"Un seul métier, L'environnement Atmosphérique"

Juin 2021

SUD AMIENOIS ENERGIE

Projet de site de méthanisation à Amiens

Modélisation de la dispersion des odeurs

Références : Rapport ARIA/2021.034
Documents associés : -

Type de document : Rapport d'études
Avancement du document : Version 3
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 Amiens – Modélisation de la dispersion des odeurs						
N° rapport ARIA	21.034						
N° action ARIA	21.110						
Nombre de pages	29	**Nombre de figures**	10	**Nombre de tableaux**	5	**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 01/06/2021	Lydia RICOLLEAU Le 03/06/2021
Version V2	Lydia RICOLLEAU Le 03/06/2021	-
Version V3	Aude HERVOUIN Le 04/06/2021	-

DIFFUSION	Date	DESTINATAIRES	Nombre
Diffusion	04/06/2021	SUD AMIENOIS ENERGIE	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 13

3.1 Recensement des sources d'odeurs 13
3.2 Quantification des émissions d'odeurs 15

4 DETERMINATION DES CONCENTRATIONS D'ODEURS 17

4.1 Présentation du logiciel de dispersion et paramétrages du modèle 17
4.1.1 Présentation générale du logiciel 17
4.1.2 Paramétrages du modèle 18
4.2 Contexte réglementaire 18
4.2.1 Définitions 18
4.2.2 Réglementation et grandeur calculée 18
4.3 Résultats des simulations 19

5 INCERTITUDES 21

5.1 Incertitudes liées au modèle : validation du modèle ARIA Impact 21
5.2 Incertitudes liées aux données d'entrée 22
5.2.1 Incertitudes liées aux émissions 22
5.2.2 Incertitudes liées aux mesures météorologiques 22
5.2.3 Incertitudes liées aux paramètres du modèle 22

6 CONCLUSION 23

ANNEXES 24

ANNEXE 1 : DESCRIPTION DU MODELE NUMERIQUE ARIA IMPACT 25

TABLE DES ILLUSTRATIONS

TABLEAUX

Tableau 1 : fréquence d'apparition de chaque classe de vitesse de vent toutes directions confondues9
Tableau 2 : points cibles retenus....12
Tableau 3 : concentrations d'odeurs issues de la bibliographie 15
Tableau 4 : caractéristiques des sources et flux d'odeurs 16
Tableau 5 : impact olfactif du site 19

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 – station de Amiens-Glisy – 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 : localisation des points cibles....12
Figure 7 : schéma de fonctionnement du projet de méthanisation 13
Figure 8 : localisation des sources d'odeur 14
Figure 9 : diagramme de fonctionnement du logiciel ARIA Impact 17
Figure 10 : carte des concentrations d'odeurs dépassées 175 heures par an en 2020 (centile 98)....20

1 CADRE DE L'ETUDE

SUD AMIENOIS ENERGIE a mandaté ARIA Technologies pour réaliser une modélisation de la dispersion des odeurs issues d'un projet de site de méthanisation à Amiens (80).

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 règlementation en vigueur au moment de la réalisation du dossier.

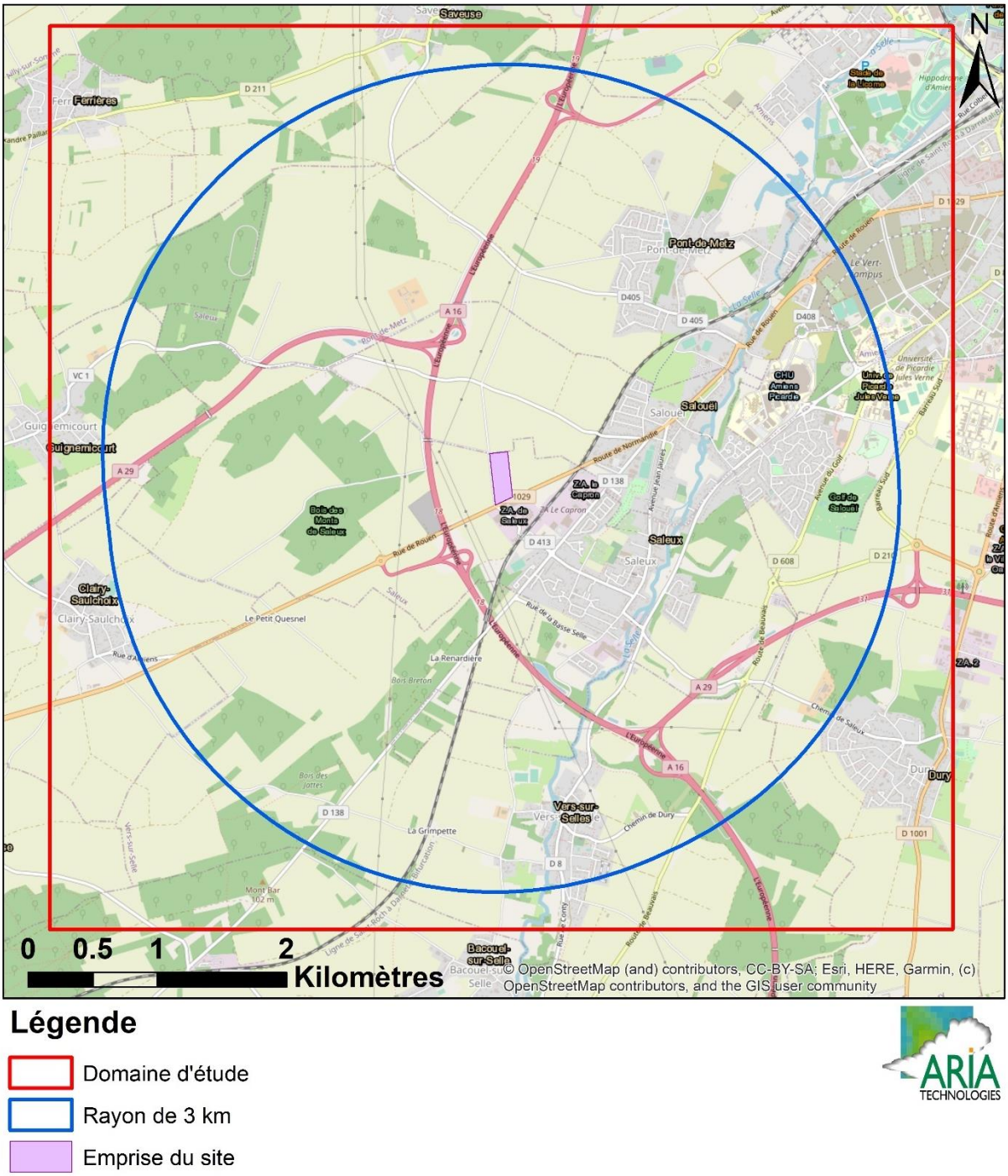
La responsabilité d'ARIA Technologies ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été fournies sont incomplètes ou erronées.

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.

