

Octobre 2021



“Un seul métier,
L’environnement Atmosphérique”

BIOMETHA95

**Projet de site de méthanisation à Le
Perchay (95)**

**Etude d'impact olfactif
Modélisation de la dispersion des odeurs**

Références : Rapport ARIA/2021.070_V2

Documents associés : -

Type de document : Rapport d'études

Avancement du document : Version 2

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 de site de méthanisation à Le Perchay (95) – Modélisation de la dispersion des odeurs						
N° rapport ARIA	21.070						
N° action ARIA	21.180						
Nombre de pages	31	Nombre de figures	11	Nombre de tableaux	6	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 13/10/2021		Alisson GODART Le 13/10/2021			
Version V2		Aude HERVOUIN Le 22/10/2021		-			
DIFFUSION	Date		DESTINATAIRES				Nombre
Diffusion	22/10/2021		BIOMETHA95				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
3	ETAT INITIAL OLFRACTIF.....	12
4	IMPACT OLFRACTIF DU PROJET	13
4.1	Emissions olfactives	13
4.1.1	Recensement des sources d'odeurs	13
4.1.2	Quantification des émissions d'odeurs	17
4.2	Détermination des concentrations d'odeurs	18
4.2.1	Présentation du logiciel de dispersion et paramétrages du modèle.....	18
4.2.2	Contexte réglementaire.....	19
4.2.3	Points d'intérêt	20
4.3	Résultats des simulations	21
4.4	Incertitudes	23
4.4.1	Incertitudes liées au modèle : validation du modèle ARIA Impact	23
4.4.2	Incertitudes liées aux données d'entrée	24
5	CONCLUSION.....	25
	ANNEXES	26
	ANNEXE 1 : DESCRIPTION DU MODELE NUMERIQUE ARIA IMPACT	27

TABLE DES ILLUSTRATIONS

TABLEAUX

Tableau 1 : fréquence d'apparition de chaque classe de vitesse de vent toutes directions confondues	9
Tableau 2 : recensement des zones de stockage sur le site.....	14
Tableau 3 : concentrations d'odeurs issues de la bibliographie	17
Tableau 4 : caractéristiques des sources et flux d'odeurs	18
Tableau 5 : points cibles retenus.....	20
Tableau 6 : impact olfactif du site	21

FIGURES

Figure 1 : carte du domaine d'étude.....	6
Figure 2 : topographie du domaine d'étude (source : IGN)	7
Figure 3 : rose des vents générale – Le Perchay (95) – 01/01/2020 - 31/12/2020.....	9
Figure 4 : répartition des cas météorologiques en fonction de la stabilité atmosphérique	11
Figure 5 : variation moyenne mensuelle de la température (période du 01/01/2020 au 31/12/2020)	11
Figure 6 : environnement du site (source : https://www.georisques.gouv.fr/).....	12
Figure 7 : zones de stockage du site.....	15
Figure 8 : localisation des sources d'odeur	16
Figure 9 : diagramme de fonctionnement du logiciel ARIA Impact	18
Figure 10 : localisation des points cibles	20
Figure 11 : carte des concentrations d'odeurs dépassées 175 heures par an en 2020 (centile 98).....	22

1 CADRE DE L'ETUDE

BIOMETHA95 a mandaté ARIA Technologies pour réaliser une modélisation de la dispersion des odeurs issues d'un projet de site de méthanisation à Le Perchay (95).

Ce rapport présente le calcul des concentrations en odeur effectué à l'aide du 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.

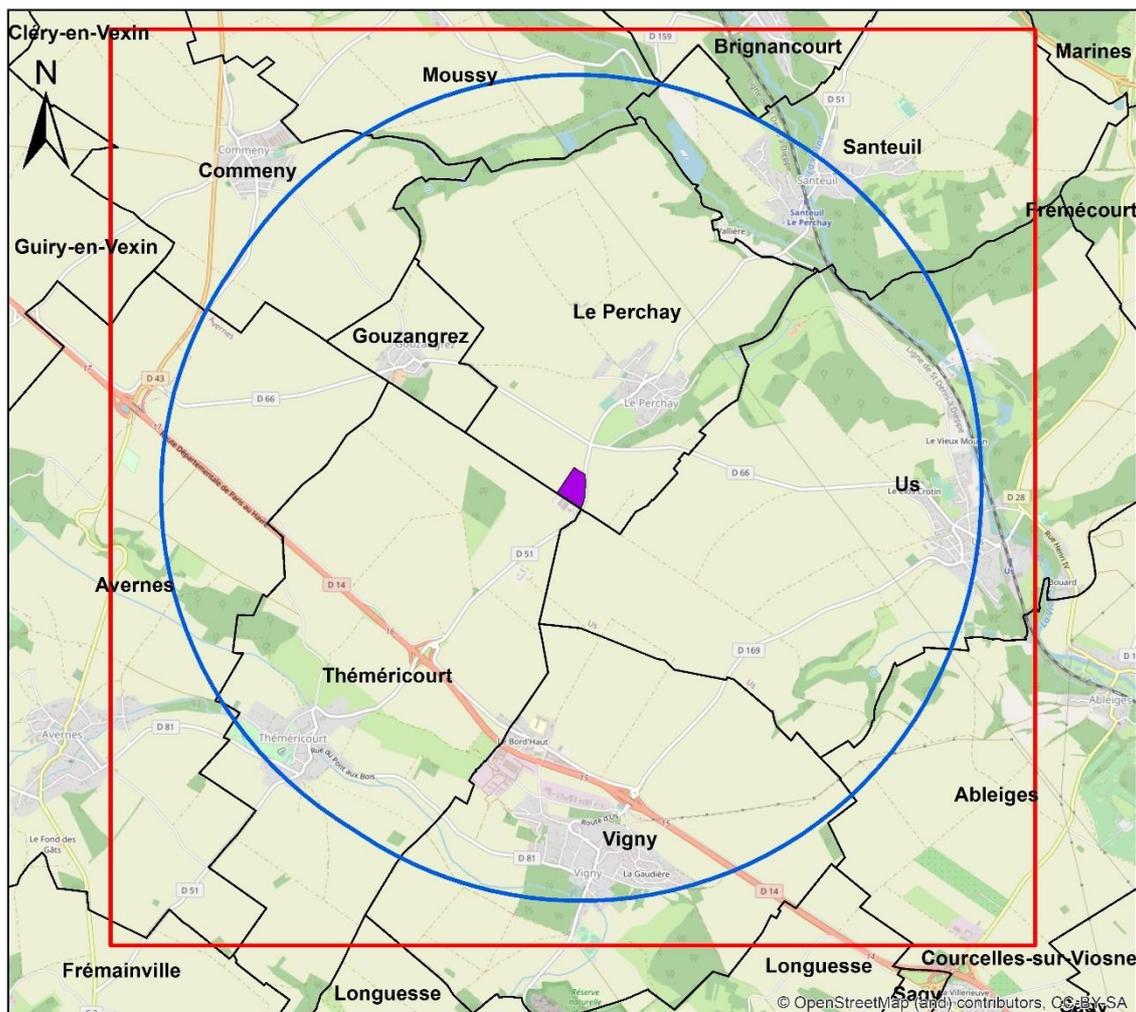
La responsabilité d'ARIA Technologies ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été fournies sont incomplètes ou erronées.

