



Site de Strasbourg (67)

Etude de risques sanitaires



Date : 10 Octobre 2025

Référence : FSUS231386/NT/25-02646


Références étude

Affaire, note technique :	FSUS231386/NT/25-02646 Soufflet Malt, site de Strasbourg (67) – Etude de Risques Sanitaires
----------------------------------	--

Coordonnées

Destinataire :	Myriam HORY, Soufflet Malt Tél : 03 87 56 44 11 – Email : mhory@souffletmalt.com
Contact Airbus :	Nicolas GAULIER Tél. : 06 26 08 60 40 – Email : nicolas.gaulier@apsys-airbus.com

Signatures

Auteur	Vérificateur	Approbateur
<p>A. BAILLY-BECHET</p> <p> Signature numérique de Amandine BAILLY-BECHET Date : 2025.10.10 15:30:14 +02'00'</p> <p>[10/10/2025]</p>	<p>N.GAULIER</p> <p>Nicolas GAULIER</p> <p>Signature numérique de Nicolas GAULIER Date : 2025.10.10 15:51:51 +02'00'</p> <p>[10/10/2025]</p>	<p>N.GAULIER</p> <p>Nicolas GAULIER</p> <p>Signature numérique de Nicolas GAULIER Date : 2025.10.10 15:52:52 +02'00'</p> <p>[10/10/2025]</p>

Gestion des modifications

Date	Commentaire
10/10/2025	Version finale

Sommaire

1. INTRODUCTION	5
1.1. Objet de l'étude	5
1.2. Coordonnées.....	6
2. REFERENTIEL ET TERMINOLOGIE	7
2.1. Terminologie.....	7
2.2. Documents de référence	8
3. METHODE ADOPTEE POUR L'EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES	9
3.1. Caractérisation du site et de son environnement.....	9
3.2. Identification du danger des substances	10
3.3. Evaluation de la relation dose-réponse	10
3.3.1. Effets à seuil.....	10
3.3.2. Effet sans seuil	10
3.4. Evaluation de l'exposition humaine	11
3.5. Caractérisation des risques	11
3.5.1. Effets à seuil.....	11
3.5.2. Effet sans seuil	11
3.6. Analyse des incertitudes	11
4. DESCRIPTION DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT.....	12
4.1. Description du site	12
4.1.1. Localisation géographique	12
4.1.2. Présentation des activités	16
4.1.3. Présentation du projet.....	16
4.2. Description de l'environnement du site	16
5. CARACTERISATION DES REJETS ATMOSPHERIQUES	17
5.1. Sources d'émissions	17
5.1.1. Identification des sources d'émissions	17
5.1.2. Caractérisation des sources d'émissions	19
5.1.3. Suivi actuel des émissions du site	21
5.2. Emissions retenues pour l'évaluation des risques sanitaires	23
5.2.1. Produits retenus	23
5.2.2. Quantification des émissions	23
5.3. Identification du danger des substances	27
5.3.1. Valeurs toxicologiques de référence	27
5.3.2. Effets toxiques retenus	31

5.3.3.	Conceptualisation de l'exposition	33
6.	CHOIX DES TRACEURS DU RISQUE	34
6.1.	Méthodologie	34
6.1.1.	Effets à seuils par inhalation	34
6.1.2.	Effets sans seuil par inhalation	34
6.2.	Evaluation de l'exposition humaine	34
6.2.1.	Modélisation de la dispersion des substances	34
6.2.2.	Concentrations et dépôts au niveau des points récepteurs – situation actuelle	39
6.2.3.	Concentrations et dépôts au niveau des points récepteurs – situation future	40
7.	CARACTERISATION DES RISQUES	41
7.1.	Quantification de l'exposition	41
7.2.	Caractérisation des risques par inhalation	41
7.2.1.	Détermination des quotients de dangers	41
7.2.2.	Détermination des excès de risques individuels	42
7.2.3.	Résultats pour les points récepteurs autour du site et le point majorant	43
8.	DISCUSSION DES RESULTATS ET CONCLUSION	47
8.1.	Incertitudes sur l'évaluation de la toxicité	47
8.1.1.	Choix des polluants traceurs du risque	47
8.1.2.	Choix des VTR	47
8.1.3.	Possibilité d'une interaction liée à une exposition concomitante à plusieurs polluants produisant des effets de synergie ou d'antagonisme	47
8.2.	Incertitude sur l'évaluation de l'exposition	47
8.2.1.	Erreur sur les flux des substances émises par l'installation	47
8.2.2.	Incertitude liée au modèle utilisé	48
8.2.3.	Incertitude liée à la durée de l'exposition	48
8.3.	Conclusion	49
9.	ANNEXES	50

1. INTRODUCTION

1.1. Objet de l'étude

La société **Soufflet Malt** est implantée sur le port de Strasbourg et exploite une malterie comprenant principalement :

- 2 unités de production de malt (M1 et M2)
- 3 silos verticaux de stockage d'orge et de malt (silos A, B, C)

Le site est soumis à autorisation au titre de la réglementation ICPE (Installations Classées pour la protection de l'Environnement).

Soufflet Malt envisage d'augmenter la capacité de production de malt du site. L'extension portant la production au-delà de 300 t/j, le seuil de l'autorisation de la rubrique 3642 de la nomenclature ICPE est atteint, le projet est ainsi soumis à évaluation environnementale.

La présente étude est réalisée dans le cadre de l'établissement du dossier de demande d'autorisation environnementale du projet d'extension de la production du site.

Cette étude a été réalisée sur base des informations fournies par **Soufflet Malt**.

1.2. Coordonnées

Identité de l'exploitant

- Raison sociale : Soufflet Malt
- Adresse du site : 7 Rue du Port du Rhin
67000 STRASBOURG
- Téléphone : 03 88 45 61 11
- Forme juridique : Société par Actions Simplifiée au capital de
14 583 834,25 €
- N° de Siret : 562 880 195 00051
- APE : 1106 Z (malterie)
- Responsable étude
Myriam HORY
mhory@souffletmalt.com
06 46 22 67 13
- Responsable site
Laurent MOREL, directeur de site
lmorel@souffletmalt.com
06 80 45 19 66

Rédaction de l'étude

- Adresse : Airbus Protect
Tour Thiers, 4 rue Piroux
54048 NANCY CEDEX
03 83 18 50 60
- Responsable étude
Nicolas GAULIER
nicolas.gaulier@apsys-airbus.com
06 26 08 60 40

2. REFERENTIEL ET TERMINOLOGIE

2.1. Terminologie

Acronymes	Définition
AMS	American Meteorological Society
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry – Agence pour le registre des substances toxiques et des maladies
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
COV	Composé Organique Volatil
CT	Concentration Tolérable telle que définie par Health Canada
DJE	Dose Journalière d'Exposition
DGS	Direction Générale de la Santé
EFSA	European Food Safety Authority - Autorité européenne de sécurité des aliments
ERC	Excès de Risque Collectif. Appelé aussi « Impact », il représente une estimation du nombre de cancers en excès, lié à l'exposition étudiée, qui devrait survenir au cours de la vie d'un groupe d'individus.
ERI	Excès de Risque Individuel. Probabilité que la cible a de développer l'effet associé à une substance cancérogène pendant sa vie du fait de l'exposition considérée.
ERU	Excès de Risque Unitaire. Probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu contracte un cancer s'il est exposé pendant sa vie entière à une unité de dose (ou de concentration)
Health Canada	Ministère fédéral de la santé, Canada
IARC	International Agency for Research on Cancer
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
IPCS	International Programm on Chemical Safety
MRL	Minimum Risk Level tel que défini par l'ATSDR
OAQPS	Office of Air Quality Planning and Standards
OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment – Office d'évaluation du risque sanitaire environnemental
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
QD	Quotient de Danger. Utilisé pour caractériser le risque lié aux toxiques systémiques. Il correspond à la dose (ou concentration) journalière d'exposition divisée par la dose (ou concentration de référence)
REL	Reference Exposure Levels tel que défini par l'OEHHA
RfC	Concentration de référence telle que définie par l'EPA
RIVM	Institut national de la santé publique et de la protection de l'environnement, Pays-Bas
TCA	Tolerable Concentration in Air telle que définie par le RIVM
US EPA	United States Environmental Protection Agency – Agence nationale de protection de l'environnement, Etats-Unis
VTR	Valeur Toxicologique de Référence. Appellation générique regroupant tous les types d'indice toxicologique qui permettraient d'établir une relation entre une dose et un effet toxique, ou entre une dose et une probabilité d'effet.

2.2. Documents de référence

- [R1] INERIS, Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires, Deuxième édition – septembre 2021
- [R2] INERIS, Choix de valeurs toxicologiques de référence (VTR), Première édition - août 2016
- [R3] Circulaire du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation
- [R4] Note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués
- [R5] INRS, Evaluation de la vitesse d'évaporation et de la concentration d'un composé organique volatil dans l'atmosphère d'un local de travail, ED 6058
- [R6] US. EPA, « AERMOD User's Guide », 2019, 321 pages
- [R7] US. EPA, « AERMOD Model formulation and evaluation », 2019, 177 pages
- [R8] US. EPA, « AERMET meteorological pre-processor User's Guide », 2019, 310 pages
- [R9] US. EPA, « AERMAP terrain pre-processor User's Guide », 2018, 136 pages
- [R10] ANSES, « AVIS révisé de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à l'élaboration de VTR par voie respiratoire pour les particules de l'air ambiant extérieur (PM2,5 et PM10) et le carbone suie de l'air ambiant extérieur », Mai 2025 [\[lien vers rapport ANSES\]](#)
- [R11] ANSES, « Faisabilité d'élaboration de VTR par voie respiratoire pour les particules ultrafines », Juillet 2024 [\[lien vers rapport ANSES\]](#)
- [R12] US-EPA, AP42 Compilation of Air Pollutant Emissions Factors from Stationary Sources [\[lien vers AP-42\]](#)

3. METHODE ADOPTEE POUR L'EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

Il s'agit d'étudier les risques sanitaires chroniques liés à une exposition à long terme des populations riveraines aux polluants atmosphériques émis par le site de la société **Soufflet Malt**, situé à Strasbourg (67). Ces populations se situent hors périmètre du site et dans le domaine d'étude appelé zone d'influence du site.

L'évaluation des risques sanitaires est réalisée sur la base :

- Des mesures effectuées,
- D'estimations de rejets.

La méthodologie développée repose sur l'ensemble des informations recueillies concernant le site et doit répondre à quatre grands principes :

- **Le principe de précaution** : consiste à adopter des hypothèses raisonnablement majorantes en absence de données reconnues,
- **Le principe de proportionnalité** : respecte une cohérence entre le niveau d'approfondissement et l'importance de la pollution,
- **Le principe de spécificité** : assure la pertinence de l'étude par rapport au site étudié et à son environnement,
- **Le principe de transparence** : le choix des hypothèses, des outils utilisés, du degré d'approfondissement nécessaire relève du jugement et du savoir-faire de l'évaluateur face à chaque cas d'étude particulier. Ces choix doivent être cohérents et expliqués afin que la logique du raisonnement puisse être suivie et discutée par les différentes parties intéressées.