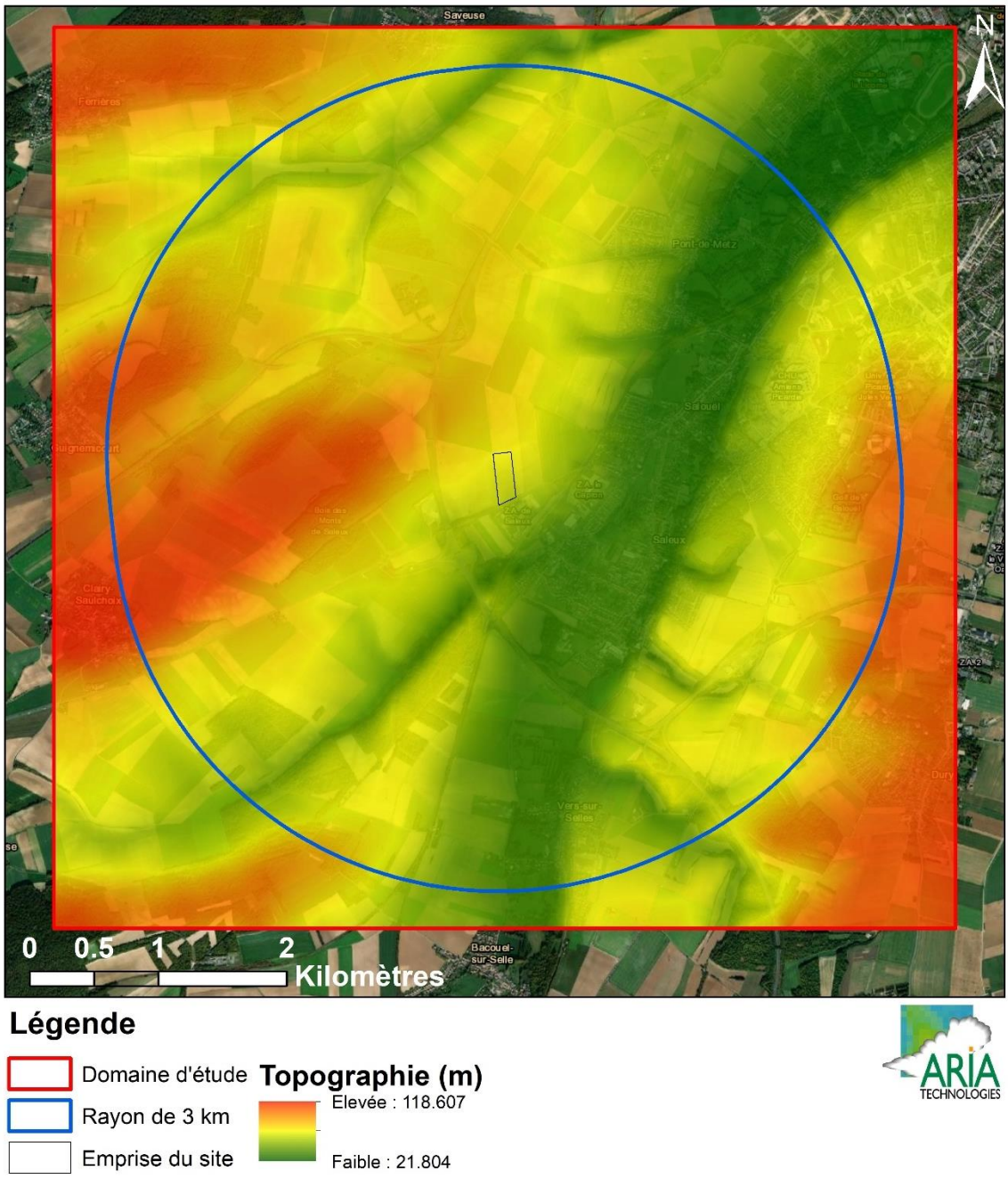
Figure 1 : carte du domaine d'étude



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 22 et 119 mètres NGF sur la zone d'étude.

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



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.**

Les données météorologiques proviennent de la station Météo-France de Amiens-Glisy pour les mesures de vent (direction et vitesse), de température et de la station de Bray pour les mesures de nébulosité. La station de Amiens-Glisy est située à environ 12 km à l'est du site.

Les données météorologiques utilisées sont des mesures horaires (1 mesure toutes les heures). Ce fichier comporte une année de mesure : 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.

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 pour la station de Amiens-Glisy 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 – station de Amiens-Glisy – 01/01/2020 - 31/12/2020

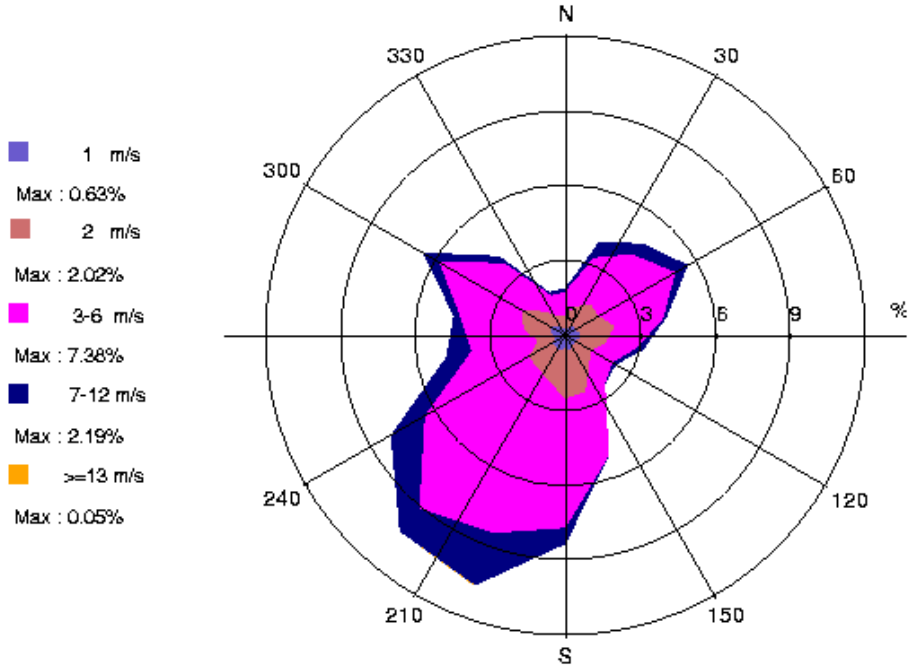


Tableau 1 : fréquence d'apparition de chaque classe de vitesse de vent toutes directions confondues

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 (%)	7.46 %	8.66 %	19.49 %	53.55 %	10.76 %	0.08 %

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

- Les roses des vents montrent trois directions privilégiées :
  - vents majoritaires de secteur **sud/sud-ouest** (45,1 % des occurrences du vent mesuré ont une direction comprise entre 160° et 250°[1]).
  - vents de secteur **est/nord-est** (22,1 % des occurrences du vent mesuré ont une direction comprise entre 20° et 100°) ;
  - vents de secteur **ouest/nord-ouest** (19,6 % des occurrences du vent mesuré ont une direction comprise entre 260° et 330°).
- 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 3,6 m/s (12,9 km/h).
- Les vents forts (vitesse supérieure à 6,5 m/s) proviennent principalement du secteur sud/sud-ouest. Ils représentent 10,8 % des observations.
- Les vents faibles (vitesse inférieure à 1,5 m/s) représentent 16,1 % des observations, dont 7,5 % 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 :

