée à la valeur limite de $5 \text{ uo}_E/\text{m}^3$.

Pour les simulations, les concentrations d'odeur sont calculées pour chaque échéance tri-horaire de la base de données météorologiques sur la période 01/01/2018 au 31/12/2020, ce qui représente 8 768 situations météorologiques modélisées successivement. A partir de ces simulations, les concentrations dépassées 2 % du temps ou centiles 98 sont calculées en chaque point du domaine d'étude.

4.3 RESULTATS DES SIMULATIONS

Les résultats de l'étude sont donnés sous forme de **carte** et de **tableau**. Ces résultats ne concernent que la contribution des rejets étudiés. L'unité retenue pour exprimer les concentrations d'odeur est l'unité d'odeur européenne par m³ d'air (uo_E/m³). Les résultats sont présentés au niveau des points cibles retenus présentés au paragraphe 2.4.

Le Tableau 8 présente, au niveau de la zone géographique la plus impactée en dehors des limites du site et au niveau des points cibles, les concentrations d'odeur dépassées 2 % du temps, soit 175 heures par an (centile 98).

Tableau 8 : impact olfactif du site

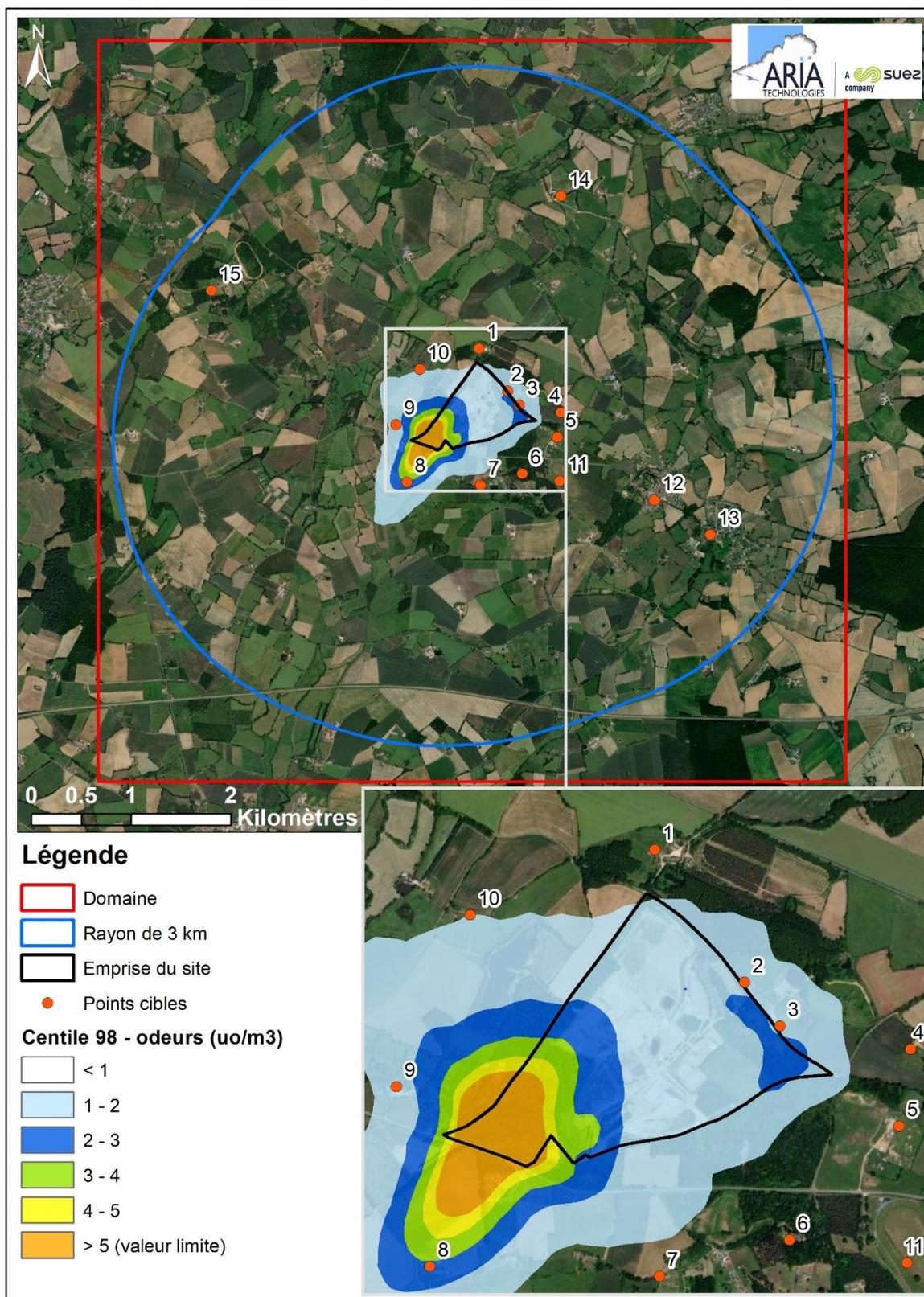
Points cibles		Concentration dépassée 175 heures par an (centile 98) uo _E /m ³
1	Habitation au nord - Montmirail	0,7
2	Habitation au nord-est - Montmirail	1,2
3	Habitation au nord-est 2 - Montmirail	1,5
4	Habitation à l'est - Montmirail	0,5
5	Habitation à l'est 2 - Montmirail	0,5
6	Habitation au sud-est - Montmirail	0,6
7	Habitation au sud - Montmirail	0,7
8	Habitation au sud-ouest - Montmirail	3,0
9	Habitation à l'ouest - Montmirail	1,8
10	Habitation au nord-ouest - Montmirail	1,0
11	Hippodrome de la Croix Verte - Montmirail	0,3
12	EHPAD L'Arc en Ciel - Montmirail	0,1
13	Ecole élémentaire publique - Melleray	0,1
14	Centre équestre du Pic – Gréez-sur-Roc	0,2
15	Ecurie Blery - Lamnay	0,1
Point cible le plus exposé		3,0
		Point 8
Point géographique le plus exposé du domaine d'étude en dehors des limites du site		12,9 <i>à l'est du site, à proximité immédiate des limites de site, dans une zone inhabitée</i>
Valeur limite		5 uo_E/m³ <i>à ne pas dépasser dans les zones d'occupation humaine</i>