Les principales étapes de cette étude sont les suivantes :

- Caractérisation du site et de son environnement,
- Identification du danger des substances rejetées par l'installation,
- Évaluation de la relation dose-réponse,
- Évaluation des expositions,
- Caractérisation du risque,
- Analyse des incertitudes.

Le cadre méthodologique choisi comme structure de référence est celui du guide méthodologique INERIS sur l'Evaluation de l'état des milieux et des Risques Sanitaires [R1].

Le contenu et l'objectif des principales étapes de cette étude sont présentés dans les paragraphes suivants.

3.1. Caractérisation du site et de son environnement

Cette étape doit permettre :

- De renseigner les valeurs spécifiques d'un certain nombre de paramètres (collecte et analyse de données liées au site et à son environnement),
- De définir l'ensemble des voies de transfert et d'exposition pour les populations à l'extérieur du site (conceptualisation de l'exposition).

3.2. Identification du danger des substances

L'identification du potentiel dangereux consiste à identifier des effets indésirables que les substances sont intrinsèquement capables de provoquer chez l'homme.

Les dangers à prendre en compte pour établir le profil toxicologique d'une substance chimique sont les suivantes :

- La toxicité aiguë,
- La toxicité chronique,
- La cancérogénicité,
- La génotoxicité,
- L'impact sur la reproduction et le développement.

3.3. Evaluation de la relation dose-réponse

L'évaluation de la relation dose-réponse a pour but de définir une relation quantitative entre la dose administrée ou absorbée et l'incidence de l'effet délétère. Cette évaluation permet d'élaborer des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR¹). Cette définition fait appel aux données scientifiques disponibles sur la relation entre les niveaux d'exposition et la survenue des dangers.

Conformément à la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 [R4], les valeurs de référence utilisées sont les valeurs toxicologiques de référence définies par l'ANSES, l'US EPA, l'ATSDR, l'OMS/IPCS, Health Canada, RIVM, OEHHA ou EFSA².

Ces VTR sont disponibles sur des bases de données consultables sur Internet et régulièrement actualisées en fonction de l'évolution des connaissances scientifiques.

Les Valeurs Toxicologiques de Référence sélectionnées doivent avoir été définies à partir d'études basées sur des durées d'exposition appropriées et tenant compte de la voie d'exposition concernée.

Deux types d'effets sont distingués : effets à seuil et effets sans seuil. Il est à noter qu'une substance peut présenter ses deux effets, dans ce cas, ils seront tous deux étudiés.

3.3.1. Effets à seuil

Ils indiquent un effet qui survient au-delà d'une dose administrée, pour une durée d'exposition déterminée à une substance isolée. L'intensité des effets croît alors avec l'augmentation de la dose administrée. En deçà de cette dose, on considère que l'effet ne surviendra pas.

Pour les effets toxiques à seuils, la VTR s'exprime en mg/m³ ou µg/m³ quand l'exposition a lieu par inhalation et en mg/kg.j ou µg/kg.j quand l'exposition a lieu par ingestion.

3.3.2. Effet sans seuil

Ceci indique un effet qui apparaît quelle que soit la dose reçue. La probabilité de survenue croît avec la dose et la durée d'exposition, mais l'intensité de l'effet n'en dépend pas. Cette famille concerne principalement les effets cancérogènes et/ou génotoxiques.

Pour les effets toxiques sans seuils, la VTR est l'Excès de Risque Unitaire (ERU³) pour un agent dangereux donné. L'ERU s'exprime en (mg/m³)⁻¹ ou (µg/m³)⁻¹ pour une exposition par inhalation et en (mg/kg.j)⁻¹ ou (µg/kg.j)⁻¹ pour une exposition par ingestion.

¹ VTR : appellation générique regroupant tous les types d'indice toxicologique qui permettraient d'établir une relation entre une dose et un effet toxique, ou entre une dose et une probabilité d'effet.

² Si plusieurs VTR sont disponibles le choix doit être réalisé conformément aux préconisations de la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 également développées dans le document méthodologique de l'INERIS « Choix de valeurs toxicologiques de référence » de décembre 2016.

³ ERU : Probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu contracte un cancer s'il est exposé pendant sa vie entière à une unité de dose (ou de concentration) d'une substance cancérogène.

3.4. Evaluation de l'exposition humaine

L'évaluation de l'exposition consiste à déterminer les voies de passage du polluant de la source vers la cible par les différents compartiments environnementaux, ainsi qu'à estimer la fréquence, la durée et l'importance de l'exposition.

Cette étape qualitative et / ou quantitative, la plus complexe de l'évaluation des risques sanitaires, a pour objectif de relier la concentration du toxique dans les différents vecteurs d'exposition aux doses présentées aux trois principales voies d'entrée de l'organisme humain : orale, respiratoire et cutanée.

Différentes voies d'exposition peuvent être prises en compte (inhalation, ingestion) et les concentrations en polluants dans l'environnement sont calculées.

L'analyse est proportionnée aux risques associés à l'installation. Si le risque identifié est jugé négligeable, l'analyse peut être uniquement qualitative.

3.5. Caractérisation des risques

Dans cette dernière étape, les informations issues de l'évaluation de l'exposition des populations et de l'évaluation de la toxicité des substances sont synthétisées et intégrées sous forme d'une expression quantitative ou qualitative du risque.

3.5.1. Effets à seuil

Dans le cas d'une expression quantitative, pour les substances avec effets à seuil, l'exposition des populations environnantes est estimée et un Quotient de Dangers (QD⁴) est calculé en comparant les niveaux d'exposition par les différentes voies retenues avec les Valeurs Toxicologiques de Référence.

3.5.2. Effet sans seuil

Dans le cas d'une expression quantitative, pour les substances avec effets sans seuils, l'ERU permet de déterminer les Excès de Risques Individuels (ERI⁵) pour chacun des points caractéristiques retenus.

Ces résultats (QD et ERI) permettent d'évaluer le risque sanitaire lié à l'installation.

3.6. Analyse des incertitudes

Cette étape fondamentale permet de pondérer, nuancer et/ou affirmer les résultats obtenus.

Cette analyse porte sur l'évaluation de la toxicité et sur l'évaluation de l'exposition. Elle peut être qualitative ou quantitative et permet d'évaluer les facteurs de sous ou sur évaluation du risque afin de discuter de la vraisemblance des résultats obtenus.

⁴ QD : utilisé pour caractériser le risque lié aux toxiques systémiques, il correspond à la dose (ou concentration) journalière d'exposition divisée par la dose (ou concentration) de référence.

⁵ ERI : probabilité que la cible a de développer l'effet associé à une substance cancérigène pendant sa vie du fait de l'exposition considérée.

4. DESCRIPTION DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT

4.1. Description du site

4.1.1. Localisation géographique

Les installations de **Soufflet Malt** sont implantées sur le port de Strasbourg dans le quartier du Port du Rhin, à l'extrémité Est de la commune.

Le site est entouré :

- A l'Ouest par la darse appelée "Bassin du Commerce" reliée au Rhin
- Au Sud par la rue du Port du Rhin puis par l'ancien site Coop en cours de réhabilitation (habitat et services)
- A l'Est par la rue de la Minoterie puis par différents sites industriels
- Au Nord par un terrain inoccupé, puis par différents sites industriels

Les installations sont implantées sur un terrain d'environ 3,7 hectares.

Les terrains du site sont amodiés. Les coordonnées cadastrales du site sont les suivantes :

Commune	Section	Lieu-dit	Parcelle	Contenance de la parcelle
Strasbourg	HZ	Rue du port du Rhin	148	15 024 m ²
			252	1 256 m ²
			439	15 052 m ²
		Rue de la Minoterie	437	767 m ²
			Total	32 099 m²

Une parcelle d'environ 5 600 m² est également louée par le site au Nord. Cette surface en bordure du silo B est inutilisée et permet également de disposer de la maîtrise foncière à proximité du site.

Les parcelles d'implantation du site appartiennent au site sauf la parcelle louée au Nord qui appartient au Port Autonome de Strasbourg.

Les installations étudiées sont localisées en page suivante sur l'extrait de carte IGN au 1/25 000^{ème}.

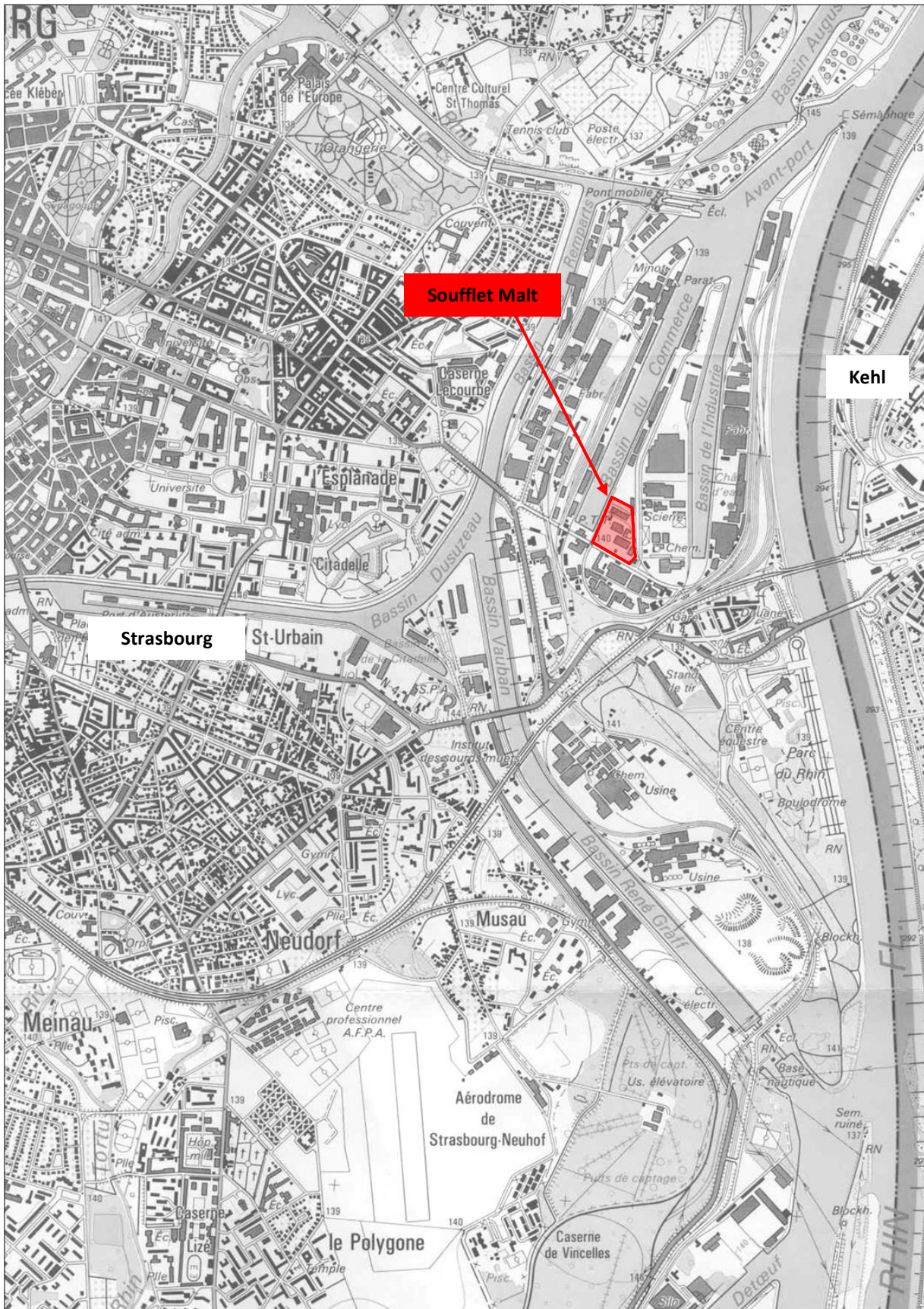


Figure 1 : Extrait de carte échelle 1/25 000ème (source : IGN, carte IGN 3816)