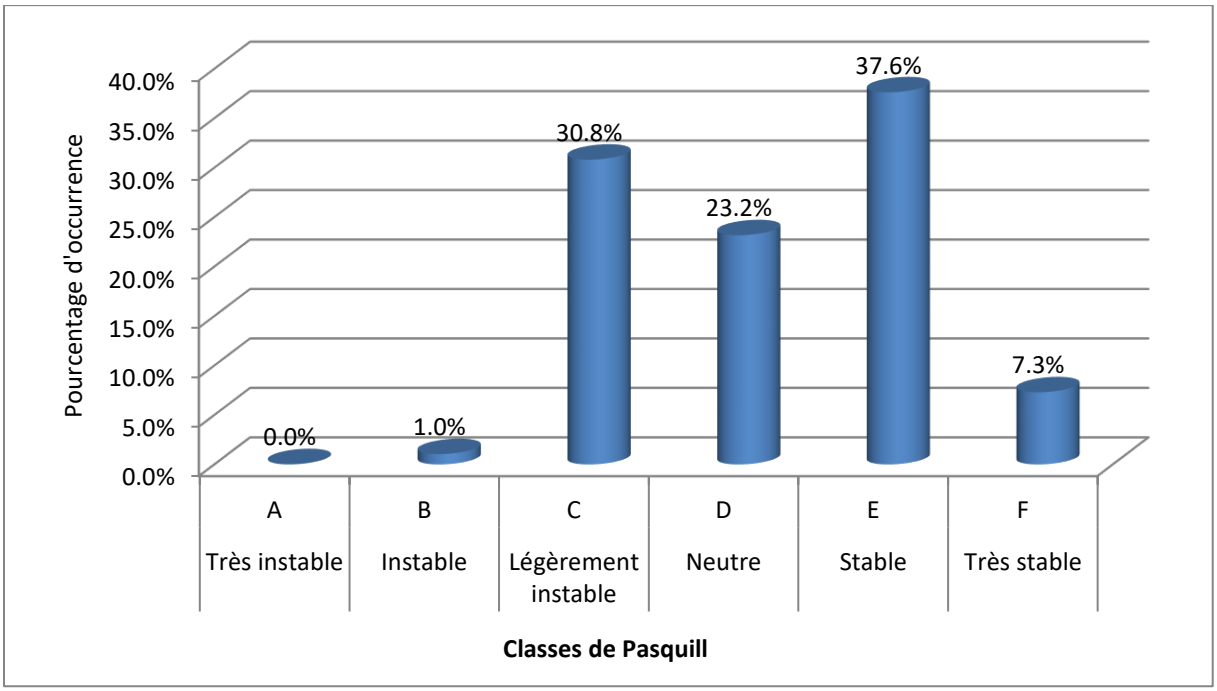
- Classe A : très instable
- Classe B : instable
- Classe C : légèrement instable
- Classe D : neutre
- Classe E : stable
- Classe F : très stable

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.

[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.

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

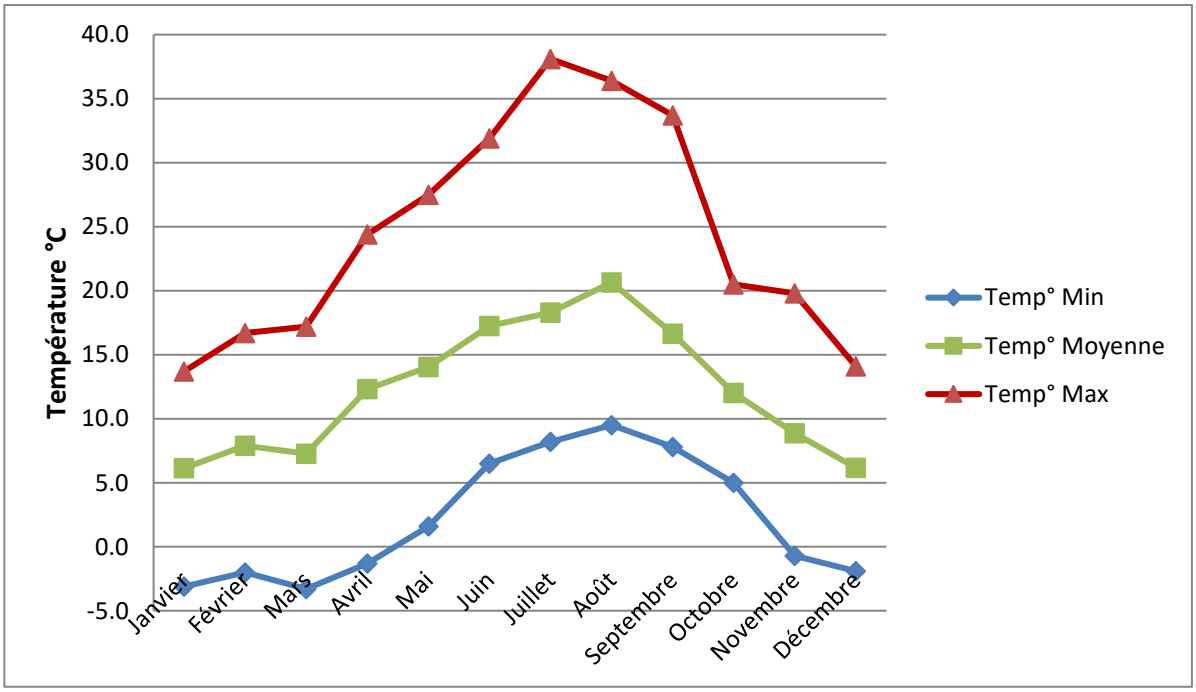


La classe E de Pasquill est la plus fréquemment observée (37,6 %), suivie par les classes C (30,8 %) et D (23,2 %). Les conditions de dispersion sont relativement favorables puisque 55,1 % des observations présentent une atmosphère instable ou neutre.

2.3.2.4 Températures

La température de l'air, dernier paramètre intervenant dans le processus de dispersion des polluants, est en moyenne de 12,3 °C à la station de Amiens-Glisy 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)



2.4 POINTS CIBLES

L'impact olfactif lié au projet de site de méthanisation sur les habitations riveraines est quantifié au niveau de 15 points cibles. Il s'agit des habitations les plus proches dans chaque direction, et d'habitations plus au cœur des villes de Saleux et Salouël. Ces points cibles sont présentés sur la Figure 6 et décrits dans le Tableau 2.