Au niveau des points cibles retenus correspondant aux premières zones d'occupation humaine, les concentrations dépassées 2 % du temps (centile 98) sont inférieures à la valeur limite fixée à 5 uo_E/m³. **La réglementation en vigueur fixée pour les sites de compostage et de méthanisation est donc respectée.**

Cette valeur limite peut être dépassée en dehors des limites du site à l'est de celui-ci, mais il s'agit de zones inhabitées (zones agricoles).

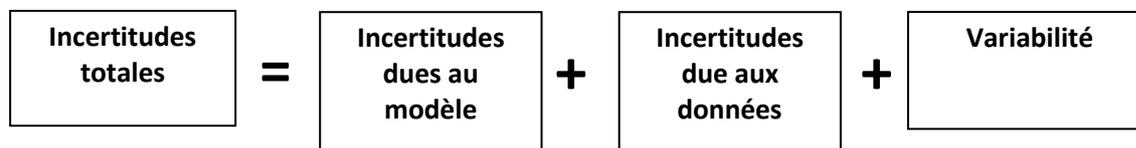
La Figure 12 présente la carte de concentrations dépassées 2 % du temps (centile 98) et permet de localiser les zones dépassant la valeur limite fixée à 5 uo_E/m³ (zones agricoles).

Figure 12 : carte des concentrations d'odeurs dépassées 2 % du temps (centile 98)



5. INCERTITUDES

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 :



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.

5.1 INCERTITUDES LIEES AU MODELE : VALIDATION DU MODELE 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 « Prairie 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 SPPI Dunkerque concernant l'application du modèle ARIA Impact à l'ensemble de la zone industrielle de Dunkerque pour les rejets de SO₂. 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.

5.2 INCERTITUDES LIEES AUX DONNEES D'ENTREE

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

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

5.2.1 Incertitudes liées aux émissions

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

On suppose que les sources d'émissions émettent en continu dans le temps excepté pour les phases de retournement. Les émissions d'odeurs des sources sont considérées comme homogènes sur la totalité de leur surface d'émission.

5.2.2 Incertitudes liées aux mesures météorologiques

Les données météorologiques sont issues des mesures de Météo-France. Les stations choisies ont été qualifiées comme étant les plus représentatives du site.

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 de 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 » d'un opérateur. 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.

5.2.3 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.

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.

5.2.4 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.

6. CONCLUSION

L'étude de dispersion atmosphérique des odeurs du site PAPREC CSV de Montmirail (72) a été confiée à ARIA Technologies.

Les émissions d'odeur du site proviennent :

- de l'ISDND :
 - o au niveau des subdivisions de casiers en exploitation et avec couverture intermédiaire ;
 - o au niveau des bassins de lixiviats ;
- de l'installation de compostage ;
- de l'unité de méthanisation.