Figure 2 : Vue aérienne du site étudiée (échelle graphique)

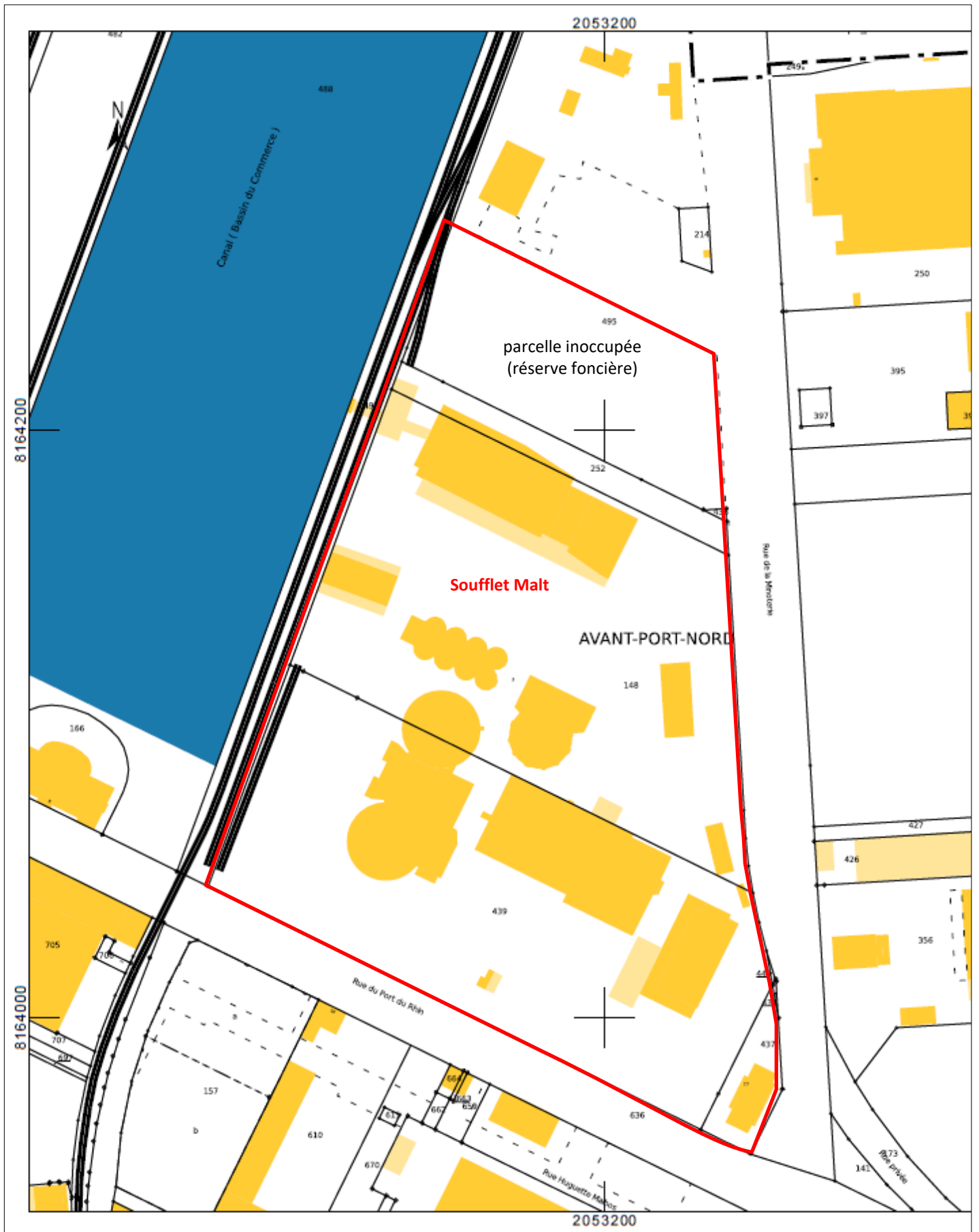


Figure 3 : Extrait du cadastre du site

4.1.2. Présentation des activités

Activités et produits du site

Le site est spécialisé dans la production de malt destiné au secteur de la brasserie (Heineken, Kronenbourg, Meteor, brasseurs allemands : Binding, Gotha, Oettinger, Karlsberg).

Le site approvisionne en particulier des brasseries locales : Kronenbourg avec 33 000 t/an, Licorne avec 3 300 t/an, Meteor 2 300 t/an.

Les coproduits (orquettes et granulés issues et radicales) sont destinés à l'alimentation animale

Principales installations du site

Le site comprend les principales installations suivantes :

- 2 unités de production de malt d'orge (M1 et M2)
- 3 silos verticaux de stockage d'orge et de malt (silos A, B, C) et boisseaux de chargement de malt au niveau des silos A et C et de granulés de coproduits au niveau de M1
- Des installations de production de froid (ammoniac) et de chaleur (chaudières liaison au réseau de chaleur communal)

La zone projet concernera des activités liées à la production. L'augmentation de production engagera des modifications de manutention secondaires du grain, les capacités de stockage du grain existantes (silos) seront inchangées.

Le site compte également une installation de cogénération qui fonctionne uniquement de novembre à mars.

Réception et expédition de produits

La réception de l'orge se fait au niveau de la grande fosse à

- 80 % par trains
- 20 % par camions

L'expédition du malt se fait à :

- 25 % par camions au niveau de l'expédition silo A
- 25 % par camions au niveau de l'expédition silo B (entre silos B et C)
- 50 % par bateaux (au niveau de la tour du silo B)

4.1.3. Présentation du projet

Le projet consiste à augmenter les capacités de production en incluant notamment une optimisation de l'utilisation de l'outil de production.

La présentation détaillée des modifications est réalisée dans le dossier de demande d'autorisation environnemental du projet.

4.2. Description de l'environnement du site

La présentation détaillée de l'environnement est réalisée dans le dossier de demande d'autorisation environnementale du projet.

5. CARACTERISATION DES REJETS ATMOSPHERIQUES

5.1. Sources d'émissions

5.1.1. Identification des sources d'émissions

Les sources d'émissions canalisées vers l'extérieur sont :

- Les filtres du silo A : nettoyage centralisé, filtre haut et le futur filtre bas
- Les quatre filtres des aspirations du silo B
- La future sortie de filtre du silo C
- Le filtre de la granulation
- Les filtres de M1 : filtre de la germination et filtre de la touraille
- Les filtres de M2 : filtre de la germination et les deux filtres de la touraille
- La cheminée de la chaufferie
- La cheminée de la cogénération

Nota : la sortie de filtre bas du silo A et la sortie de filtre du silo C se font actuellement en intérieur, les émissions ne sont donc pas prises en compte dans la situation actuelle. Dans le cadre du projet les sorties de ces deux filtres se feront en extérieur et sont donc incluses dans la simulation pour la situation future.

Les sources d'émissions diffuses sont :

- Grande fosse : réception de l'orge via train et camions
- Poste de chargement silo A : expédition de malt par camion
- Poste de chargement silo B : expédition de malt par camion
- Poste de chargement bateaux : expédition de malt par bateau

L'ensemble de ces sources d'émissions est localisé sur la figure en page suivante.

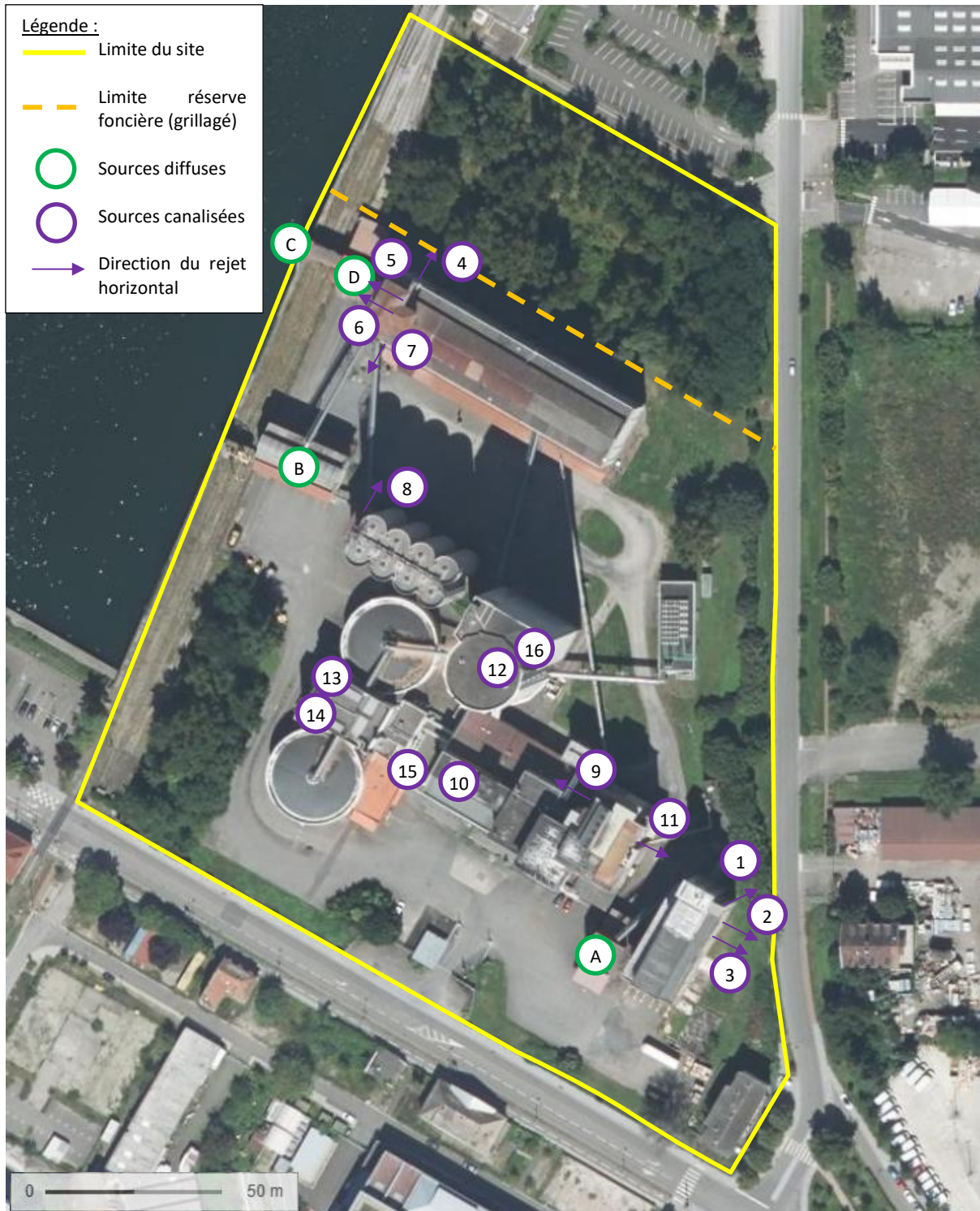


Figure 4 : Localisation des sources d'émissions du site

5.1.2. Caractérisation des sources d'émissions

Les caractéristiques des sources d'émissions sont reprises dans les tableaux suivants. La localisation des sources d'émission est présentée sur la figure en page précédente.