2 CARACTERISTIQUES DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE

2.1 DOMAINE D'ETUDE

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

Figure 1 : carte du domaine d'étude



Légende

-  Domaine d'étude
-  Rayon de 3 km
-  Emprise du site
-  Communes

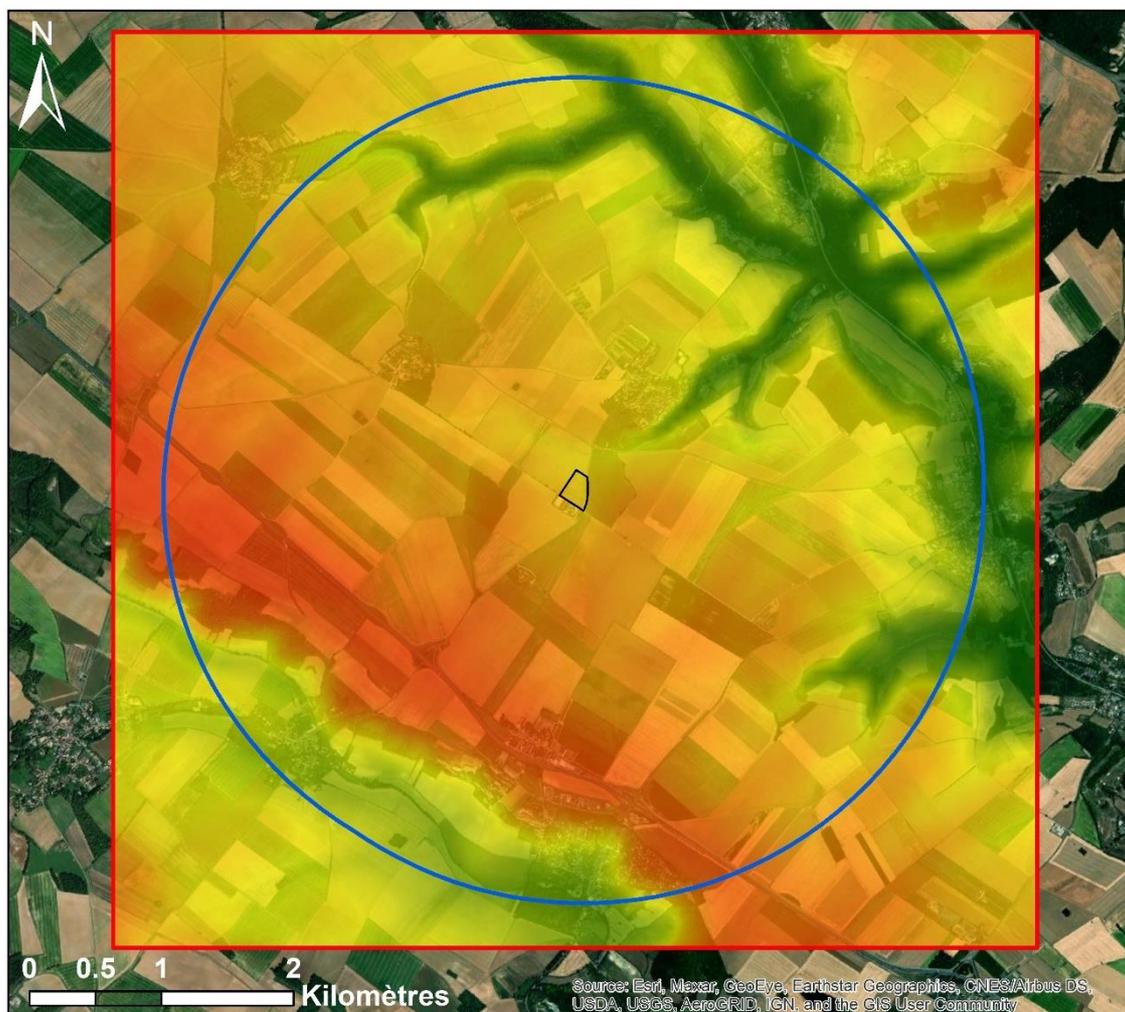
0 0.5 1 2
Kilomètres



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. La topographie est comprise entre 43 et 139 mètres NGF sur la zone d'étude.

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



Légende

-  Domaine d'étude
-  Rayon de 3 km
-  Emprise du site
- Topographie (m)**
 -  Elevée : 138.753
 -  Faible : 42.6781



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 heures ou 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 des archives de simulations météorologiques mondiales de meteoblue¹ et couvrent le monde entier de 1985 à nos jours. Elles correspondent à une extraction de ces données au niveau de la commune de Le Perchay (95) et fournissent les données de vent (vitesse et direction), de température et de nébulosité.

Les données météorologiques utilisées sont des données horaires (1 mesure toutes les heures). Ces fichiers comportent une année de données : du 01/01/2020 au 31/12/2020.

2.3.2 Analyse météorologique

2.3.2.1 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 1.5 m/s.

¹ <https://www.meteoblue.com>

2.3.2.2 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 à Le Perchay (95) calculée à partir des données horaires sur la période 01/01/2020 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 – Le Perchay (95) – 01/01/2020 - 31/12/2020

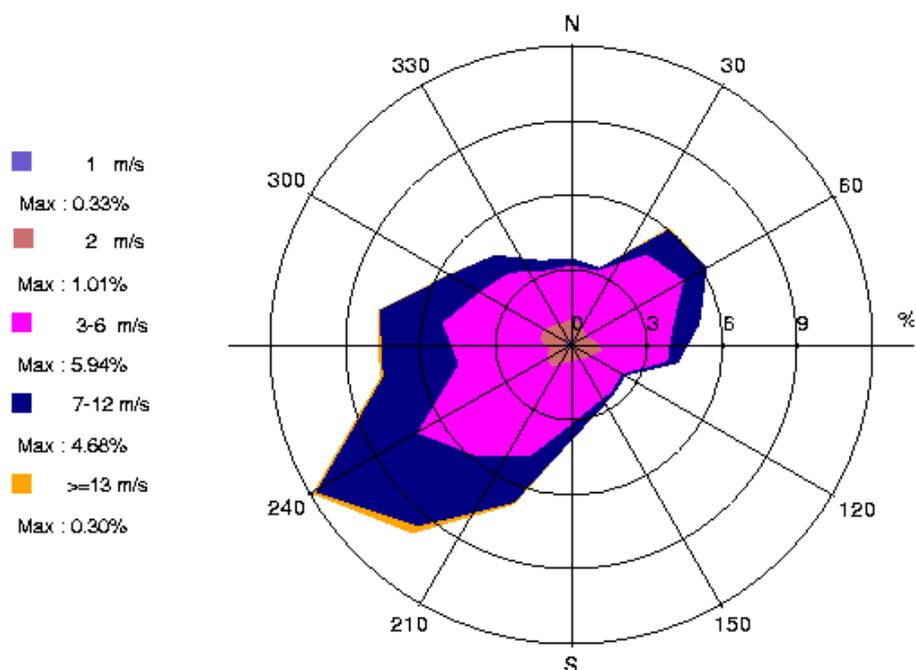


Tableau 1 : fréquence d'apparition de chaque classe de vitesse de vent toutes directions confondues

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 (%)	1.7%	3.3%	13.4%	56.4%	24.4%	0.8%

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

- La rose des vents montre deux directions privilégiées :
 - vents majoritaires de secteur **ouest/sud-ouest** (47,4 % des occurrences du vent mesuré ont une direction comprise entre 200° et 310°²).
 - vents de secteur **est/nord-est** (21,9 % des occurrences du vent mesuré ont une direction comprise entre 20° et 100°).
- Les vents les plus fréquents sont les vents de vitesse comprise entre 3 m/s et 6 m/s. Les vents ont une vitesse moyenne de 4,9 m/s (17,5 km/h).
- Les vents forts (vitesse supérieure à 6,5 m/s) proviennent principalement du secteur ouest/sud-ouest. Ils représentent 25,3 % des observations et sont donc très fréquents.
- Les vents faibles (vitesse inférieure à 1,5 m/s) sont peu fréquents, ils représentent 5,0 % des observations, dont 1,7 % de vents calmes.