Figure 6 : localisation des points cibles

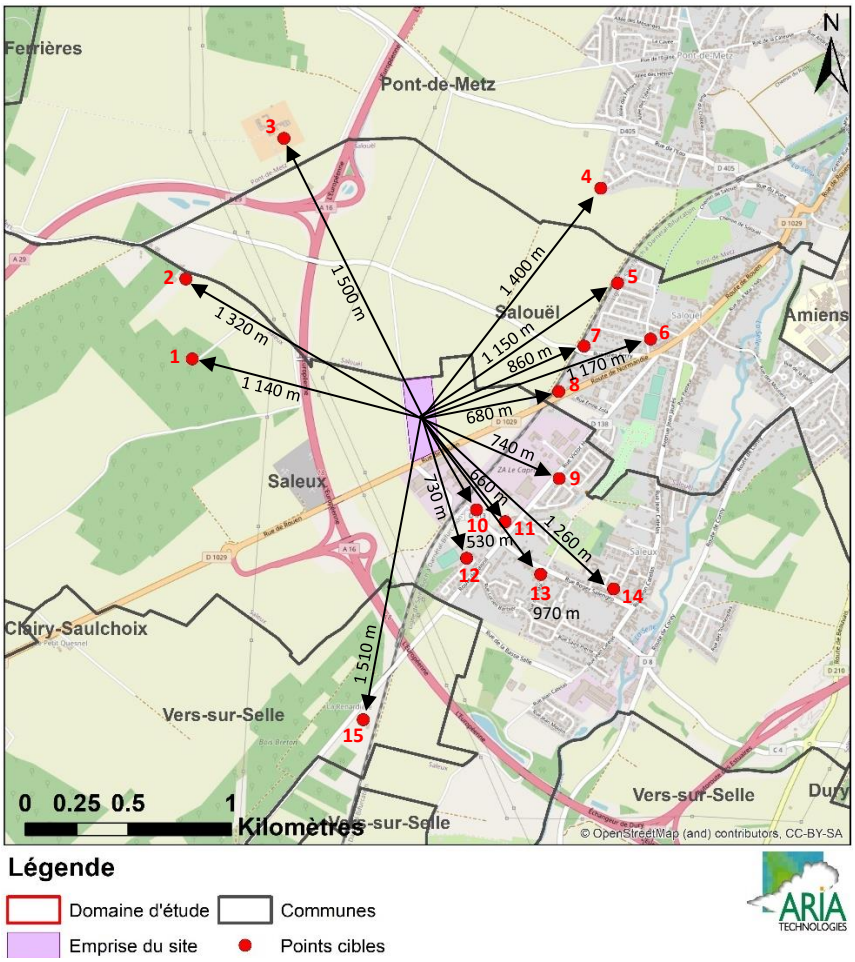


Tableau 2 : points cibles retenus

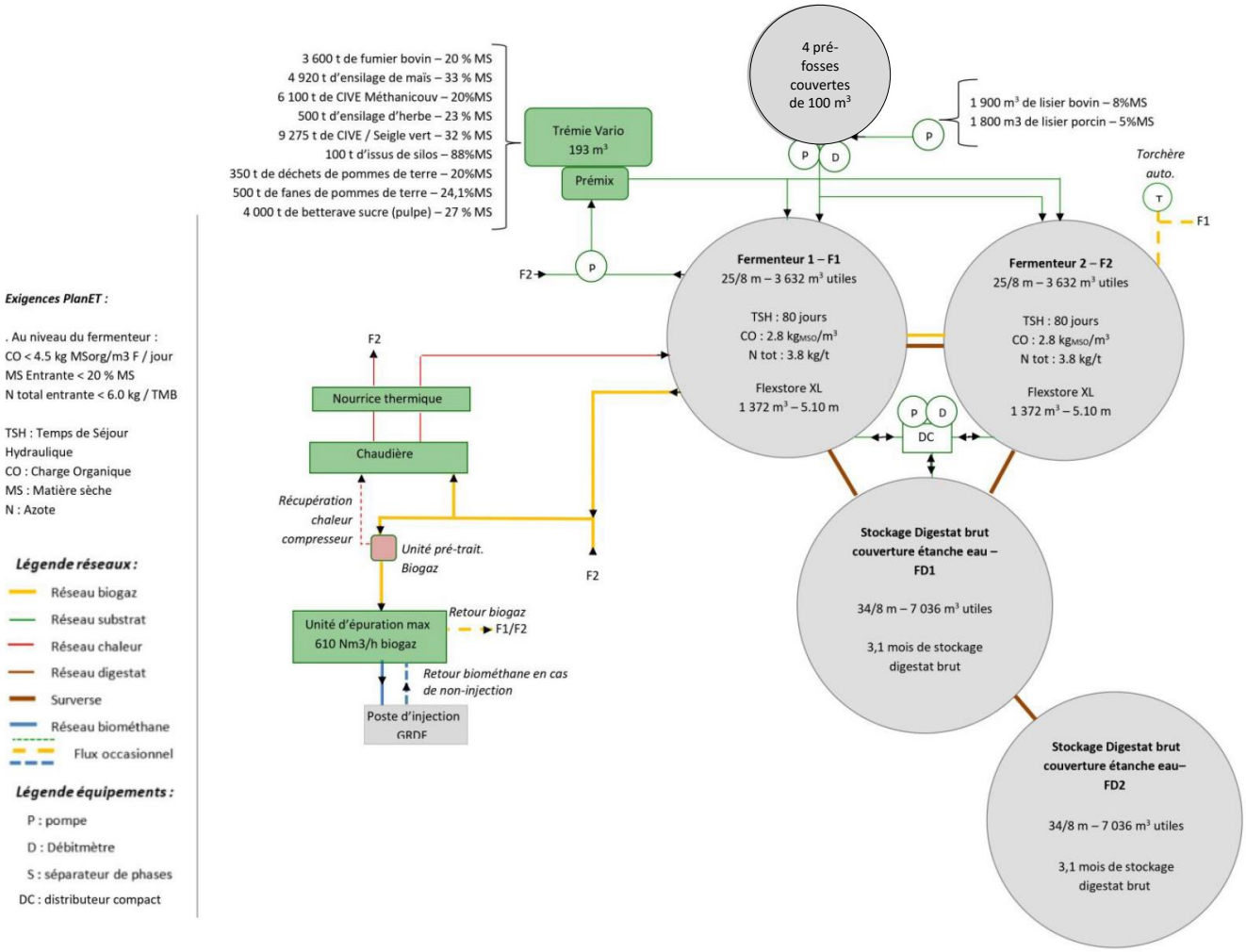
Id	Nom	Distance au centre du site (m)
1	Première habitation à l'ouest – Commune de Saleux	1 140
2	Première habitation au nord-ouest – Commune de Saleux	1 320
3	Première habitation au nord-ouest – Commune de Pont-de-Metz	1 500
4	Première habitation au nord-est – Commune de Pont-de-Metz	1 400
5	Habitation Rue Joachim du Bellay – Commune de Salouël	1 150
6	Habitation rue François Villon – Commune de Salouël	1 170
7	Première habitation au nord-est – Commune de Salouël	860
8	Première habitation à l'est – Commune de Salouël	680
9	Première habitation au sud-est – Commune de Saleux	740
10	Première habitation au sud – Commune de Saleux	530
11	Habitation Route de Taisnil – Commune de Saleux	660
12	Habitation Lotissement l'Orée du Bois – Commune de Saleux	730
13	Habitation croisement Rue Roger Salengro et Rue du 8 Mai 1945 – Commune de Saleux	970
14	Habitation Résidence Pierre et Marie Curie – Commune de Saleux	1 260
15	Première habitation au sud – Commune de Vers-sur-Selle	1 510

3 EMISSIONS OLFACTIVES

3.1 RECENSEMENT DES SOURCES D'ODEURS

Les matières entrantes solides, stockées dans les silos de stockage, sont dans un premier temps broyées avant d'être envoyées dans les fermenteurs (cf. schéma de fonctionnement sur la Figure 7). Les lisiers liquides sont stockés dans des pré-fosses couvertes avant d'être envoyés dans les fermenteurs. Les matières entrantes sont ensuite méthanisées pendant 80 jours dans les fermenteurs (ou digesteurs) pour être transformées en biogaz. Après épuration dans l'unité d'épuration, le biogaz devenu du biométhane est envoyé vers la chaudière pour produire de la chaleur. Le résidu de la méthanisation, le digestat, est ensuite stocké pendant 3 mois dans des cuves de stockage étanches à la pluie avant d'être utilisé comme engrais par épandage.