Tableau 1 : Caractéristique des sources d'émissions du silo A

Paramètres	1 – Nettoyage centralisé		2 – Filtre bas		3 – Filtre haut	
	Actuel	Futur	Actuel	Futur	Actuel	Futur
Temps de fonctionnement annuel	1 500	1 500	-	2 100 ⁽¹⁾	1 750 ⁽²⁾	2 100 ⁽¹⁾
Débit	1000 m ³ /h		-	10 000 m ³ /h	10 000 m ³ /h	
Vitesse	-		-	8 m/s	8 m/s	
Température	Ambiante		-	Ambiante	Ambiante	
Hauteur	2 m		-	5 m	34 m	
Diamètre	0,1 m		-	0,7 m	0,7 m	
Direction	Horizontal – direction est		-	Horizontal – direction est	Horizontal – direction est	
Polluants	Poussières		-	Poussières	Poussières	

(1) 6 h/j x 350 j/an

(2) 5 h/j x 350 j/an

Tableau 2 : Caractéristique des sources d'émissions du silo B

Paramètres	4 – Filtre asp 1		5 – Filtre asp 2		6 – Filtre asp 3		7 – Filtre asp 4	
	Actuel	Futur	Actuel	Futur	Actuel	Futur	Actuel	Futur
Temps de fonctionnement annuel	2 450 ⁽¹⁾	3 150 ⁽²⁾	3 150 ⁽²⁾	3 500 ⁽³⁾	440 ⁽⁴⁾	660 ⁽⁵⁾	3 500 ⁽³⁾	4 200 ⁽⁶⁾
Débit	20 100 m ³ /h		7 720 m ³ /h		20 600 m ³ /h		23 200 m ³ /h	
Vitesse	15,5 m/s		9,5 m/s		16 m/s		17,9 m/s	
Température	Ambiante		Ambiante		Ambiante		Ambiante	
Hauteur	31 m		18 m		31 m		6 m	
Diamètre	0,7 m		0,55 m		0,7 m		0,7 m	
Direction	Horizontal – direction nord		Horizontal – direction ouest		Horizontal – direction ouest		Horizontal – direction sud	
Polluants	Poussières		Poussières		Poussières		Poussières	

(1) 7 h/j x 350 j/an

(4) 2 h/j x 220 j/an

(2) 9 h/j x 350 j/an

(5) 3 h/j x 220 j/an

(3) 10 h/j x 350 j/an

(6) 12 h/j x 350 j/an

Tableau 3 : Caractéristique des sources d'émissions du silo C et de la granulation

Paramètres	8 – Filtre silo C		9 – Filtre granulation	
	Actuel	Futur	Actuel	Futur
Temps de fonctionnement annuel	-	525 ⁽¹⁾	1 400 ⁽²⁾	1 925 ⁽³⁾
Débit	-	10 000 m ³ /h	4 520 m ³ /h	
Vitesse	-	8 m/s	9 m/s	
Température	-	Ambiante	36 °C	
Hauteur	-	5 m	23 m	
Diamètre	-	0,7 m	0,45 m	
Direction	-	Horizontal – direction nord	Horizontal – direction ouest	
Polluants	-	Poussières	Poussières	

(1) 1,5 h/j x 350 j/an

(3) 5,5 h/j x 350 j/an

(2) 4 h/j x 350 j/an

Tableau 4 : Caractéristique des sources d'émissions du bâtiment de fabrication M1

Paramètres	10 – Filtre germination		11 – Filtre touraille	
	Actuel	Futur	Actuel	Futur
Temps de fonctionnement annuel	7 000 ⁽¹⁾	8 760 ⁽²⁾	7 000 ⁽¹⁾	7 665 ⁽³⁾
Débit	158 000 m ³ /h		240 000 m ³ /h	
Vitesse	5,4 m/s		4,2 m/s	
Température	20°C		26°C	
Hauteur	20 m		25 m	
Section du filtre	3.50 x 2.60		12.00 x 1.50	
Direction	Vertical		Horizontal – direction est	
Polluants	Poussières, CO2, COVT, CH4, COVNM		Poussières, CO2, COVT, CH4, COVNM, SO2	

(1) 20 h/j x 350 j/an

(3) 21 h/j x 365 j/an

(2) 24 h/j x 365 j/an

Tableau 5 : Caractéristique des sources d'émissions du bâtiment de fabrication M2

Paramètres	12 – Filtre germination		13 – Filtre touraille A		14 – Filtre touraille B	
	Actuel	Futur	Actuel	Futur	Actuel	Futur
Temps de fonctionnement annuel	7 000 ⁽¹⁾	8 760 ⁽²⁾	7 000 ⁽¹⁾	7 300 ⁽³⁾	7 000 ⁽¹⁾	7 300 ⁽³⁾
Débit	181 000 m ³ /h		659 000 m ³ /h		668 000 m ³ /h	
Vitesse	1,9 m/s		4,7 m/s		4,6 m/s	
Température	22°C		34°C		28°C	
Hauteur	70 m		24 m		24 m	
Section du filtre	10.00 x 3.00		12.20 x 3.80		12.20 x 3.80	
Direction	Vertical		Vertical		Vertical	
Polluants	Poussières, CO2, COVT, CH4, COVNM, SO2, formaldéhyde		Poussières, CO2, COVT, CH4, COVNM, SO2, acétaldéhyde		Poussières, CO2, COVT, CH4, COVNM, SO2, acétaldéhyde	

(1) 20 h/j x 350 j/an

(3) 20 h/j x 365 j/an

(2) 24 h/j x 365 j/an

Tableau 6 : Caractéristique des sources d'émissions de combustion

Paramètres	15 – Chaufferie		16 – Cogénération	
	Actuel	Futur	Actuel	Futur
Temps de fonctionnement annuel	8 760 ⁽¹⁾	8 760 ⁽¹⁾	3 600 ⁽²⁾	3 600 ⁽²⁾
Consommation de gaz	1 644 400 m ³	1 509 000 m ³	1 427 768 m ³	1 934 535 m ³
Température	150°C*		150°C*	
Hauteur	24 m		70 m	
Diamètre	0,5 m		0,8 m	
Direction	Vertical		Vertical	
Polluants	Poussières, CO, CO2, NOx, SO2, CH4, N2O		Poussières, CO, CO2, NOx, SO2, CH4, N2O	

* En l'absence de mesure sur ces points d'émissions, une température standard pour ce type de rejet est prise en compte

(1) 20 h/j x 350 j/an

(2) 24 h/j x 150 j/an (fonctionnement de novembre à mars)

Tableau 7 : Caractéristique des sources d'émissions diffuse

Paramètres	A – Poste de chargement silo A		B – Poste de chargement silo B		C - Poste de chargement bateaux		D – Grande fosse	
	Actuel	Futur	Actuel	Futur	Actuel	Futur	Actuel	Futur
Utilisation	Expédition malt par camion		Expédition malt par camion		Expédition malt par bateau		Réception orge par camion et train	
Répartition expédition/réception	30%	25%	30%	25%	40%	50%	100% réception (80% train / 20% camion)	
Quantités reçues / an	28 050 t	32 500 t	28 050 t	32 500 t	37 400 t	65 000 t	T : 89 040 t C : 22 260 t	T : 124 000 t C : 31 000 t
Surface	~ 100 m ²		~ 280 m ²		~ 200 m ²		~ 160 m ²	
Température	Ambiante		Ambiante		Ambiante		Ambiante	
Hauteur	~ 3 m (hauteur du camion)		~ 3 m (hauteur du camion)		~ 3,5 m (tirant d'air classique d'une péniche)		0 m (réception en fosse)	
Polluants	Poussières		Poussières		Poussières		Poussières	

5.1.3. Suivi actuel des émissions du site

5.1.3.1. Rejets canalisés

Des campagnes de mesures ont été réalisées au niveau des filtres en Novembre 2023 et 2024 par la société DEKRA, les résultats sont synthétisés dans les tableaux suivants.

Tableau 8 : Contrôle des aspirations du silo A et B – Novembre 2023

Paramètres		Silo A	Silo B asp.1	Silo B asp.2	Silo B asp.3	Silo B asp.4
Poussières	Concentration (mg/m ³)	0	8,6	0,19	0,19	0,17
	Flux horaire (g/h)	0	173	1,5	3,9	4

Tableau 9 : Contrôle de l'aspiration de la granulation – Novembre 2023

Paramètres		Granulation
Poussières	Concentration (mg/m ³)	0
	Flux horaire (g/h)	0

**Tableau 10 : Contrôle des rejets des germoirs et tourailles des bâtiments de fabrication M1 et M2 –
 Novembre 2024**

Paramètres		Gerموir M1	Touraille M1	Gerموir M2	Touraille A M2	Touraille B M2
CO2	Flux horaire (kg/h)	621	334	870	1 557	891
CO	Concentration (mg/m ³)	0	0	0	0	0
	Flux horaire (g/h)	0	0	0	0	0
NOx	Concentration (mg/m ³)	0	0	0	0	0
	Flux horaire (g/h)	0	0	0	0	0
COVT	Concentration (mg/m ³)	2	1,4	5,9	3,5	2,4
	Flux horaire (g/h)	321	339	1 061	2 330	1 578
CH4	Concentration (mg/m ³)	2,2	1,2	1,7	1,4	1,4
	Flux horaire (g/h)	347	299	302	947	928
COV NM	Concentration (mg/m ³)	0,13	0,29	4,4	2,2	1,1
	Flux horaire (g/h)	21	70,4	802	1 479	750
SO2	Concentration (mg/m ³)	0,032	0,39	0,098	4,3	0,13
	Flux horaire (g/h)	4,7	94,4	19	2 857	88,9
Acétaldéhyde	Concentration (mg/m ³)	0	0	0	242	53,9
	Flux horaire (g/h)	0	0	0	159	35,9
Formaldéhyde	Concentration (mg/m ³)	0	0	16,2	0	0
	Flux horaire (g/h)	0	0	3,4	0	0
Poussières	Concentration (mg/m ³)	0,17	0,12	0,17	0,36	0,43
	Flux horaire (g/h)	25,7	28,1	31,7	235	285

5.1.3.2. Rejets diffus

Il n'existe pas de campagne de suivi des émissions diffuses.