La valeur limite retenue pour cette étude est fixée à $5 \text{ uo}_E/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 175 heures par an (2 % du temps) dans les zones d'occupation humaine situées dans un rayon de 3 km autour des limites du site. Il s'agit d'une valeur définie pour les installations de compostage et de méthanisation soumises à autorisation, il n'existe pas de valeur limite en termes d'odeur pour les installations de stockage de déchets.

Au niveau des points cibles retenus correspondant aux premières zones d'occupation humaine, les concentrations dépassées 2 % du temps (centile 98) sont inférieures à la valeur limite fixée à $5 \text{ uo}_E/\text{m}^3$. **La réglementation en vigueur fixée pour les sites de compostage et de méthanisation est donc respectée.**

Cette valeur limite est dépassée en dehors des limites du site à l'est de celui-ci, mais il s'agit de zones inhabitées (zones agricoles).

En conclusion, la valeur limite réglementaire de $5 \text{ uo}_E/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 175 heures par an (ou 2 % du temps) est respectée dans les zones d'occupation humaine.

ANNEXES

Annexe 1 : Description du modèle numérique ARIA Impact

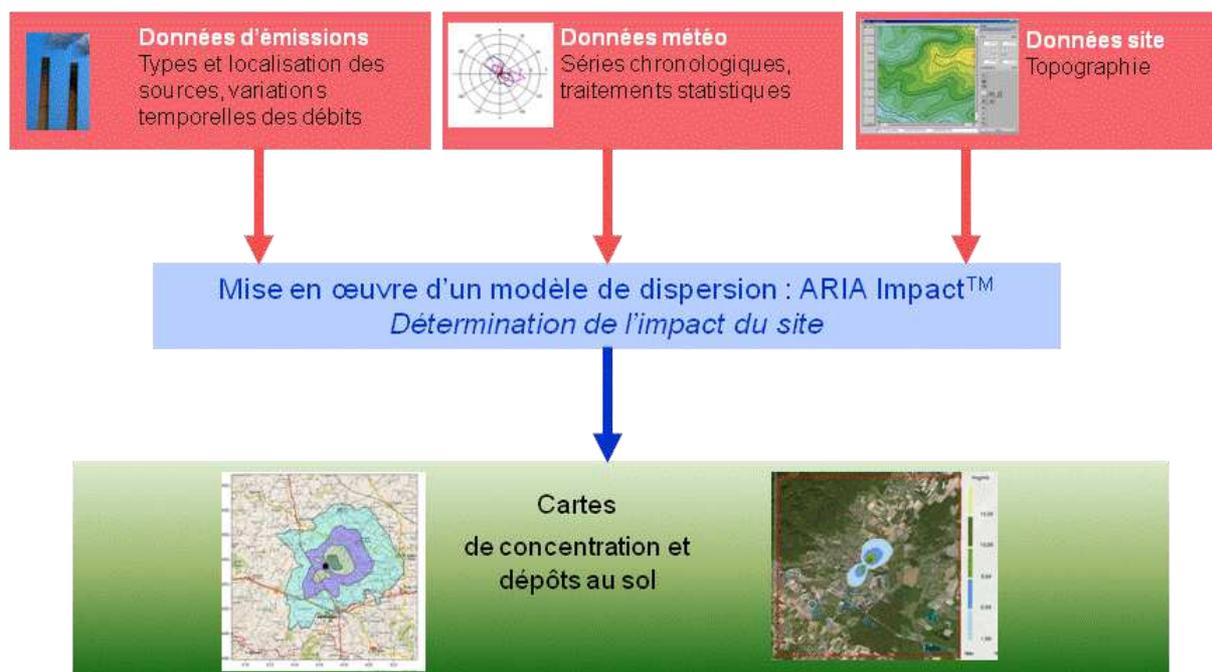
Présentation générale

ARIA Impact™ est un modèle de type "gaussien", conforme aux recommandations de l'E.P.A.⁵. 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 :



⁵ 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** (NO_x, SO₂...) : 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 (8760 situations météo sur une année) ce qui permet de bien tenir compte des variations diurnes et saisonnières des concentrations.

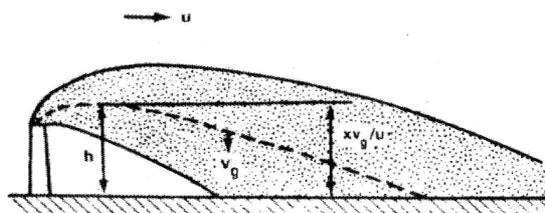
Variation temporelle des émissions

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.