Figure 7 : schéma de fonctionnement du projet de méthanisation

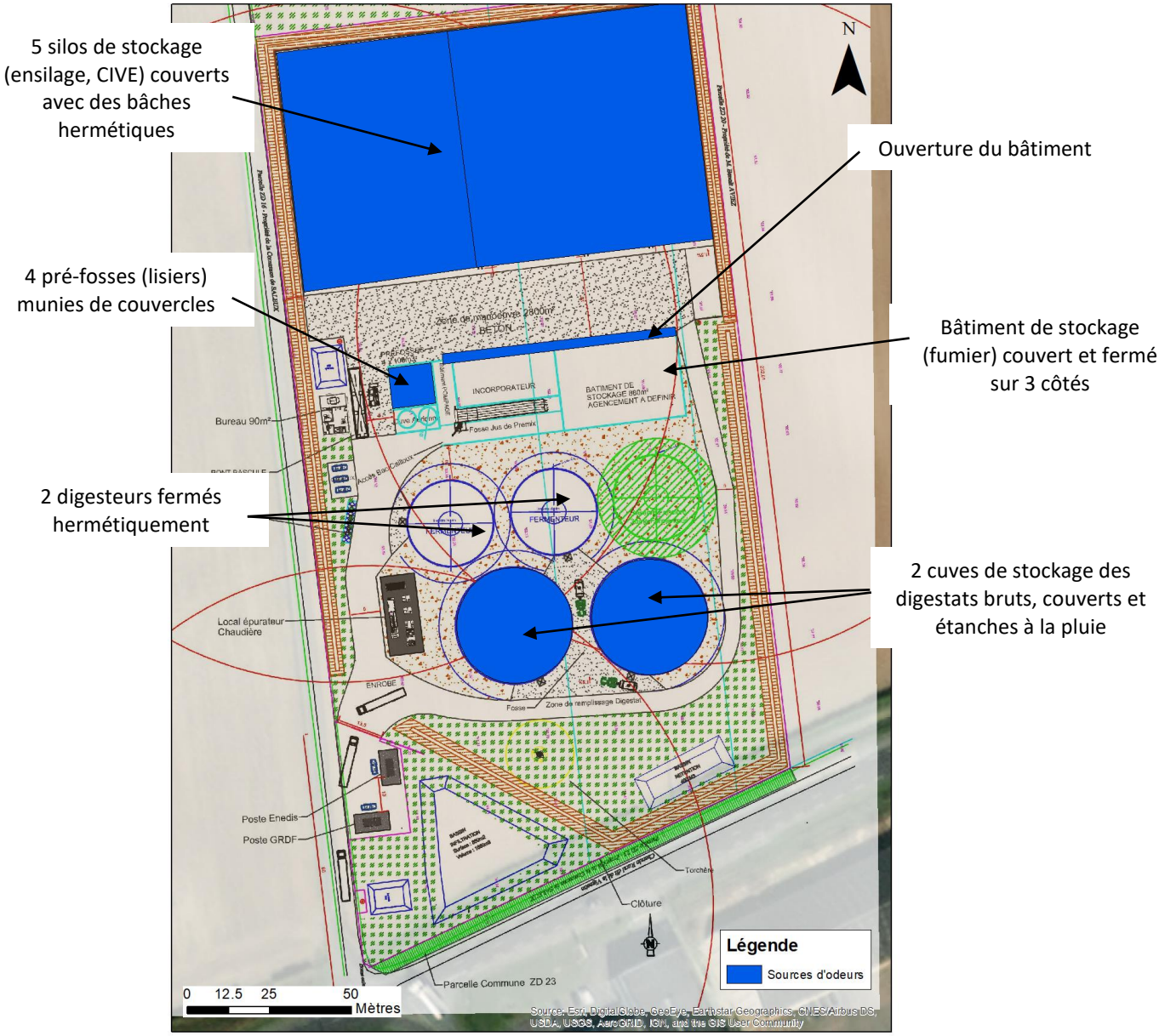


Les différentes sources susceptibles d'émettre des odeurs sont les suivantes (cf. Figure 8) :

- Le stockage de matières entrantes (fumier) situé dans un bâtiment couvert et fermé sur trois côtés : les odeurs peuvent provenir de l'ouverture sur le devant du bâtiment. Le fumier sera entreposé toutes les quinzaines dans le bâtiment à côté de la trémie d'incorporation.
- Les CIVE et ensilage, stockés dans cinq silos bâchés hermétiquement. Ils sont ouverts et découverts au fur et à mesure (maximum deux en même temps).

- Les 4 pré-fosses stockant des lisiers, munies de couvercles de fermeture. Celles-ci restent fermées pendant le remplissage des fosses.
- Les réacteurs de méthanisation : les fermenteurs seront fermés hermétiquement. Selon les données bibliographiques disponibles[2], 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 : celles-ci seront couvertes et étanches à la pluie.

Figure 8 : localisation des sources d'odeur



[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.

3.2 QUANTIFICATION DES EMISSIONS D'ODEURS

Le Tableau 3 présente les concentrations d'odeurs moyennes issues de données mesurées sur d'autres sites de méthanisation similaires[3].

Tableau 3 : concentrations d'odeurs issues de la bibliographie

Source	Concentration d'odeurs à l'air libre (uo/m³)
Stockage de fumier	504
Stockage de céréales, ensilage	720
Stockage de lisiers	355
Digesteur (réacteurs)	négligeable (< 20)
Stockage des digestats	1 748

Le bâtiment de stockage du fumier est fermé sur trois côtés. Les odeurs peuvent provenir de l'ouverture du bâtiment de dimension 70 mètres de largeur et 3 mètres de hauteur, soit une surface d'ouverture de 210 m². Le fumier sera entreposé toutes les quinzaines dans le bâtiment. Pour les simulations, il a été retenu une émission en continu, 24h/24 ce qui constitue une hypothèse majorante.

Le stockage d'ensilage et des CIVE est composé de 5 silos d'une surface totale de 8 200 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 cinq sont ouverts simultanément, les autres sont couverts d'une bâche hermétique.