2.3.2.3 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 vent et de nébulosité qui conduit à distinguer six catégories de stabilité de l'atmosphère :

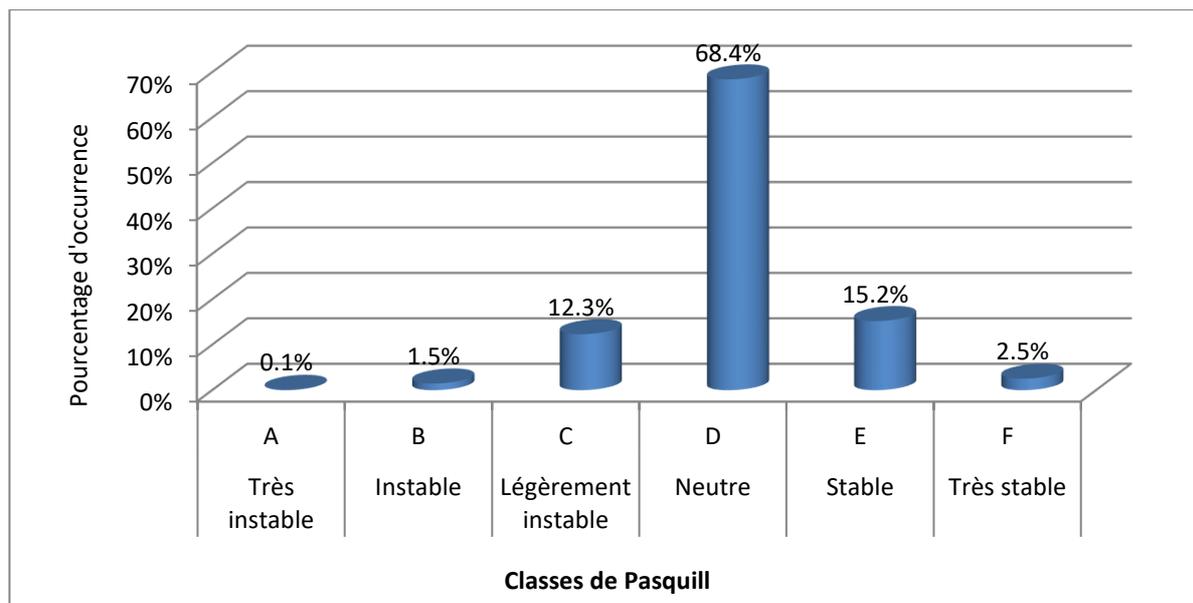
- Classe A : très instable
- Classe B : instable
- Classe C : légèrement instable
- Classe D : neutre
- Classe E : stable
- Classe F : très stable

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.

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

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.

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



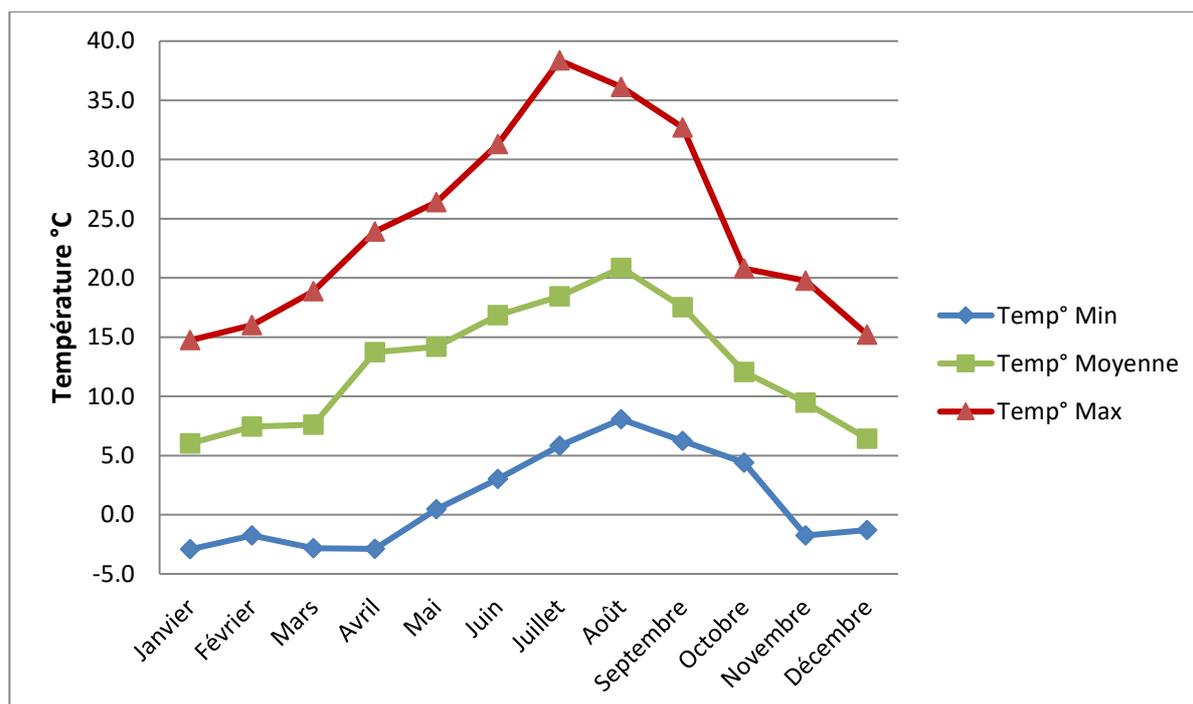
La classe D de Pasquill est la plus fréquemment observée (68,4 %), ce qui est très favorable pour la dispersion atmosphérique.

Les vents ont une vitesse moyenne d'environ 1,2 m/s en situation très stable - donc pénalisante pour la dispersion des émissions, tandis qu'en atmosphère neutre, elle est de 4,6 m/s.

2.3.2.4 Températures

La température de l'air, dernier paramètre intervenant dans le processus de dispersion des polluants, est en moyenne de 12,6 °C à Le Perchay (95) sur la période du 01/01/2020 au 31/12/2020. La Figure 5 présente les variations moyennes mensuelles de la température minimale, moyenne et maximale sur la période du 01/01/2020 au 31/12/2020.