5.2. Emissions retenues pour l'évaluation des risques sanitaires

5.2.1. Produits retenus

Les produits retenus dans la suite de l'étude sont les produits susceptibles d'être présents dans les rejets du site et possédant une VTR, à savoir :

- Poussières : PM10 et PM2.5
- Monoxyde de carbone
- Formaldéhyde
- Acétaldéhyde

5.2.2. Quantification des émissions

5.2.2.1. Emissions actuelles

Emissions canalisées

Les émissions liées aux filtres sont estimées à partir des mesures et valeurs limites en termes de concentration et flux. Les quantités émises sont estimées sur la base du temps de fonctionnement des installations.

Tableau 11 : Emissions actuelles – silos et bâtiments de production

Source	Poussières (kg)			Monoxyde de carbone (kg)	Formaldéhyde (kg)	Acétaldéhyde (kg)
	PM totales	PM10	PM2.5			
Nettoyage centralisé – silo A	1,5	0,4	0,06	-	-	-
Filtre bas – silo A	-	-	-	-	-	-
Filtre haut – silo A	17,5	4,76	0,72	-	-	-
Filtre asp 1 – silo B	49,23	13,39	2,037	-	-	-
Filtre asp 2 – silo B	24,32	6,61	1,01	-	-	-
Filtre asp 3 – silo B	9,06	2,47	0,37	-	-	-
Filtre asp 4 – silo B	81,2	22,08	3,36	-	-	-
Filtre silo C	-	-	-	-	-	-
Filtre granulation	6,33	1,72	0,26	-	-	-
Filtre germination – M1	1 106	300,8	45,75	-	-	-
Filtre touraille – M1	1 680	456,9	69,5	-	-	-
Filtre germination – M2	1 267	344,59	52,42	-	23,8	-
Filtre touraille A – M2	4 613	1 254,6	190,85	-	-	1 113
Filtre touraille B – M2	4 676	1 271,74	193,46	-	-	251,3

Nota : les rejets de poussières sont estimés sur la base d'une concentration à l'exutoire de 1 mg/m³. La répartition entre les PM10 et PM2.5 est basée sur le pourcentage déterminé au niveau des rejets diffus (analogie pour la typologie de poussières : poussières issues de grain).

Les émissions liées à la chaufferie et à la cogénération ne disposent pas de mesures. Elles sont estimées pour les besoins de la présente étude via les facteurs d'émissions de l'AP 42 établis par l'US-EPA⁶.

Tableau 12 : Emissions actuelles – combustion

	Chaufferie	Cogénération
Quantité de gaz (m ³)	1 644 400	1 427 768
CO ₂ (kg)	3 157 248	2 741 315
CO (kg)	2 210	1 919
NO _x (kg)	1 316	1 142
PM total (kg)	200	174
SO ₂ (kg)	16	14
CH ₄ (kg)	61	53
N ₂ O (kg)	17	15

Emissions diffuses

Les émissions diffuses sont uniquement liées à la dispersion de poussières lors du chargement ou déchargement de grains.

Il n'a pas été fait de mesures sur ces émissions. Elles sont estimées pour les besoins de la présente étude via les facteurs d'émissions de l'AP 42 établis par l'US-EPA⁷ sur la base des tonnages annuels manipulés sur le site.

Tableau 13 : Emissions actuelles – sources diffuses

Source	Quantités de grains (t)	Poussières totales (kg)	PM10 (kg)	PM2,5 (kg)
Poste de chargement silo A	28 050	204	55,5	8,4
Poste de chargement silo B	28 050	204	55,5	8,4
Poste de chargement bateaux	37 400	271	68	9
Grande fosse – réception train	89 040	1 292	315	53
Grande fosse – réception camion	22 260	1 817	596	101

5.2.2.2. Emissions futures

Emissions canalisées

Les émissions futures liées aux filtres sont estimées sur la même base que les émissions actuelles avec les temps de fonctionnement prévus.

Tableau 14 : Emissions futures – silos et bâtiments de production

Source	Poussières (kg)			Monoxyde de carbone (kg)	Formaldéhyde (kg)	Acétaldéhyde (kg)
	PM totales	PM10	PM2.5			
Nettoyage centralisé – silo A	1,5	0,4	0,06	-	-	-

⁶ Chapter 1 – External Combustion Sources, section 1.4 Natural Gas Combustion

⁷ Chapter 9 – Food and Agricultural Industries, section 9.9.1 Grain Elevators & Processes

Source	Poussières (kg)			Monoxyde de carbone (kg)	Formaldéhyde (kg)	Acétaldéhyde (kg)
	PM totales	PM10	PM2.5			
Filtre bas – silo A	21	5,7	0,87	-	-	-
Filtre haut – silo A	21	5,7	0,87	-	-	-
Filtre asp 1 – silo B	63,14	17,19	2,64	-	-	-
Filtre asp 2 – silo B	27,02	7,34	1,13	-	-	-
Filtre asp 3 – silo B	13,6	3,69	0,57	-	-	-
Filtre asp 4 – silo B	97,44	26,46	4,06	-	-	-
Filtre silo C	5,25	1,43	0,22	-	-	-
Filtre granulation	8,7	2,36	0,36	-	-	-
Filtre germination – M1	1 384,1	375,78	57,65	-	-	-
Filtre touraille – M1	1 839,6	499,46	76,63	-	-	-
Filtre germination – M2	1 585,56	430,48	66,04	-	29,78	-
Filtre touraille A – M2	4 810,7	1 306,11	200,39	-	-	1 160,7
Filtre touraille B – M2	4 876,4	1 323,95	203,13	-	-	262,1

Nota : les rejets de poussières sont estimés sur la base d'une concentration à l'exutoire de 1 mg/m³. La répartition entre les PM10 et PM2.5 est basée sur le pourcentage déterminé au niveau des rejets diffus (analogie pour la typologie de poussières : poussières issues de grain).

Les émissions liées à la chaufferie et à la cogénération futures sont estimées de la même façon que pour la situation actuelle, sur la base des facteurs d'émissions de l'AP 42 établis par l'US-EPA⁸ et la consommation prévue de gaz.

Tableau 15 : Emissions futures – combustion

	Chaufferie	Cogénération
Quantité de gaz (m ³)	1 509 000	1 934 535
CO ₂ (kg)	2 897 280	3 714 307
CO	2 028	2 600
NO _x	1 207	1 548
PM total	183	176
SO ₂	14	19
CH ₄	56	71
N ₂ O	15	20

⁸ Chapter 1 – External Combustion Sources, section 1.4 Natural Gas Combustion

Emissions diffuses

Les émissions diffuses futures sont estimées de la même façon que pour la situation actuelle, sur la base des facteurs d'émissions de l'AP 42 établis par l'US-EPA⁹ et sur la base des tonnages annuels manipulés prévus sur le site.

Tableau 16 : Emissions futures – sources diffuses

Source	Quantités de grains (t)	Poussières totales (kg)	PM10 (kg)	PM2,5 (kg)
Poste de chargement A	32 500	236	64,1	9,83
Poste de chargement B	32 500	236	64,1	9,83
Poste de chargement bateaux	65 000	472	118	16
Grande fosse – réception train	124 000	1 800	439	73
Grande fosse – réception camion	31 000	2 531	830	141

⁹ Chapter 9 – Food and Agricultural Industries, section 9.9.1 Grain Elevators & Processes

5.3. Identification du danger des substances

5.3.1. Valeurs toxicologiques de référence

5.3.1.1. Choix des valeurs toxicologiques de référence

Conformément à la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact[R4], les valeurs de référence seront uniquement issues des 8 bases de données suivantes : ANSES, US EPA, ATSDR, OMS, RIVM, Health Canada, OEHHA ou EFSA.

Cette circulaire fixe également les règles suivantes concernant l'utilisation des valeurs toxicologiques de référence :

1. Aucune valeur toxicologique de référence n'est recensée pour une substance chimique dans les 8 bases de données nationales ou internationales. En l'absence de VTR pour cette substance, une quantification des risques n'est pas envisageable, même si des données d'exposition sont disponibles. Le pétitionnaire doit toutefois mettre en parallèle la valeur mesurée à des valeurs guides comme celles de l'OMS, et à des valeurs réglementaires, en tenant compte des valeurs de bruit de fond, et proposer des mesures de surveillance ainsi que des mesures techniques de réduction des émissions.
2. Une seule valeur toxicologique de référence existe dans l'une des 8 bases de données, pour une voie et une durée d'exposition.
La VTR doit correspondre aux conditions d'exposition (durée, voies...) auxquelles la population est confrontée ; ainsi par exemple les pétitionnaires :
 - a. ne doivent pas utiliser une valeur toxicologique aiguë pour une exposition chronique et vice versa ;
 - b. ne doivent, en l'absence de procédures établies pour la construction de VTR pour la voie cutanée, envisager aucune transposition à cette voie de VTR disponibles pour les voies orale ou respiratoire ;
 - c. ne peuvent procéder à une transposition de la VTR par voie orale en une VTR par voie respiratoire (ou vice versa).
3. Plusieurs valeurs toxicologiques de référence existent dans les bases de données (Anses, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA ou EFSA) pour une même voie et une même durée d'exposition.

Par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé au pétitionnaire de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données.

A défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors le prestataire devra retenir les VTR correspondantes, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.

Sinon, le pétitionnaire sélectionnera la VTR la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée.

5.3.1.2. Présentation des VTR pour chacun des produits retenus

Les émissions du site sont présentes en continu pendant les périodes d'activités du site, environ 52 semaines par an. L'étude est donc considérée pour une exposition chronique et les valeurs de référence seront donc prises pour cette exposition.

Les valeurs des différentes VTR actuellement disponibles sont données pour chaque substance recensée lors de la caractérisation des rejets du site.

Les différentes recherches sont effectuées conformément à la note d'information du 31 octobre 2014 [R4]. Les recherches sur les VTR des produits sont effectuées à partir du portail des substances de l'INERIS et des fiches de l'ANSES.