Les 4 pré-fosses, d'une surface de 36 m² chacune, sont munies d'un couvercle et restent fermées même pendant le remplissage des fosses. En hypothèse majorante, on considère une ouverture d'une heure par semaine (maintenance).

Les cuves de stockage des digestats, de diamètre 34 mètres chacune et de 8 mètres de hauteur, sont munies d'une couverture étanche à la pluie.

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'odeurs[4].

[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

[4] « 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
	m²	uo/m³	m³/h/m²	uo/h
Ouverture bâtiment stockage (fumier)	210	504	3	317 520
Silos de stockage ouverts (CIVE, ensilage)	3 280	720	3	7 084 800
Silos de stockage bâchés (CIVE, ensilage)	4 920	360	3	5 313 600
Pré-fosses (lisiers)	144	355	3	153 360
Cuves de stockage des digestats couvertes	1 816	874	3	4 761 552
			TOTAL	**17 630 832**

Malgré les hypothèses majorantes retenues, le flux d'odeurs global de 17,6 millions d'uo/h est faible et inférieur au seuil de 20 millions d'uo/h fixé dans l'arrêté ministériel du 22 avril 2008[5] (arrêté destiné aux sites de compostage et qui nous sert de référence dans cette étude), seuil impliquant la réalisation d'une étude de dispersion des odeurs.

[5] 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

4 DETERMINATION DES CONCENTRATIONS D'ODEURS

4.1 PRESENTATION DU LOGICIEL DE DISPERSION ET PARAMETRAGES DU MODELE

4.1.1 Présentation générale du logiciel

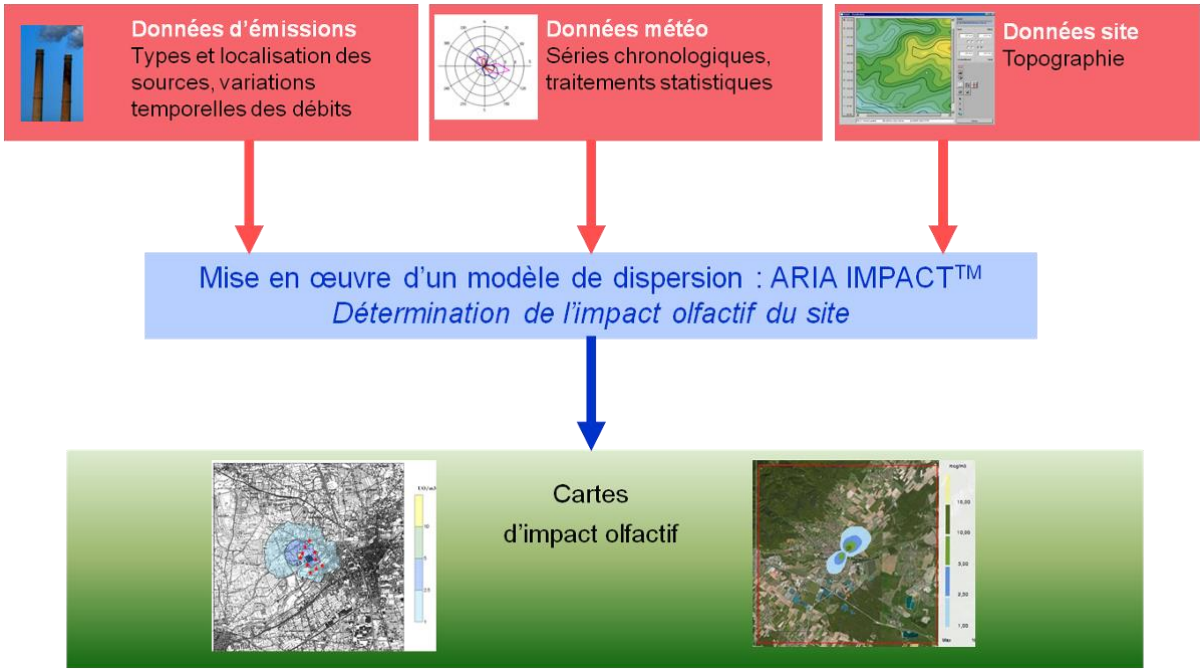
Le modèle utilisé pour cette analyse statistique est le logiciel ARIA Impact, version 1.8. Ce logiciel permet d'élaborer des statistiques météorologiques et de déterminer l'impact des émissions rejetées par une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques. Il permet de simuler plusieurs 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 9 : diagramme de fonctionnement du logiciel ARIA Impact



4.1.2 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 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 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 uo_E/m^3.
- **Seuil de reconnaissance** : c'est l'odeur reconnue par 50 % de la population. Il équivaut en général à 2 à 3 uo_E/m^3.
- **Seuil de discernement** : c'est l'odeur nettement perçue par 50 % de la population. Il équivaut à 5 uo_E/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 uo/m3, la gêne peut être importante.

4.2.2 Réglementation et grandeur calculée

En France, il n'existe actuellement pas de valeurs limites pour les odeurs pour les sites de méthanisation. Cependant, un **projet d'arrêté** a fait l'objet d'une consultation publique en mars 2021, projet modifiant l'arrêté du 10/11/09 fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les installations de méthanisation (rubrique 2781). Ce projet d'arrêté impose notamment que « *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 5uoE/m³ plus de 175 heures par an, soit une fréquence de dépassement de 2 %.*»

Conformément à ce projet d'arrêté, l'impact olfactif de l'ensemble des rejets atmosphériques issus du projet de méthanisation a été 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 uo_E/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 uo_E/m^3.

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/m^3). Les résultats sont présentés au niveau des points cibles retenus présentés au paragraphe 2.4.

Le Tableau 5 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 10 présente la carte des concentrations dépassées 2 % du temps (ou centile 98) pour l'année 2020.