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



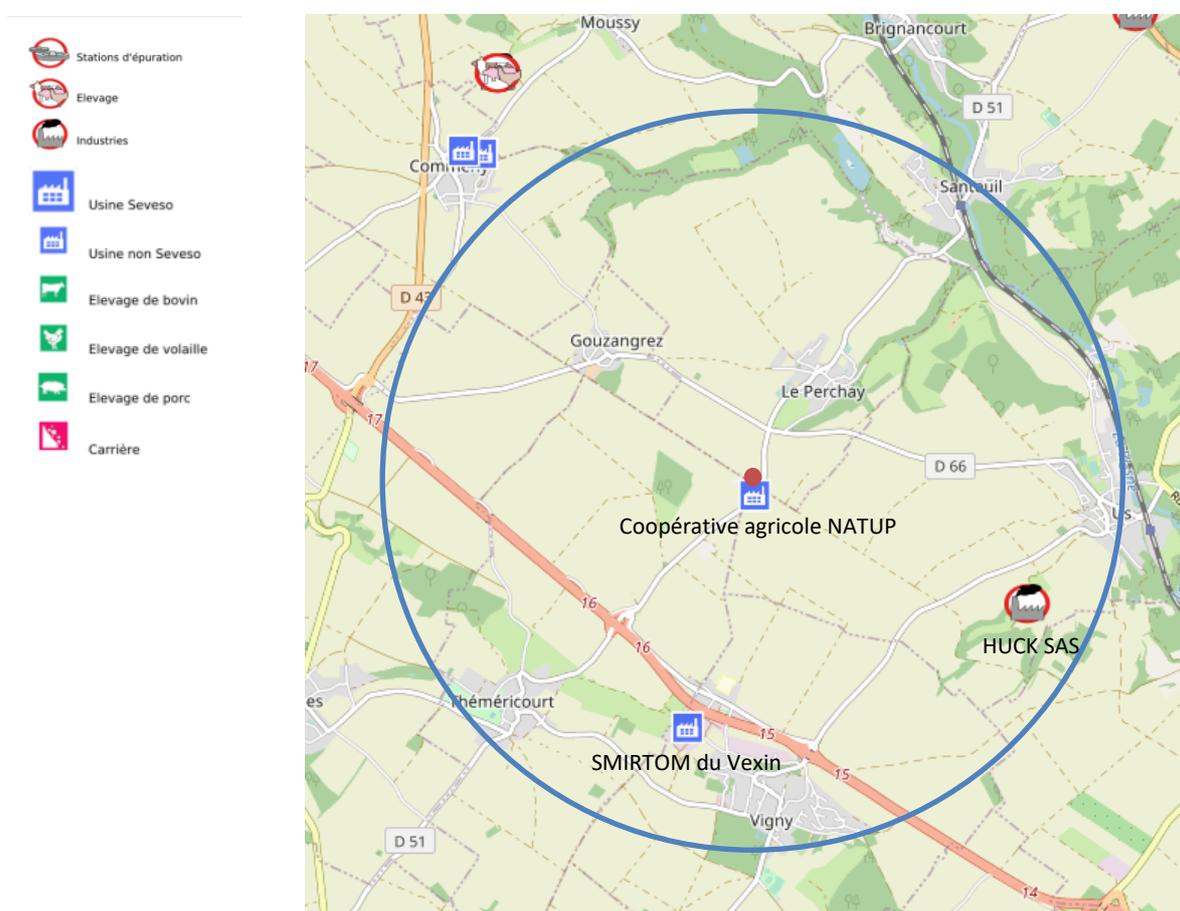
3 ETAT INITIAL OLFACTIF

Le projet se situe en milieu rural entouré de champs. Les premières habitations sont à environ 560 m au nord-est du site.

Dans un rayon de 3 km autour du site, comme le montre la Figure 6, sont recensées plusieurs installations dont les activités peuvent être potentiellement sources de nuisances olfactives : SMIRTOM du Vexin, HUCK SAS et la coopérative agricole NATUP à proximité immédiate du site.

En dehors des périodes d'épandage, aucune odeur particulière n'est actuellement à signaler aux abords du projet de méthanisation. A notre connaissance, aucune plainte n'est rapportée pour des nuisances olfactives provenant de la coopérative agricole NATUP ou d'activités agricoles ou industrielles dans le voisinage du site.

Figure 6 : environnement du site (source : <https://www.georisques.gouv.fr/>)



4 IMPACT OLFACTIF DU PROJET

4.1 EMISSIONS OLFACTIVES

4.1.1 Recensement des sources d'odeurs

Les différents bâtiments et zones de stockage présentés sur le site sont présentés sur la Figure 7 et recensés dans le Tableau 2.

Les différentes sources susceptibles d'émettre des odeurs sont les suivantes (cf. Figure 8) :

- les CIVE³ et ensilage, stockés dans 4 silos bâchés hermétiquement (zone 1) : ils sont ouverts et découverts au fur et à mesure (maximum deux en même temps) ;
- le fumier de cheval stocké dans un bâtiment (zone 2) ouvert en façade au cours du remplissage ;
- les 4 pré-fosses (zone 3) stockant des jus de silos, munies de couvercles de fermeture : celles-ci restent fermées pendant le remplissage des fosses ;
- les réacteurs de méthanisation : les digesteurs et le post-digester seront fermés hermétiquement (zones 4 à 6). Selon les données bibliographiques disponibles⁴, 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 stockage des digestats (zones 7 et 8) : celles-ci seront couvertes et étanches à la pluie ;
- la zone de stockage de compost (zone 11) couverte et ouverte en façade.

³ Culture Intermédiaire à Valorisation Energétique

⁴ 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.

Tableau 2 : recensement des zones de stockage sur le site

Désignation	Type de stockage	Type de matière	Localisation site	Volume (m3)	Couverture	Clos	Etanche	
Intrants solide	Silos de stockage Intrants solide	Seigle	Zone 1	12900	Oui	Bâche	Non	Oui
Intrants solide	Silos de stockage Intrants solide	Issu de céréale	Zone 1	900	Oui	Bâche	Non	Oui
Intrants solide	Silos de stockage Intrants solide	Maïs		2850	Oui	Bâche	Non	Oui
Intrants solide	Silos de stockage Intrants solide	Pulpe Betterave		5000	Oui	Bâche	Non	Oui
Intrants solide	Batiment stockage	Fumier de cheval	Zone 2	250	Oui	Bac acier	Oui	Oui
Intrants liquide	Prefosse intrants liquide	Jus de silos	Zone 3	240	Oui	Beton	Oui	Oui
Intrants liquide	Prefosse intrants liquide	Non déterminé		240	Oui	Beton	Oui	Oui
Digestat Liquide	Digesteur 1	Digestat	Zone 4	2160	Oui	Gazometre	Oui	Oui
Digestat Liquide	Digesteur 2	Digestat	Zone 5	2160	Oui	Gazometre	Oui	Oui
Digestat Liquide	Post Digesteur	Digestat	Zone 6	2160	Oui	Gazometre	Oui	Oui
Digestat Liquide	Stockage 1	Digestat	Zone 7	8160	Oui	Pare pluie	Oui	Oui
Digestat liquide	Stockage 2	Digestat	Zone 8	8160	Oui	Pare pluie	Oui	Oui
x	Bassin de rétention	Eau	Zone 9	1800	Non		Non	Oui
x	Local pompe	x	Zone 10		Oui	Bac acier	Oui	Oui
x	Local Electrique	x	Zone 10		Oui	Bac acier	Oui	Oui
Digestat solide	Séparateur de phase	Composte	Zone 11	1500	Oui	Bac acier	oui sur 3 faces	Oui
Trémies Incorporation	Batiment Incorporation		Zone 12		Oui	Bac acier	oui sur 3 faces	Oui
x	Atelier	x	Zone 13		Oui	Bac acier	Oui	Oui