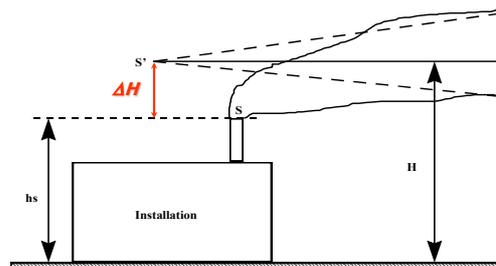
Afin de prendre en compte cette variation de vitesse de vent dans les calculs de la dispersion des polluants atmosphériques, le logiciel ARIA Impact™ peut calculer des profils verticaux de vent en fonction des mesures de vent au sol, de la turbulence atmosphérique et de l'occupation des sols, afin de 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 NO₂

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 NO₂ 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.

Envois 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 :

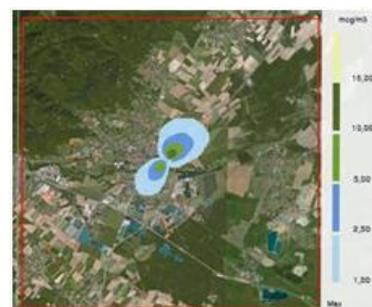
- **moyennes mensuelles et/ou annuelles** de polluant autour du site, en concentrations et dépôts au sol,
- **fréquences de dépassement de seuils** en moyennes journalières ou horaires (normes françaises et européennes),
- **centiles** 98, 99.8, 100 ou autres valeurs de centiles sur une base de calcul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

Les résultats de concentrations peuvent être exprimés en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 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.



Validation du logiciel ARIA Impact™

L'association RECORD (Recherche coopérative sur les déchets et l'environnement) a demandé à l'Ecole Centrale de Lyon une étude sur les logiciels de modélisation utilisés dans le cadre des études d'impact air pour des industriels. Dans le cadre de cette étude, des comparaisons du modèle ARIA Impact™ ont été réalisées sur les cas-tests de l'outil européen d'évaluation « Model Validation kit ». Cet outil est utilisé pour évaluer les modèles de dispersion atmosphérique. Il s'agit d'une série de cas-tests intégrant des jeux de mesures de terrain qui sont largement référencés dans la validation des modèles. L'évaluation des modèles sur des cas-tests consiste à comparer les résultats d'un modèle à des mesures de terrain représentatives de situations simples. La synthèse du rapport rédigé par l'Ecole Centrale de Lyon est téléchargeable sur le site Internet de l'association RECORD⁶.

Les résultats de cette étude ont montré que la moyenne des concentrations modélisées sur toutes les expériences est proche de la moyenne des concentrations mesurées. D'autre part, le coefficient de corrélation de 0,6 et le pourcentage de résultats dans un facteur 2 par rapport aux mesures de l'ordre de 60% sont satisfaisants. Cette étude montre également qu'ARIA Impact™ a des résultats statistiques équivalents à ceux des autres logiciels de dispersion, dont les logiciels de référence de l'US-EPA AERMOD et ISCST3.

Le logiciel ARIA Impact™ a également fait l'objet de nombreuses comparaisons mesures/calculs dans le cadre d'études spécifiques. Certaines d'entre elles sont reprises dans le dossier de validation du logiciel ARIA Impact™, disponible sur simple demande.

Limite du modèle

ARIA Impact™ **n'est pas applicable** dans les conditions suivantes :

- **lorsque la topographie est trop importante** (zones montagneuses, reliefs pouvant modifier la trajectoire des panaches) : ARIA Impact™ considère la trajectoire du panache rectiligne. Le module spécifique à la topographie ne permet pas au panache de contourner la montagne (il passe au-dessus), ce qui n'est pas le cas en particulier en cas d'atmosphère stable ;
- **lorsque la station météorologique n'est pas représentative de la climatologie du site** : la météorologie est considérée constante sur l'ensemble du domaine d'étude. Il n'y a pas de reconstitution 3D météorologique.

Les résultats du logiciel ARIA Impact™ ne sont pas interprétables à moins d'une maille des sources d'émissions.

⁶ Rapport : « Modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques d'un site industriel – Vers un guide de l'utilisateur - Phase 1 : Etat de l'art, Phase 2 : Evaluation des modèles », R. PERKINS, 2005.
<http://www.record-net.org/record/resultetudes.php>