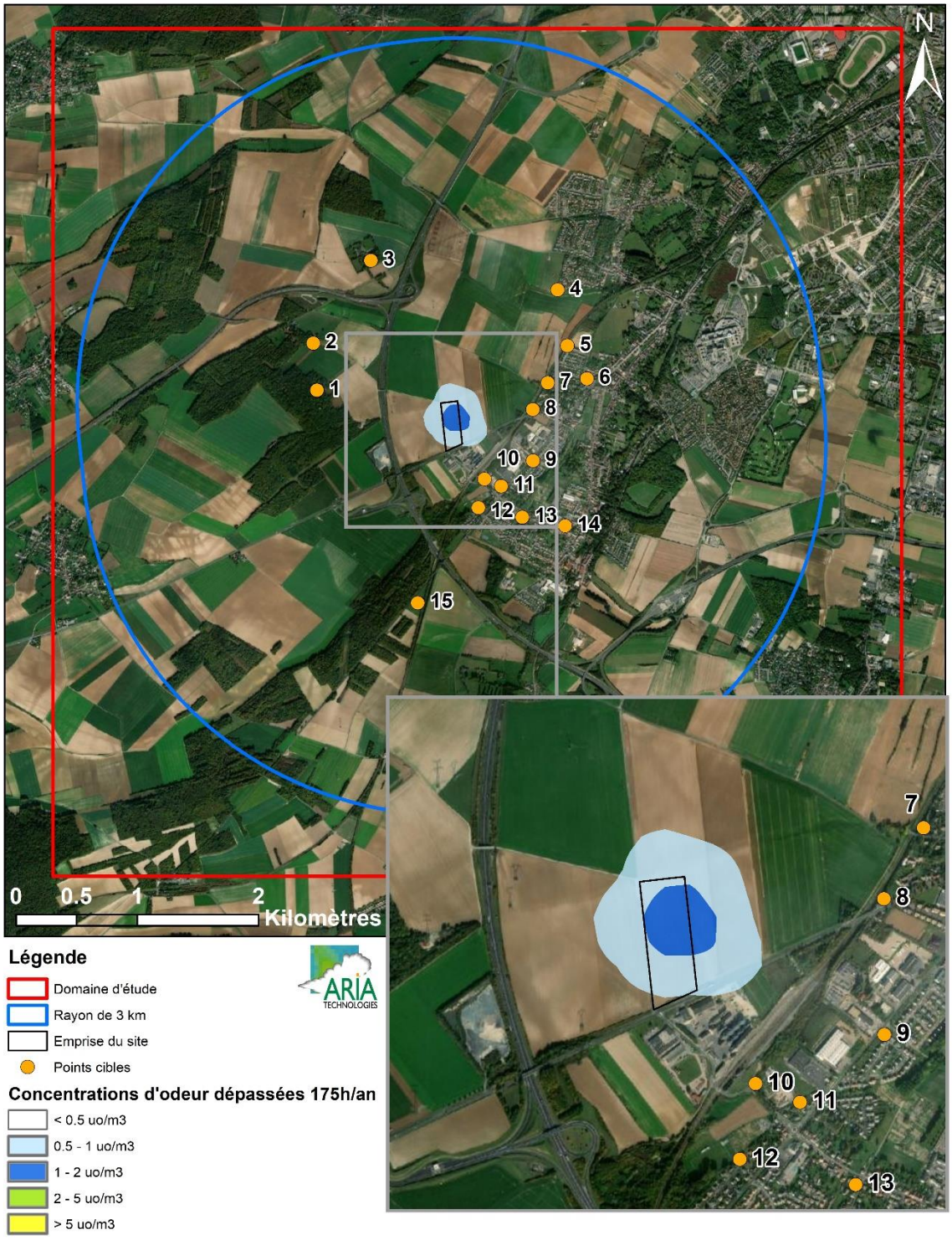
Tableau 5 : impact olfactif du site

Points cibles		Concentration dépassée 175 heures par an (centile 98) uo_E/m^3
1	Première habitation à l'ouest – Commune de Saleux	0.06
2	Première habitation au nord-ouest – Commune de Saleux	0.03
3	Première habitation au nord-ouest – Commune de Pont-de-Metz	0.07
4	Première habitation au nord-est – Commune de Pont-de-Metz	0.07
5	Habitation Rue Joachim du Bellay – Commune de Salouël	0.05
6	Habitation rue François Villon – Commune de Salouël	0.04
7	Première habitation au nord-est – Commune de Salouël	0.08
8	Première habitation à l'est – Commune de Salouël	0.09
9	Première habitation au sud-est – Commune de Saleux	0.13
10	Première habitation au sud – Commune de Saleux	0.09
11	Habitation Route de Taisnil – Commune de Saleux	0.08
12	Habitation Lotissement l'Orée du Bois – Commune de Saleux	0.05
13	Habitation croisement Rue Roger Salengro et Rue du 8 Mai 1945 – Commune de Saleux	0.05
14	Habitation Résidence Pierre et Marie Curie – Commune de Saleux	0.04
15	Première habitation au sud – Commune de Vers-sur-Selle	0.03
Point cible le plus exposé		**0.13**
		Point 9
Au point géographique le plus exposé du domaine d'étude en dehors des limites de site		**1.42** *A l'est du site, à proximité immédiate des limites de site, dans une zone inhabitée*
Valeur limite (projet d'arrêté relatif à la rubrique 2781)		***5 uo_E/m^3*** *à ne pas dépasser dans les zones d'occupation humaine*

Au niveau des points cibles retenus, les concentrations dépassées 2 % du temps (centile 98) sont très faibles et restent inférieures à 0,5 uo_E/m^3 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/m^3 dans le projet d'arrêté relatif aux installations classées de méthanisation (rubrique 2781). Le point cible le plus exposé est situé à environ 740 m au sud-est du centre du site (point n°9 – Première habitation au sud-est – Commune de Saleux) avec une concentration d'odeur de 0,13 uo_E/m^3.

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 1,42 uo_E/m^3, valeur inférieure à la valeur limite fixée à 5 uo_E/m^3.

Figure 10 : carte des concentrations d'odeurs dépassées 175 heures par an en 2020 (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 :

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

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

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

5.1 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 « Prairy Grass », représentative d'un rejet au sol en milieu rural et la campagne « Indianapolis » relative à un rejet de cheminée en milieu urbain. Les résultats de cette étude sont disponibles à l'adresse web suivante *http://www.record-net.org/record/synthPDF/Synth_record03-0805_2A.pdf*. Les résultats de cette étude montrent qu'en milieu rural et pour un rejet au sol, ARIA Impact a tendance à sous-estimer légèrement (17 %) les mesures avec un coefficient de corrélation aux mesures tout à fait acceptable. En milieu urbain, ARIA Impact a tendance à surestimer les concentrations (1 %) mesurées avec un coefficient de corrélation moins performant (0.37) mais correspondant à la meilleure corrélation obtenue parmi des modèles testés ;
- Etude ARIA Technologies pour le SPPPI Dunkerque concernant l'application du modèle ARIA Impact à l'ensemble de la zone industrielle de Dunkerque pour les rejets de SO_2. Les comparaisons aux capteurs du réseau OPAL'AIR ont montré un ratio modèle/mesures pour la concentration de 0.95 en moyenne ;
- Etude AFSSA des retombées en dioxines et PCB à proximité de plusieurs incinérateurs français basée sur une comparaison des dépôts calculés par ARIA Impact avec une campagne de mesures terrain. Les résultats ont été estimés satisfaisants ;
- Comparaison des résultats de déposition obtenus par le modèle ARIA Impact autour d'une installation industrielle émettant du fluor en prenant en compte des rejets canalisés et surfaciques. Le ratio modèle/mesures obtenu est de 84 %.

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

5.2 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 aux 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.

5.2.2 Incertitudes liées aux mesures météorologiques

Les données météorologiques sont issues des mesures de Météo-France. La station choisie a été qualifiée comme étant la plus représentative 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 » de l'opérateur Météo-France. En l'absence de données, le modèle ARIA Impact compense ces données invalides en basculant sur une méthode simplifiée dite « vent/jour/nuit » où la classe de stabilité est répartie entre les classes légèrement instable à stable en fonction de la vitesse du vent et du jour ou de la nuit.

5.2.3 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.

6 CONCLUSION

L'étude de dispersion des odeurs liées au projet de site de méthanisation à Amiens (80) a été confiée à ARIA Technologies.