Figure 7 : zones de stockage du site

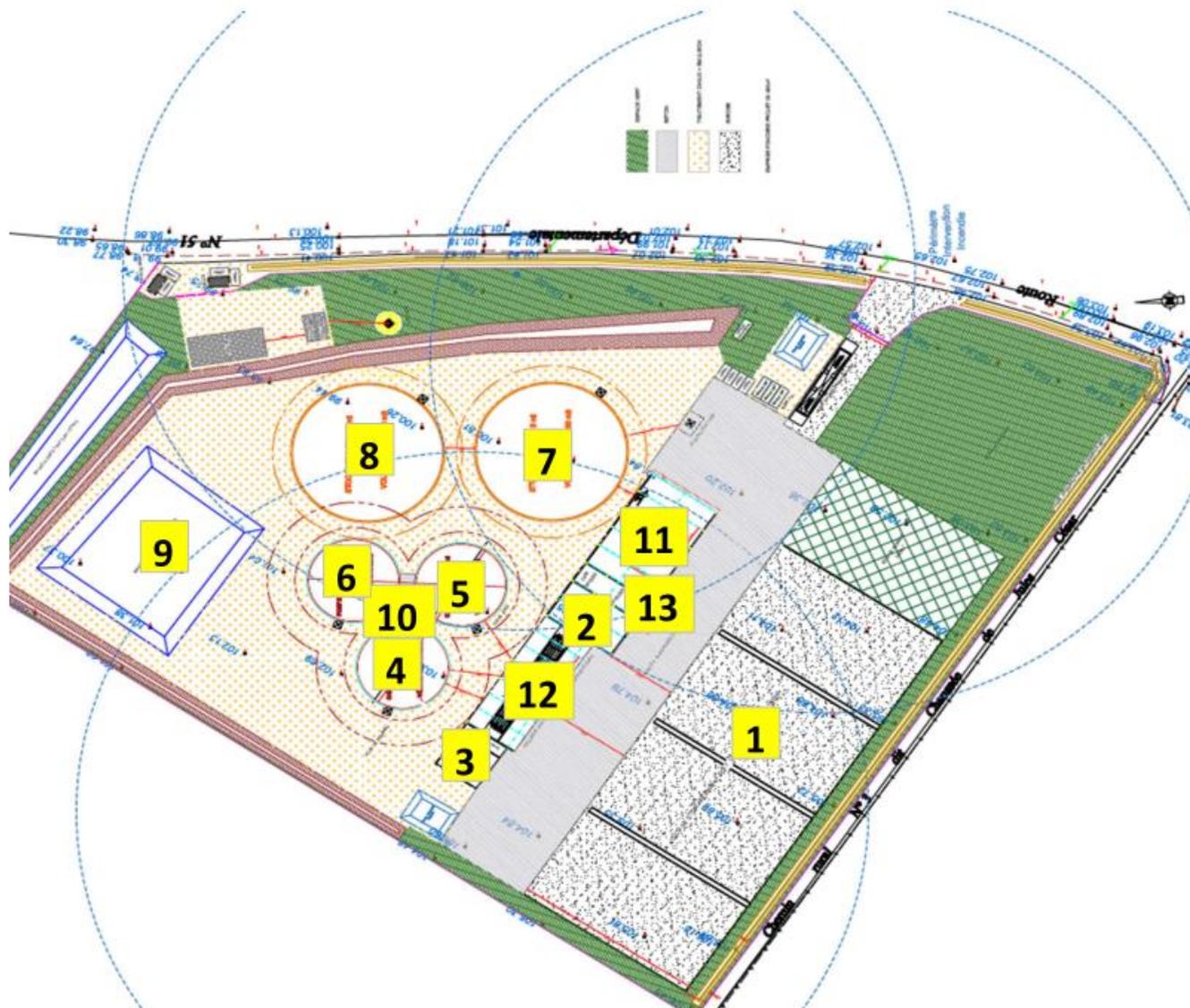
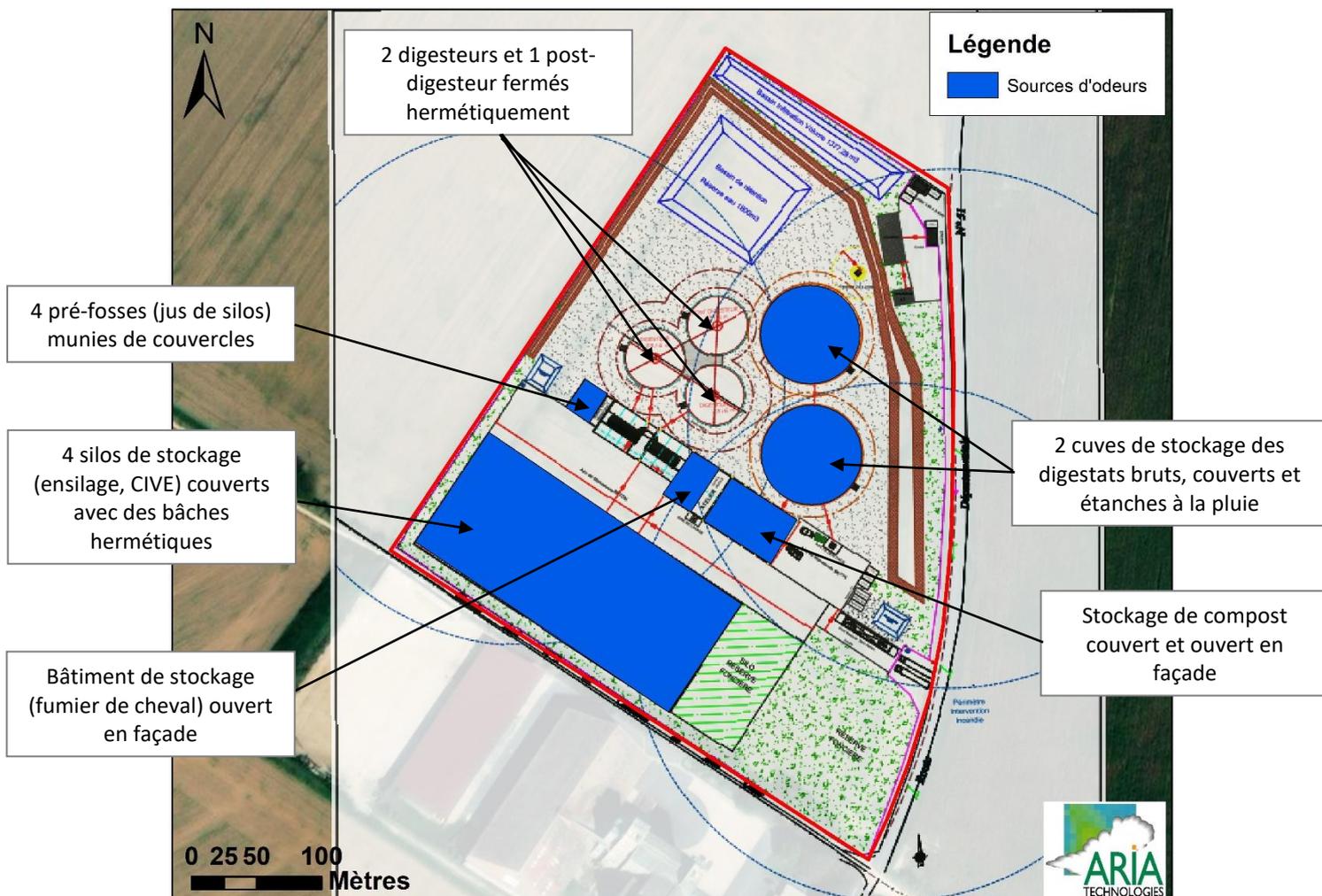


Figure 8 : localisation des sources d'odeur



4.1.2 Quantification des émissions d'odeurs

Le Tableau 3 présente les concentrations d'odeurs moyennes issues de données mesurées sur d'autres sites de méthanisation similaires^{5,6}.

Tableau 3 : concentrations d'odeurs issues de la bibliographie

Source	Concentration d'odeurs à l'air libre (uo/m ³)
Stockage de fumier	504
Stockage CIVE, ensilage	720
Stockage de lisiers	355
Digesteur (réacteurs)	négligeable (< 20)
Digestats (solides + liquides)	1 748
Digestats solides	229

Le stockage d'ensilage et des CIVE est composé de 4 silos d'une surface totale de 5 600 m². En hypothèse majorante, on suppose que tous les silos sont pleins (surface de stockage totalement utilisée). Pour les simulations, on suppose que deux silos sur quatre sont ouverts simultanément, les autres étant couverts de bâches hermétiques.

Le bâtiment de stockage du fumier est considéré ouvert en façade. Les odeurs peuvent provenir de l'ouverture du bâtiment de dimension 12,6 mètres de largeur et 4 mètres de hauteur. Pour les simulations, il a été retenu une émission en continu, 24h/24.

Les 4 pré-fosses, d'une surface de 30 m² chacune, sont munies de couvercles et restent fermées même pendant le remplissage des fosses. En hypothèse majorante, on considère une ouverture d'une heure par semaine (maintenance). N'ayant aucune information sur les concentrations d'odeurs engendrées par les jus de silos, ces derniers seront assimilés à du lisier, ce qui est une hypothèse majorante.

Les cuves de stockage des digestats, de diamètre 38 mètres et de hauteur 8 mètres chacune, sont munies d'une couverture étanche à la pluie.

La zone de stockage de compost, d'une surface de 600 m², est considérée couverte et ouverte en façade. Le compost est assimilé à du digestat solide.

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. Le Tableau 4 présente les émissions calculées pour les sources d'odeurs retenues pour cette étude. En hypothèse majorante, pour les sources couvertes (silos d'ensilage et cuves digestats), nous avons considéré que la couverture entraînait un abattement de 50 % des concentrations d'odeurs⁷.