Poussières

VTR des PM10 et PM2,5

L'établissement de VTR pour les particules de l'air ambiant extérieur a fait l'objet d'une étude récente menée par l'ANSES et d'un rapport publié en Mai 2025 [R10].

Les études menées par l'ANSES ont conduit à déterminer deux niveaux de VTR sans seuil : court et long terme.

La VTR court terme des PM2.5 est associée au risque d'hospitalisation pour cause cardiaque et présente deux ERU en fonction de la gamme de concentration en PM 2.5 :

- $1,65 \cdot 10^{-7} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ pour des concentrations inférieures ou égales à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- $7,69 \cdot 10^{-9} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ pour des concentrations supérieures à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

De la même façon, la VTR court terme des PM10 est associée au risque d'hospitalisation pour cause cardiaque et présente deux ERU en fonction de la gamme de concentration en PM 10 :

- $7,34 \cdot 10^{-8} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ pour des concentrations inférieures ou égales à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- $7,71 \cdot 10^{-9} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ pour des concentrations supérieures à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

La VTR long terme des PM2.5 a été dérivée de l'excès de risque vie entière de décès toutes causes non accidentelles en fonction des niveaux de concentrations annuels de PM2,5. Il s'agit d'une fonction non linéaire pour des concentrations sur la gamme de concentration 4,9 à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La VTR obtenue est de $1,28 \cdot 10^{-2} (\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})^{-1}$.

Il n'existe pas de VTR à long terme pour les PM10, l'ANSES recommande de convertir la concentration d'exposition aux PM10 en concentration PM2,5 avec le ratio [PM2,5]:[PM10] propre à la zone géographique étudiée ou avec un modèle plus sophistiqué puis d'utiliser la VTR à long terme des PM2,5.

Ratio PM2,5/PM10

Le rapport de l'ANSES [R10] présente au §8.2 du rapport d'expertise joint l'avis suivant concernant le ratio [PM2,5] : [PM10] :

« En France, des ratios locaux peuvent être fournis par les Associations Agréés de Surveillance de la Qualité de l'Air. Le ratio peut être variable dans le temps et l'espace, étant par exemple dépendant du type de station de mesure ou site (ex : fond vs. trafic), de facteurs météorologiques (température, vitesse des vents et précipitation) et des différentes sources de pollution (Adães et Pires 2019; Anses 2019; LCSQA 2013). Plus généralement, l'OMS (2021) indique qu'un ratio [PM2,5] : [PM10] compris entre 0,5 et 0,8 est valable pour la plupart des situations. En 2013, le projet HRAPIE de l'OMS recommandait l'utilisation d'un ratio [PM2,5] : [PM10] de 0,65, considéré comme une moyenne pour la population européenne, afin de convertir des fonctions concentration-risque pour les PM10 en PM2,5 (OMS 2013b). Ces différentes valeurs peuvent être utilisées en l'absence de données de concentration propres à la zone géographique évaluée. »

D'après les données brutes collectées par ATMO Grand-Est et mises à disposition sur son site <https://observatoire.atmo-grandest.eu/>, les ratios PM2,5 :PM10 pour le département du Bas-Rhin et la zone du PPA de Strasbourg sont les suivants :

Année	Bas-Rhin			PPA de Strasbourg		
	PM10 (kg)	PM2,5 (kg)	Ratio PM2,5 :PM10	PM10 (kg)	PM2,5 (kg)	Ratio PM2,5 :PM10
1990	8 162 437	6 530 387	0,80	1 883 121	1 511 316	0,80
2005	6 558 436	5 216 155	0,80	1 213 948	965 519	0,80
2010	6 470 244	5 134 138	0,79	1 059 298	829 117	0,78
2012	5 681 361	4 367 188	0,77	916 675	700 956	0,76
2014	4 963 217	3 690 476	0,74	863 528	635 532	0,74
2015	5 181 692	3 908 587	0,75	838 582	632 720	0,75
2016	5 345 393	4 061 510	0,76	854 000	650 329	0,76
2017	5 116 862	3 840 719	0,75	849 393	628 073	0,74
2018	4 772 704	3 514 954	0,74	797 387	592 244	0,74
2019	4 812 160	3 533 108	0,73	805 648	591 110	0,73
2020	4 298 326	3 087 032	0,72	696 386	501 618	0,72
2021	4 797 619	3 550 082	0,74	772 848	566 311	0,73
2022	4 355 022	3 139 213	0,72	688 866	486 620	0,71
2023	4 232 446	2 972 668	0,70	691 127	477 562	0,69
MOYENNE	5 339 137	4 039 016	0,75	923 629	697 788	0,75

Source données brutes : ATMO Grand Est - Invent'Air V2025, consulté le 12/09/2025

Au regard de ces différents éléments, il est choisi de considéré dans le cadre du présent rapport, un ratio de 0,75 pour la détermination de la VTR à long terme pour les effets sans seuil pour les PM10, soit :

$$0,75 \times 1,28 \cdot 10^{-2} = 9,6 \cdot 10^{-3} (\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})^{-1}$$

VTR des PUF

Concernant les particules ultrafines (PUF), l'ANSES considère dans son rapport de Juillet 2024 [R11] que malgré les effets sanitaires déjà mis en évidence, les données épidémiologiques sont encore insuffisantes pour permettre la construction d'une VTR. Aussi seules les PM10 et Pm2,5 seront considérées dans le présent rapport.

Formaldéhyde

Tableau 17 : Effets à seuils du formaldéhyde

Source	Voie d'exposition	Type de valeur	Valeur	Effet critique retenu	Année	Facteur d'incertitude
ANSES	Inhalation	VTR	123 µg/m³	Irritation oculaire	2018	-
OEHHA	Inhalation	REL	9 µg/m³	Irritations oculaires et nasales, lésions histologiques de l'épithélium nasal	2008	-
ATSDR	Inhalation	MRL	0,008 ppm	-	1999	-

Tableau 18 : Effets sans seuil du formaldéhyde

Source	Voie d'exposition	Type de valeur	Valeur	Effet critique retenu	Année	Facteur d'incertitude
Sante Canada	Inhalation	CT 0,05	9,5 mg/m³ soit 5,26 10 ⁻⁶ (µg/m³) ⁻¹	Tumeurs nasales	2000	-
US EPA	Inhalation	Inhalation unit risk	1,3 10 ⁻⁵ (µg/m³) ⁻¹	Squamous cell carcinoma	1990	-
OEHHA	Inhalation	Inhalation unit risk	6 10 ⁻⁶ (µg/m³) ⁻¹	Rat nasal squamous carcinoma	1992	-

Acétaldéhyde

Tableau 19 : Effets à seuils de l'acétaldéhyde

Source	Voie d'exposition	Type de valeur	Valeur	Effet critique retenu	Année	Facteur d'incertitude
ANSES	Inhalation	VGAI	160 µg/m ³	Dégénérescence de l'épithélium olfactif	2014	-
US EPA	Inhalation	RfC	0,009 mg/m ³	Degeneration of olfactory epithelium	1991	-
OMS IPC	Inhalation	CT	300 µg/m ³		1995	-
Santé Canada	Inhalation	CT	390 µg/m ³		2000	-
OEHHA	Inhalation	REL	140 µg/m ³	Degenerative, inflammatory and hyperplastic changes of the nasal mucosa in animals	2008	-

Tableau 20 : Effets sans seuil de l'acétaldéhyde

Source	Voie d'exposition	Type de valeur	Valeur	Effet critique retenu	Année	Facteur d'incertitude
US EPA	Inhalation	Inhalation unit risk	2,2 10 ⁻⁶ (µg/m ³) ⁻¹	Augmentation de l'incidence des adénocarcinomes et des carcinomes des cellules squameuses de la cloison nasale	1991	-
Santé Canada	Inhalation	CT0,5	86 µg/m ³		2000	-
OEHHA	Inhalation	Inhalation unit risk	2,7 10 ⁻⁶ (µg/m ³) ⁻¹	rat nasal tumor incidence	2011	-

Monoxyde de carbone

Tableau 21 : Effets à seuils du monoxyde de carbone

Source	Voie d'exposition	Type de valeur	Valeur	Effet critique retenu	Année	Facteur d'incertitude
Afsset	Inhalation	VTR	10 mg/m ³	-	2007	-

Cette VTR est retenue ou construite par l'ANSES.

Il n'existe pas de valeurs pour les effets sans seuils.

5.3.2. Effets toxiques retenus

5.3.2.1. Produits retenus et voie d'exposition

Suite à l'analyse des VTR au chapitre précédent, le tableau suivant justifie des produits pris en compte dans la suite de l'étude.

Tableau 22 : Effets et produits retenus

Substances (n°CAS)	INHALATION		
	VTR	Voie retenue	Justification
Poussières PM2,5	Oui	OUI	Effets retenus avec une VTR sans seuil
Poussières PM10	Oui	OUI	Effets retenus avec une VTR sans seuil
CO	OUI	OUI	Effets retenus avec une VTR à seuil
Formaldéhyde	OUI	OUI	Effets retenus avec une VTR à seuil et sans seuil
Acétaldéhyde	OUI	OUI	Effets retenus avec une VTR à seuil et sans seuil

5.3.2.2. Synthèse des VTR retenues

Les VTR retenues dans la suite de l'étude pour les produits d'intérêts sont reprises dans le tableau suivant :

Tableau 23 : Synthèse des VTR retenues

Substances	INHALATION	
	VTR à seuil	VTR sans seuil
Poussières PM2,5	-	$1,65.10^{-7} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ pour des concentrations inférieures ou égales à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $7,69.10^{-9} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ pour des concentrations supérieures à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (source ANSES)
Poussières PM10	-	$7,34.10^{-8} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ pour des concentrations inférieures ou égales à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $7,71.10^{-9} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ pour des concentrations supérieures à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (source ANSES)
CO	$1.10^4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Choix de la valeur construite par l'AAFSET (seule VTR disponible)	-
Formaldéhyde	$1,23.10^2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Choix de la valeur construite par l'ANSES	$5,26.10^{-6} (\mu\text{g}.\text{m}^{-3})^{-1}$ Choix de la valeur construite par Santé Canada (Valeur retenue par l'INERIS)
Acétaldéhyde	$1,6.10^2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Choix de la valeur construite par l'ANSES	$2,2.10^{-6} (\mu\text{g}.\text{m}^{-3})^{-1}$ Choix de la valeur construite par l'US EPA (Valeur retenue par l'INERIS)

Pour les poussières PM2.5 et PM10, les VTR long termes concernent un excès de risque sur la vie entière d'une personne ce qui n'est pas cohérent avec la modélisation effectuée sur 3 années.

Par ailleurs, les valeurs des VTR sont construites pour des concentrations à partir de $4,9\mu\text{g}/\text{m}^3$, les concentrations aux points d'intérêt étant inférieures à cette valeur (les plus fortes concentrations restent confinées au site) et les études menées montrant une évolution non linéaire de l'excès de risque : l'utilisation de cette valeur engendrerait une forte incertitude sur l'interprétabilité des résultats.