Les émissions d'odeur proviennent de cinq sources surfaciques, dont le flux d'odeur total est égal à $17{,}6.10^6$ uo_E/h.

La valeur repère retenue pour cette étude est fixée à 5 uo_E/m^3 à ne pas dépasser plus de 175 heures par an dans un rayon de 3 km des limites de site (valeur limite réglementaire fixée dans le projet d'arrêté relatif aux installations classées de méthanisation de la rubrique 2781).

Les résultats suivants ont été obtenus :

- Au niveau des points cibles retenus, les concentrations dépassées 2 % du temps (centile 98) sont très faibles et restent inférieures à 0,5 uo_E/m^3 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/m^3 dans le projet d'arrêté. Le point cible le plus exposé est situé à environ 740 m au sud-est du centre du site (point n°9 – Première habitation au sud-est – Commune de Saleux) avec une concentration d'odeur de 0,13 uo_E/m^3.

- 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 1,42 uo_E/m^3, valeur inférieure à la valeur limite fixée à 5 uo_E/m^3.

En conclusion, les concentrations d'odeurs calculées au niveau des zones habitées de la zone d'étude sont nettement inférieures à la valeur limite de 5 uo_E/m^3 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

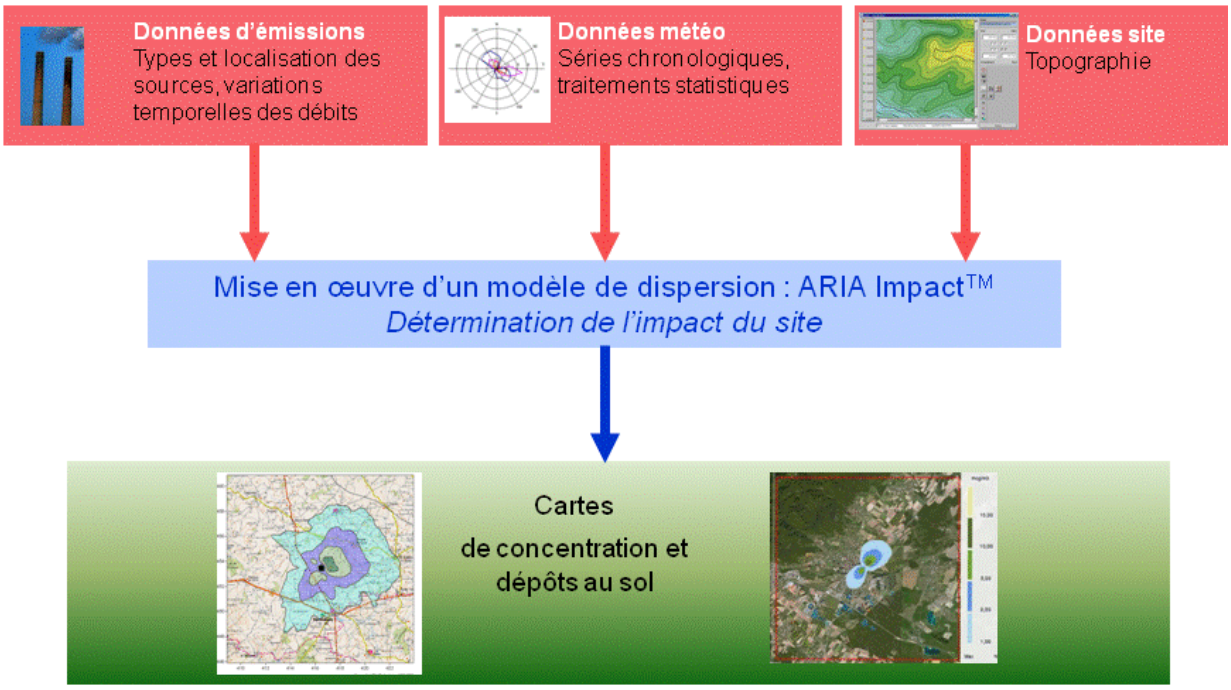
Présentation générale

ARIA Impact™ est un modèle de type "gaussien", conforme aux recommandations de l'E.P.A.[6]. 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 :



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

Fonctionnalités techniques

Logiciel multi-espèces et multi-sources

ARIA Impact™ permet de modéliser la dispersion de :

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

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

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

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

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

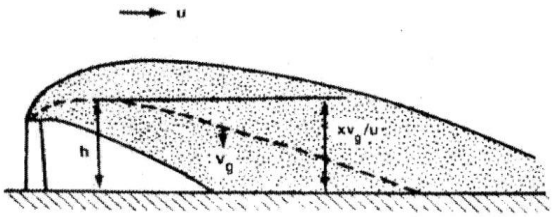
- **Modélisation pour une situation particulière** : il s'agit de modéliser la dispersion des polluants atmosphériques pour une situation météorologique fixée par l'utilisateur (modélisation pour une vitesse de vent et une direction de vent données). Ce mode de calcul peut être utilisé par exemple pour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

Variation temporelle des émissions

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

Dépôts au sol

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



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

Dispersion par vents calmes

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

Reconstitution de profils verticaux météorologiques

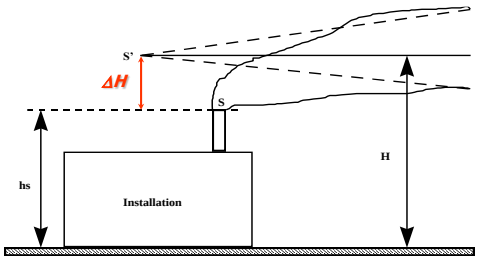
Dans le cas de cheminée, la surélévation du panache est calculée entre autres à partir de la vitesse du vent et de la température de l'air. Ces valeurs sont fournies dans la base de données météorologique. Cependant, ces données correspondent la plupart du temps à des mesures de station sol, c'est-à-dire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

Prise en compte de la couche de mélange

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

Surélévation de panache issu de cheminée

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



Conversion des NOx en NO et NO_2

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

Prise en compte simplifiée de la topographie

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

Envols de poussières

ARIA Impact™ contient un module spécifique pour le calcul des envolées de poussières fines, dans le cas d'un **stockage de poussières exposé au vent**.
Cette option permet d'estimer la quantité de poussières émises par une source surfacique en fonction de la rafale de vent, puis de modéliser la dispersion de ces poussières. Il peut s'agir par exemple d'un tas de charbon dont, par vent fort, les poussières fines vont s'envoler. Le calcul de la quantité émise de poussières passe par l'estimation du potentiel d'érosion du stockage, puis des facteurs d'émission fonction de la rafale de vent.

Résultats

Grandeurs calculées

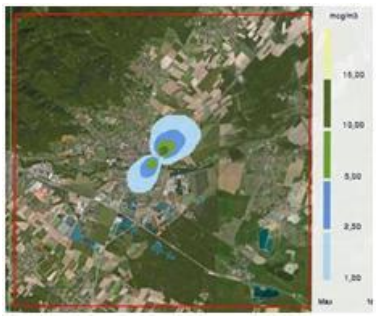
ARIA Impact™ permet de calculer les grandeurs suivantes :

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

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