⁵ « Stockage de fumier : Emissions atmosphériques biologiques et chimiques de la filière de méthanisation », 2019

⁶ « Rapport d'étude d'impact odorant d'un site de méthanisation », OLENTICA, 2020

⁷ « Impacts environnementaux de la gestion biologique des déchets – bilan des connaissances », ADEME, 2005

Tableau 4 : caractéristiques des sources et flux d'odeurs

	Surface d'émissions	Concentration d'odeurs	Débit unitaire	Flux d'odeurs
	m ²	uo/m ³	m ³ /h/m ²	uo/h
Silos de stockage bâchés (CIVE, ensilage)	2800	360	3	3 024 000
Silos de stockage ouverts (CIVE, ensilage)	2800	720	3	6 048 000
Pré-fosses (lisiers)	120	355	3	127 800
Cuves de stockage des digestats couvertes	2268	874	3	5 946 696
Bâtiment de stockage (fumier)	275	504	3	415 800
Stockage de compost	600	229	3	412 200
			TOTAL	15 974 496

4.2 DETERMINATION DES CONCENTRATIONS D'ODEURS

4.2.1 Présentation du logiciel de dispersion et paramétrages du modèle

4.2.1.1 Présentation générale du logiciel

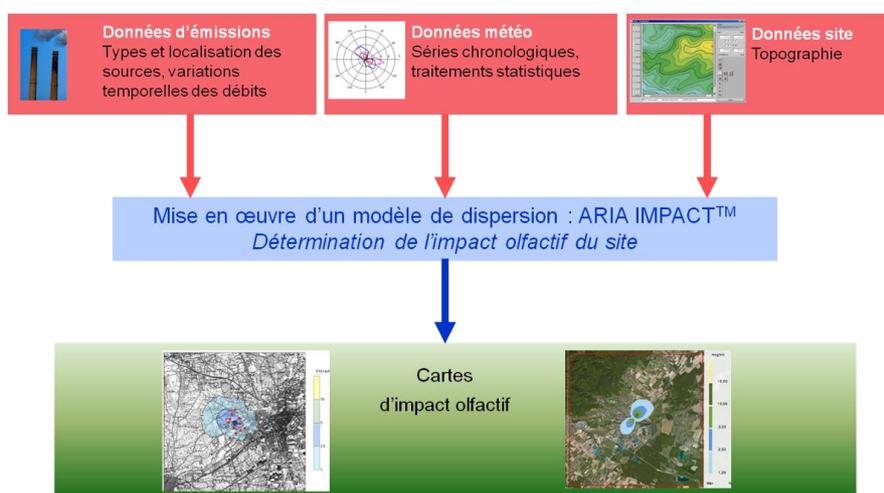
Le modèle utilisé pour cette analyse statistique est le logiciel ARIA Impact, version 1.8. Ce logiciel permet d'élaborer des statistiques météorologiques et de déterminer l'impact des émissions rejetées par une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques. Il permet de simuler plusieurs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

Le diagramme ci-dessous schématise la méthodologie.

Figure 9 : diagramme de fonctionnement du logiciel ARIA Impact



4.2.1.2 Paramétrages du modèle

Les hypothèses de calcul suivantes ont été prises en compte :

- une prise en compte simplifiée du relief ;
- une prise en compte des vents calmes ;
- un modèle de dispersion selon les écarts-types de Pasquill ;
- une maille de calcul de 75 mètres ;
- les émissions d'odeur présentées au paragraphe 3.

4.2.2 Contexte réglementaire

4.2.2.1 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 ressenti 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 $5 \text{ uo}_E/\text{m}^3$. C'est également le seuil pour lequel les personnes peuvent différencier les odeurs, les juger voire les discriminer, et où les premières plaintes peuvent se produire. Au-delà de $10 \text{ uo}_E/\text{m}^3$, la gêne peut être importante.

4.2.2.2 Réglementation et grandeur calculée

Depuis juin 2021, les installations de méthanisation sont soumises à l'arrêté 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 en application du titre I^{er} du livre V du code de l'environnement. Selon l'article 15 de cet arrêté, « le débit d'odeur rejeté, tel qu'il est évalué par l'étude, doit être compatible avec l'objectif suivant de qualité de l'air ambiant : 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 des 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 cet article de l'arrêté du 14 juin 2021, l'impact olfactif de l'ensemble des rejets atmosphériques issus du projet de méthanisation est évalué en estimant la valeur de la concentration dépassée 175 heures dans l'année, soit 2 % du temps. Cette valeur est à comparer à la valeur limite de $5 \text{ uo}_E/\text{m}^3$.

Pour les simulations, les concentrations d'odeur sont calculées pour chaque échéance horaire de la base de données météorologiques sur la période 01/01/2020 au 31/12/2020, ce qui représente 8 760 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. Elles sont ensuite comparées à la valeur limite de $5 \text{ uo}_E/\text{m}^3$.

4.2.3 Points d'intérêt

L'impact olfactif lié au projet de site de méthanisation est quantifié au niveau de 10 points cibles. Il s'agit des habitations les plus proches dans chaque direction, d'une crèche, d'une école, d'un terrain de football et de la coopérative agricole présente à proximité du site. Ces points cibles sont présentés sur la Figure 10 et décrits dans le Tableau 5.