De plus, les poussières émises par les installations du site sont des poussières issues de céréales (orge ou malt) qui ne sont pas bioaccumulables.

Il a donc été retenu de déterminer les excès de risques pour les poussières PM2.5 et PM10 depuis les VTR déterminées pour les effets à court termes, celles-ci permettant de couvrir y compris les faibles concentrations.

5.3.3. Conceptualisation de l'exposition

5.3.3.1. Voies d'exposition

Le site étant clôturé et l'accès étant interdit au public, il n'existe pas de voie d'exposition cutanée.

Les polluants considérés sont sous forme gazeuse et particulaire et l'identification des dangers a permis de montrer que les principaux risques liés à ces substances sont les risques par inhalation.

L'évaluation porte sur les risques pour les populations humaines, exposées de façon chronique aux émissions atmosphériques du site.

Le transfert des polluants de la source vers la cible (l'homme) est direct (inhalation) ; le vecteur de propagation étant l'air.

L'exposition par ingestion n'est pas étudiée compte tenu des paramètres cités précédemment.

5.3.3.2. Cibles

L'évaluation porte sur les populations exposées de façon chronique aux émissions du site, soit la population résidant et travaillant dans la zone d'influence du site.

5.3.3.3. Scénarios d'exposition

Le scénario d'exposition retenu est une exposition par inhalation des populations environnantes (enfants et adultes résidant dans les logements situés à proximité du site ou travaillant dans la zone à proximité). Il est considéré, dans une approche majorante que ces personnes sont présentes aux points d'étude 24 h/jour, 365 jours par an.

En l'absence d'informations pertinentes sur le transfert des polluants de l'air extérieur vers l'air intérieur, il est considéré que les concentrations dans l'air intérieur et dans l'air extérieur sont équivalentes.

Les effets sont calculés en prenant en compte les émissions actuelles et futures dans le cadre de la mise en œuvre de l'augmentation de la production du site.

Dans la présente étude de cas, les rejets atmosphériques canalisés et diffus sont étudiés. Les cibles sont les populations voisines (habitants et travailleurs). Le schéma conceptuel suivant est proposé.

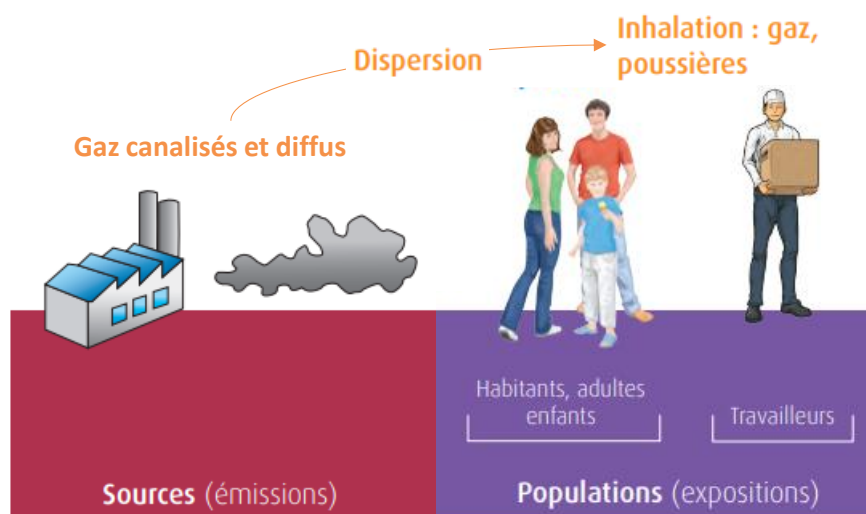


Figure 5 : Scénario d'exposition des populations

6. CHOIX DES TRACEURS DU RISQUE

6.1. Méthodologie

Lors de l'émission d'un mélange de composés chimiques à l'atmosphère, il est possible d'effectuer une sélection d'un nombre limité de substances et de réaliser l'évaluation quantitative du risque sanitaire sur ces substances. Ceci implique un choix de « traceurs du risque sanitaire » parmi les substances émises par l'installation. La prise en compte de ces traceurs et non de la liste complète de substances permet toutefois de conclure quant à l'acceptabilité ou non des risques.

On entend par polluants « traceurs de risque » les substances émises susceptibles de générer des effets sanitaires chez les personnes qui y sont exposées. Elles sont considérées pour l'évaluation quantitative des risques conformément au Guide INERIS [R1].

6.1.1. Effets à seuils par inhalation

Les polluants traceurs du risque retenus pour l'étude sont les polluants détaillés au §0.

6.1.2. Effets sans seuil par inhalation

Les polluants traceurs du risque retenus pour l'étude sont les polluants détaillés au §0.

6.2. Evaluation de l'exposition humaine

6.2.1. Modélisation de la dispersion des substances

6.2.1.1. Modèle utilisé

La dispersion est effectuée à l'aide de la plateforme de calcul AmpliSim utilisant le modèle de dispersion AERMOD. La présentation du fonctionnement du modèle est donnée en annexe.

Annexe 1 Présentation du modèle AERMOD

6.2.1.2. Domaine d'étude

Le domaine de modélisation s'étend sur une région d'environ 4 km (Nord-Sud) / 4 km (Est-Ouest). Il est représenté sur la figure suivante.

La grille de calculs, définie comme l'ensemble des points sur le domaine de modélisation où la concentration des polluants est calculée, est définie de manière à offrir une résolution suffisante à proximité de la source, là où les gradients de concentration sont les plus prononcés. Les cellules de calculs implémentées ont des dimensions de 50 m / 50 m.



Figure 6 : Domaine d'étude

6.2.1.3. Données météorologiques

Les fichiers de données météorologiques nécessaires à la modélisation de dispersion des polluants sont prétraités par le préprocesseur AERMET avant d'être réintégrés dans le modèle de dispersion AERMOD. Les données de température et de vent en surface (vitesse, direction, ...) proviennent de la station météorologique de la station de l'aéroport de Strasbourg-Entzheim, située à environ 11 km au Sud-Ouest du site. Cette station météorologique est considérée comme représentative de la région d'intérêt.

Les données météorologiques utilisées dans le cadre de la modélisation présentée portent sur l'ensemble de l'année 2022-2024 (inclus), soit 3 ans de relevés de données météorologiques. Elles comprennent notamment :

- la direction du vent,
- la vitesse du vent,
- la fréquence d'apparition des vents en fonction de leur provenance,
- la nébulosité,
- l'humidité

La rose des vents utilisée pour le calcul est celle proposée par AMPLISIM pour la période étudiée.

Station STRASBOURG-ENTZHEIM

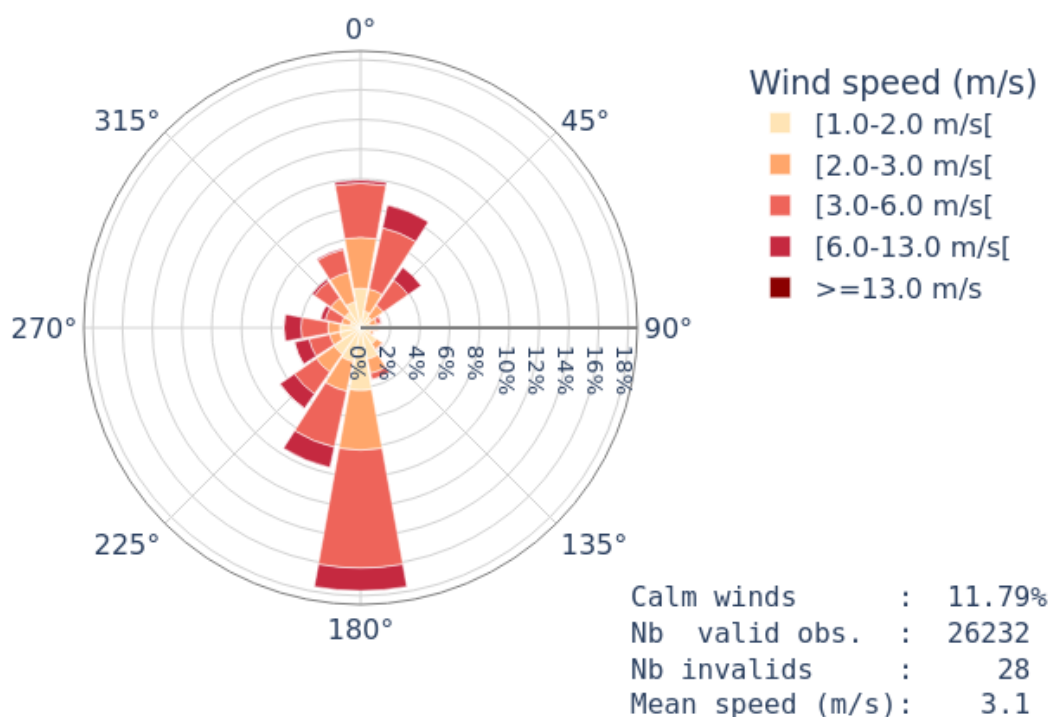


Figure 7 : Rose des vents de la station de Strasbourg-Entzheim (2022-2024)

6.2.1.4. Topographie et données de terrain

Les fichiers de données terrains nécessaires à la modélisation de la topologie de l'environnement sont prétraités par le préprocesseur AERMAP avant d'être réintégrés dans le modèle de dispersion AERMOD. Dans le cas présent de cette étude, la topologie du terrain, considéré comme plat au niveau du site et de ses alentours ne nécessite pas d'être prise en compte : le relief de la commune est très légèrement vallonné. La simulation est réalisée en 2D, c'est-à-dire en considérant l'altimétrie du terrain comme égale en tout point à l'altimétrie de l'installation considérée.

L'environnement à proximité de l'installation est défini comme un environnement urbain, constitué de la zone du port de Strasbourg.

6.2.1.5. Caractéristiques des sources d'émissions

Emplacement et géométrie des sources

Les caractéristiques des sources d'émissions sont présentées dans les paramètres récapitulatifs. Les emplacements de ces sources sont localisés sur la vue aérienne dans ce même paragraphe.

Caractéristiques des émissions de polluants

Le taux d'émission de l'installation sur la période de temps considérée est défini en calculant la moyenne pondérée des taux d'émission en période de fonctionnement normale et des taux d'émission en période d'arrêt. Pour rappel, les débits d'émission résultants pour chaque polluant sont définis et présentés au paragraphe §5.2.2 du présent rapport.

Dans la simulation, il a été considéré que les rejets se faisait en continu sur l'année.

Les caractéristiques physiques des substances considérées sont détaillées dans le tableau ci-dessous. Elles sont issues du logiciel AMPLISIM.