Figure 10 : localisation des points cibles

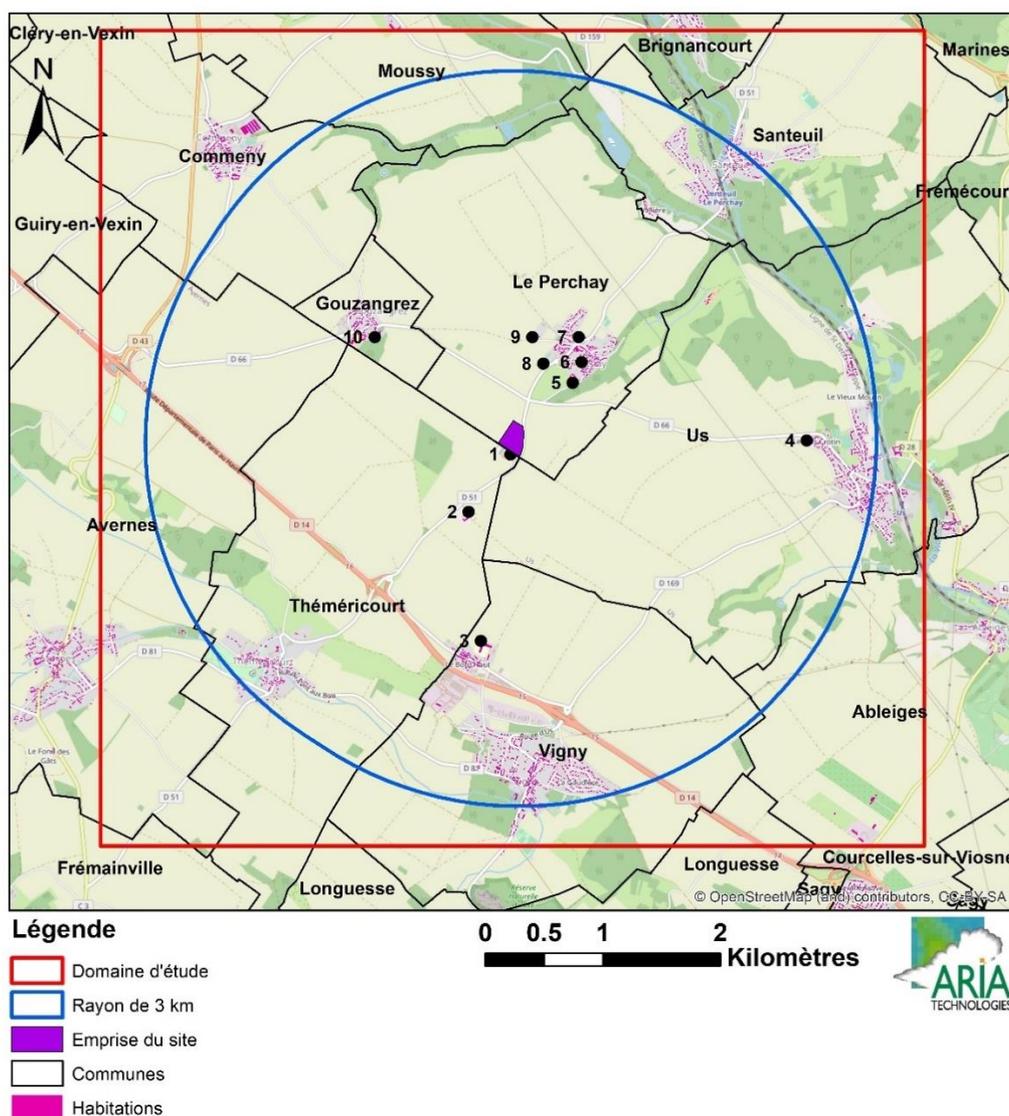


Tableau 5 : points cibles retenus

Id	Nom	Distance au centre du site (m)
1	Coopérative agricole NATUP	30
2	Première habitation au sud-ouest	630
3	Première habitation au sud	1 600
4	Première habitation à l'est	2 400
5	Première habitation au nord-est	560
6	Ecole élémentaire	740
7	Crèche parentale Le Chat Perchay	900
8	Terrain de football	550
9	Première habitation au nord	730
10	Première habitation au nord-ouest	1 400

4.3 RESULTATS DES SIMULATIONS

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 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 0.

Le Tableau 6 présente, au niveau de la zone géographique la plus impactée en dehors du site et au niveau des points cibles, les concentrations d'odeur dépassées 2 % du temps, soit 175 heures par an. La Figure 11 présente la carte des concentrations dépassées 2 % du temps (ou centile 98) pour l'année 2020.

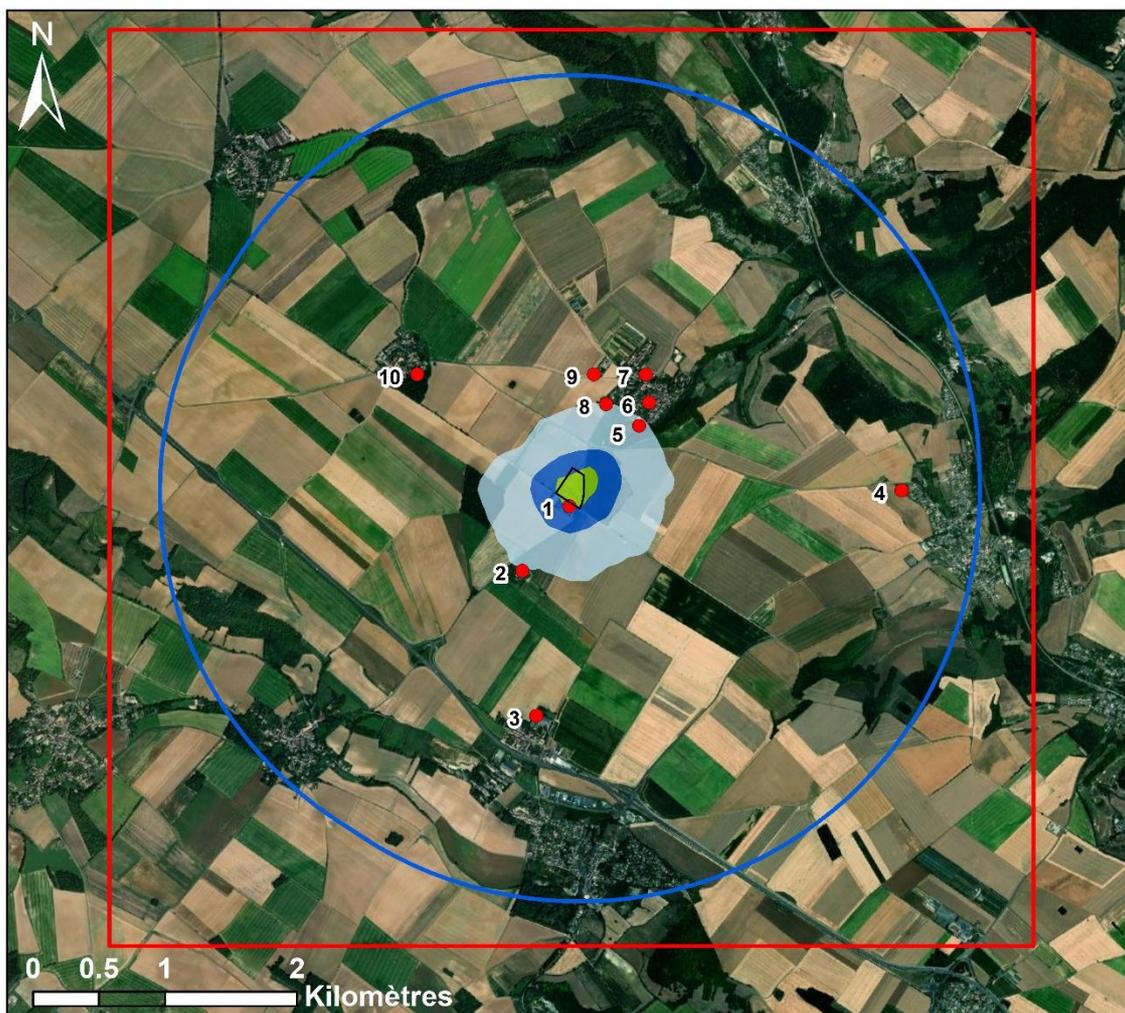
Tableau 6 : impact olfactif du site

Points cibles		Concentration dépassée 175 heures par an (centile 98) uo _E /m ³
1	Coopérative agricole NATUP	0.70
2	Première habitation au sud-ouest	0.10
3	Première habitation au sud	0.02
4	Première habitation à l'est	0.02
5	Première habitation au nord-est	0.10
6	Ecole élémentaire	0.07
7	Crèche parentale Le Chat Perchay	0.06
8	Terrain de football	0.09
9	Première habitation au nord	0.06
10	Première habitation au nord-ouest	0.02
Point cible le plus exposé		0.70
		Point 1
Au point géographique le plus exposé du domaine d'étude en dehors des limites de site		0.78 <i>A l'est du site, à proximité immédiate des limites de site, dans une zone inhabitée</i>
Valeur limite (projet d'arrêté relatif à la rubrique 2781)		5 uo_E/m³ <i>à ne pas dépasser dans les zones d'occupation humaine</i>

Au point le plus exposé en dehors des limites de site, situé à l'est du site à proximité immédiate des limites du site dans une zone non-habitée, la concentration d'odeur dépassée 2 % du temps est de 0,78 uo_E/m³, valeur inférieure à la valeur limite fixée à 5 uo_E/m³.

Au niveau des points cibles habités retenus, les concentrations dépassées 2 % du temps (centile 98) sont très faibles et restent inférieures à 0,5 uo_E/m³ sur l'ensemble des zones habitées de la zone d'étude, valeur 10 fois plus basse que la valeur limite fixée à 5 uo_E/m³ dans le projet d'arrêté relatif aux installations classées de méthanisation (rubrique 2781). Les habitations les plus exposées sont situées au sud-ouest et au nord-est du site avec une concentration d'odeur de 0,1 uo_E/m³. Le point cible le plus exposé est situé à environ 30 m au sud du site (point n°1 – Coopérative agricole NATUP) avec une concentration d'odeur de 0,7 uo_E/m³.

Figure 11 : carte des concentrations d'odeurs dépassées 175 heures par an en 2020 (centile 98)



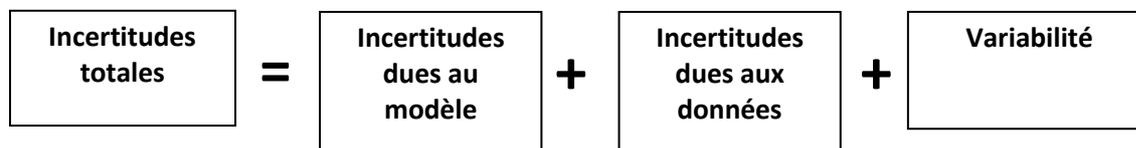
Légende

 Domaine d'étude	Concentrations d'odeur dépassées 175h/an (uo/m3)
 Rayon de 3 km	 < 0.1
 Emprise du site	 0.1 - 0.25
 Points cibles	 0.25 - 0.5
	 0.5 - 1
	 > 1



4.4 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.

4.4.1 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 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.

4.4.2 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.

4.4.2.1 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. Les émissions d'odeurs des sources sont considérées comme homogènes sur la totalité de leur surface d'émission. Elles ne prennent pas en compte un éventuel passage préférentiel ou pic d'émission.

4.4.2.2 Incertitudes liées aux mesures météorologiques

Les simulations de meteoblue peuvent remplacer des mesures dans la plupart des régions. Une simulation sera plus précise pour un lieu donné que les mesures prises plus de 20 km (dans les zones de montagne, la simulation est déjà plus précise qu'une mesure à une distance de 3-10 km).

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.

4.4.2.3 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 CONCLUSION

L'étude de dispersion des odeurs liées au projet de site de méthanisation à Le Perchay (95) a été confiée à ARIA Technologies.

Les émissions d'odeur proviennent de cinq sources surfaciques, dont le flux d'odeur total est égal à 16.10^6 uo_E/h.

Conformément à l'arrêté 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 en application du titre I^{er} du livre V du code de l'environnement, la valeur repère retenue pour cette étude est fixée à 5 uo_E/m³ à ne pas dépasser plus de 175 heures par an dans un rayon de 3 km des limites de site (valeur limite réglementaire fixée par l'arrêté ministériel).

Les résultats suivants ont été obtenus :

- Au niveau des points cibles habités retenus, les concentrations dépassées 2 % du temps (centile 98) sont très faibles et restent inférieures à 0,5 uo_E/m³ sur l'ensemble des zones habitées de la zone d'étude, valeur 10 fois plus basse que la valeur limite fixée à 5 uo_E/m³ dans le projet d'arrêté. Les habitations les plus exposées sont situées au sud-ouest et au nord-est du site avec une concentration d'odeur de 0,1 uo_E/m³. Le point cible le plus exposé est situé à environ 30 m au sud du site (point n°1 – Coopérative agricole NATUP) avec une concentration d'odeur de 0,7 uo_E/m³.
- Au point le plus exposé en dehors des limites de site, situé à l'est du site à proximité immédiate des limites du site dans une zone non-habité, la concentration d'odeur dépassée 2 % du temps est de 0,78 uo_E/m³, valeur inférieure à la valeur limite fixée à 5 uo_E/m³.

En conclusion, les concentrations d'odeurs calculées au niveau des points cibles comprenant des zones habitées de la zone d'étude sont nettement inférieures à la valeur limite de 5 uo_E/m³ à ne pas dépasser plus de 175 heures par an, valeur limite fixée dans le projet d'arrêté relatif aux installations de méthanisation.

L'impact olfactif du projet de méthanisation reste donc faible.

ANNEXES

Annexe 1 : Description du modèle numérique ARIA Impact

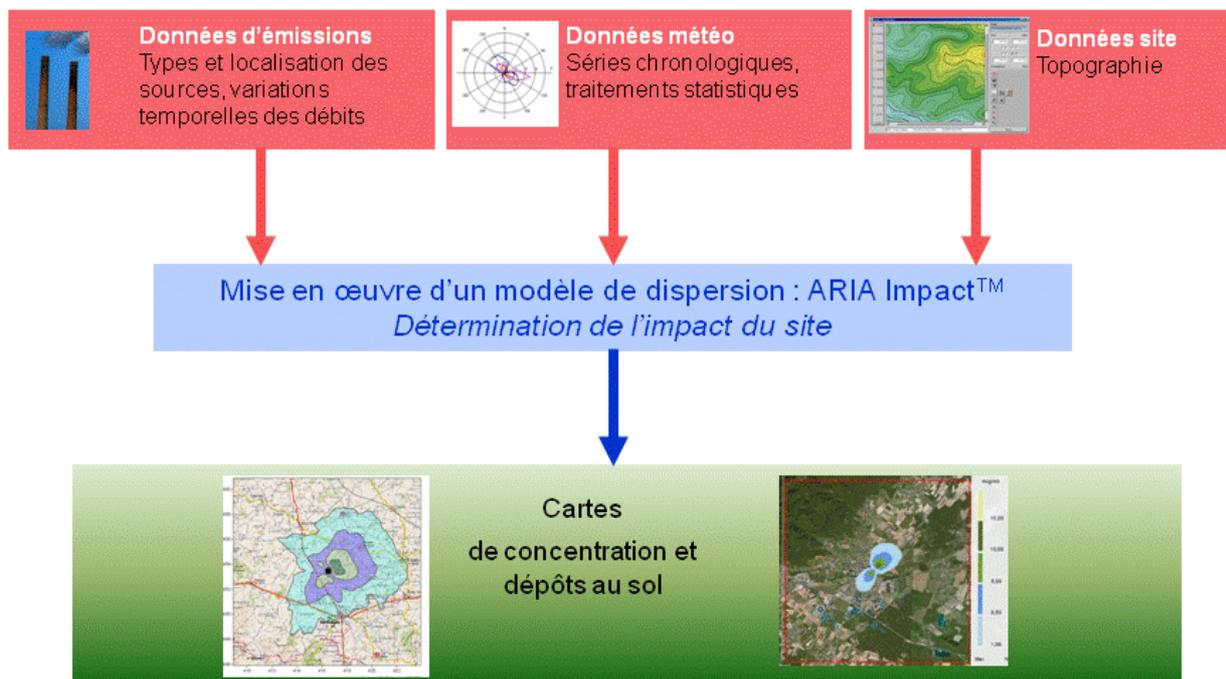
Présentation générale

ARIA Impact™ est un modèle de type "gaussien", conforme aux recommandations de l'E.P.A.⁸. 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 :



⁸ 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 (8 760 situations météo sur une année) ce qui permet de bien tenir compte des variations diurnes et saisonnières des concentrations.

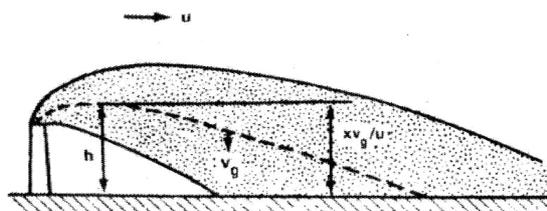
Variation temporelle des émissions

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.

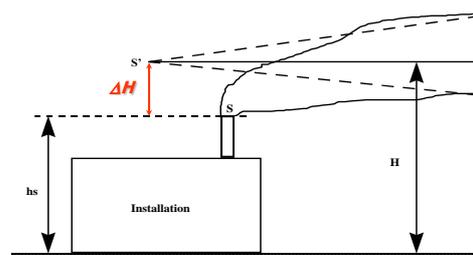
Afin de prendre en compte cette variation de vitesse de vent dans les calculs de la dispersion des polluants atmosphériques, le logiciel ARIA Impact™ peut calculer des profils verticaux de vent en fonction des mesures de vent au sol, de la turbulence atmosphérique et de l'occupation des sols, afin de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