Substance	Type	Déposition sèche (m.s ⁻¹)	Masse volumique (kg.m ⁻³)	Diamètre (µm)	Coefficient de Henry (Pa.m ³ .mol ⁻¹)	Résistance cuticulaire (s.cm)	Diffusivité air (cm ² .s ⁻¹)	Diffusivité eau (cm ² .s ⁻¹)
PM10	Particules	0,013	3000	10	20 000	100 000	0,08	0,00001
PM2.5	Particules	0,01	3000	2.5	20 000	100 000	0,08	0,00001
CO	Gaz	0	1	0	112 500	100 000	0,08	0,00001
Formaldéhyde	Gaz	0	1	0	0,034	100 000	0,083	0,00029
Acétaldéhyde	Gaz	0	1	0	16	100 000	0,124	0,0000141

Influence des bâtiments proches

Le site est implanté en zone urbaine (zone industrielle du Port). Le site en lui-même est constitué de bâtiments de grande hauteur (silos et bâtiments de production) : la présence de ces bâtiments est prise en compte dans la modélisation AMPLISIM.

Localisation des points récepteurs

Plusieurs points de référence ont été retenus au niveau de l'environnement proche du site. Ils constituent des points de calcul spécifiques au niveau de localisations jugées sensibles :

- Point 1 – Habitation à l'est du site (France)
- Point 2 – Habitation au Sud du site
- Point 3 – Ancienne Capitainerie
- Point 4 – Aire d'accueil des gens du voyage
- Point 5 – Société ESCAL
- Point 6 – Société UNIBETON
- Point 7 – Clinique Rhéna
- Point 8 – Centre commercial Leclerc
- Point 9 – Société Armbruster
- Point 10 – Parc de la citadelle
- Point 11 – Habitation au Nord-Ouest du site
- Point 12 – Habitation à l'est du site (Allemagne)
- Point 13 - Habitation au Sud-Est
- Point 14 – Société Grands Moulins
- Point 15 – Société Arcelor
- Point 16 – Habitations au Sud-Ouest du site

Ils sont localisés sur la figure suivante :



Figure 8 : Points d'intérêt à proximité du site

6.2.2. Concentrations et dépôts au niveau des points récepteurs – situation actuelle

Pour chacun des points de récepteurs et pour les substances d'intérêt, les concentrations moyennes annuelles ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) liés aux rejets atmosphériques des installations ont été obtenues.

Les concentrations obtenues au niveau des différents points récepteurs choisis ainsi que le maximum sur l'aire d'étude sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 24 : Niveau de concentration (en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) pour les traceurs de risques aux points d'intérêt – situation actuelle

Substance d'intérêt	Max	Points récepteurs															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
CO	7,19E-01	1,05E-01	2,83E-01	9,00E-02	9,02E-02	3,09E-01	4,81E-01	1,15E-01	9,42E-02	1,46E-01	1,68E-02	7,50E-02	3,95E-02	8,33E-02	1,08E-01	5,83E-02	4,60E-02
formaldéhyde	5,28E-04	9,57E-05	1,90E-04	7,30E-05	2,07E-04	1,63E-04	1,96E-04	1,30E-04	6,16E-05	5,33E-05	2,24E-05	1,16E-04	4,14E-05	1,04E-04	2,67E-04	1,55E-04	1,07E-04
acétaldéhyde	7,21E-02	6,92E-03	1,24E-02	2,38E-03	7,82E-03	3,01E-02	5,22E-02	4,23E-03	8,32E-03	1,48E-02	8,14E-04	5,21E-03	1,86E-03	4,58E-03	9,51E-03	5,01E-03	5,57E-03
PM10	34,7	2,10E-01	3,53E-01	5,80E-01	5,94E-02	5,78E-01	1,14	8,34E-02	2,55E-01	2,43E-01	9,83E-03	4,84E-02	2,14E-02	1,05E-01	7,35E-02	3,52E-02	3,61E-02
PM2,5	6,04	3,71E-02	6,04E-02	1,02E-01	9,86E-03	1,00E-01	1,94E-01	1,44E-02	4,52E-02	4,26E-02	1,76E-03	8,15E-03	3,80E-03	1,86E-02	1,22E-02	5,80E-03	6,07E-03

Les cartographies d'iso-concentration moyenne pour chacun des polluants traceurs retenus sont données en annexe.

Annexe 2 Courbes d'isoconcentration des polluants traceurs de risques – situation actuelle

6.2.3. Concentrations et dépôts au niveau des points récepteurs – situation future

Pour chacun des points de récepteurs et pour chaque substance, les concentrations moyennes annuelles ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) liés aux rejets atmosphériques des installations prévues ont été obtenues.

Les concentrations obtenues au niveau des différents points récepteurs choisis ainsi que le maximum sur l'aire d'étude sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 25 : Niveau de concentration (en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) pour les traceurs de risques aux points d'intérêt – situation future

Substance d'intérêt	Max	Points récepteurs															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
CO	6,62E-01	9,80E-02	2,63E-01	8,37E-02	9,26E-02	2,87E-01	4,45E-01	1,08E-01	8,75E-02	1,36E-01	1,59E-02	7,41E-02	3,75E-02	7,83E-02	1,12E-01	6,07E-02	4,49E-02
formaldéhyde	5,99E-04	1,08E-04	2,15E-04	8,27E-05	2,34E-04	1,84E-04	2,22E-04	1,48E-04	6,98E-05	6,04E-05	2,54E-05	1,32E-04	4,69E-05	1,18E-04	3,03E-04	1,75E-04	1,21E-04
acétaldéhyde	7,53E-02	7,22E-03	1,29E-02	2,48E-03	8,16E-03	3,15E-02	5,45E-02	4,41E-03	8,67E-03	1,54E-02	8,49E-04	5,43E-03	1,94E-03	4,77E-03	9,92E-03	5,22E-03	5,81E-03

Les cartographies d'iso-concentration moyenne pour chacun des polluants traceurs retenus sont données en annexe.

Annexe 3 Courbes d'isoconcentration des polluants traceurs de risques – situation future

7. CARACTERISATION DES RISQUES

7.1. Quantification de l'exposition

Les doses d'exposition ou quantités administrées représentent les quantités de polluant mises en contact des surfaces d'échange et à travers lesquels les polluants peuvent éventuellement pénétrer.

Pour la voie respiratoire, la dose d'exposition est généralement remplacée par la concentration inhalée. Lorsque l'on considère des expositions de longue durée, on s'intéresse à la concentration moyenne inhalée par jour, retranscrite par la formule suivante :

$$CI = \frac{\sum_i C_i * t_i}{T}$$

Avec :

- CI : concentration moyenne inhalée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- C_i : concentration de polluant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps i (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- t_i : durée d'exposition à la concentration C_i sur la période d'exposition
- T : durée de la période d'exposition (même unité que t_i)

Dans le cas d'étude du site de **Soufflet Malt**, il a été pris comme hypothèse une émission constante sur l'année et il a été considéré un temps d'exposition majorant de 100 % en un même point.

Ce paramètre de modulation est géré par le logiciel AMPLISIM qui permet d'obtenir la concentration moyenne sur la période d'exposition en un point donné.

7.2. Caractérisation des risques par inhalation

7.2.1. Détermination des quotients de dangers

Les quotients de dangers (QD) sont calculés pour chacune des substances prises en compte :

$$QD_{inhalation_substance} = \frac{CI}{VTR}$$

Avec :

- QD : quotient de danger (sans unité)
- CI : concentration moyenne inhalée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- VTR : valeur toxicologique de référence ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

La caractérisation du risque se fait en comparant les QD de chaque substance avec la valeur repère 1. Si un QD, en un point dépasse cette valeur repère, il est alors considéré qu'il y a un risque possible.

Il est également possible d'additionner les QD pour lesquels les effets associés aux VTR portent sur les mêmes organes cibles et d'établir ensuite la comparaison à la valeur repère 1. Par simplification, l'addition de tous les QD peut être effectuée à titre indicatif si cette somme reste inférieure à 1 cela permet de justifier de l'absence de risque préoccupant selon le guide INERIS de Septembre 2021.

7.2.2. Détermination des excès de risques individuels

Les excès de risque individuels (ERI) sont calculés pour chacune des substances prises en compte :

$$ERI_{inhalation_substance} = \sum_i \frac{CI_i * T_i}{T_m} * VTR$$

Avec :

- ERI : excès de risque individuel (sans unité)
- CI_i : concentration moyenne inhalée sur la période d'exposition i (µg/m³)
- T_i : durée de la période i (en année) sur laquelle l'exposition est calculée,
- T_m : durée de temps sur laquelle l'exposition est rapportée (en année). Pour les substances cancérogènes, l'exposition est rapportée à la durée de vie conventionnellement prise à 70 ans.
- VTR : valeur toxicologique de référence (µg/m³)⁻¹

Conformément au guide sur l'Evaluation de l'état des milieux et des Risques Sanitaires (INERIS – septembre 2021), un excès de risque individuel total est calculé en sommant les excès de risques individuels de chacune des substances :

$$ERI_{total} = \sum ERI_{inhalation_substance}$$

La caractérisation du risque se fait en comparant les ERI de chaque substance avec la valeur repère 10⁻⁵. Si un ERI, en un point dépasse cette valeur repère, il est alors considéré qu'il y a un risque possible.

7.2.3. Résultats pour les points récepteurs autour du site et le point majorant

7.2.3.1. Quotients de danger – situation actuelle

Le calcul des quotients de dangers pour chaque traceur de risques (produit aillant une VTR pour les effets à seuils) au niveau des points d'intérêt (points récepteurs et point de concentration maximale) sont présentés dans le tableau suivant.

La somme de tous les QD est également donnée à titre indicatif.

Tableau 26 : Quotient de danger (QD) inhalation pour les traceurs de risque aux points d'intérêt – situation actuelle

Substance d'intérêt	Max	Points récepteurs															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
CO	7,19E-05	1,05E-05	2,83E-05	9,00E-06	9,02E-06	3,09E-05	4,81E-05	1,15E-05	9,42E-06	1,46E-05	1,68E-06	7,50E-06	3,95E-06	8,33E-06	1,08E-05	5,83E-06	4,60E-06
formaldéhyde	4,29E-06	7,78E-07	1,55E-06	5,93E-07	1,68E-06	1,32E-06	1,59E-06	1,06E-06	5,01E-07	4,34E-07	1,82E-07	9,44E-07	3,36E-07	8,46E-07	2,17E-06	1,26E-06	8,70E-07
acétaldéhyde	4,51E-04	4,33E-05	7,75E-05	1,49E-05	4,89E-05	1,88E-04	3,26E-04	2,64E-05	5,20E-05	9,24E-05	5,09E-06	3,25E-05	1,16E-05	2,86E-05	5,94E-05	3,13E-05	3,48E-05
Total	5,27E-04	5,46E-05	1,07E-04	2,45E-05	5,96E-05	2,21E-04	3,76E-04	3,90E-05	6,19E-05	1,07E-04	6,95E-06	4,10E-05	1,59E-05	3,78E-05	7,24E-05	3,84E-05	4,03E-05

La valeur des QD calculée pour chaque traceur de risque, pour l'ensemble des points du domaine d'étude est inférieure à la valeur cible de 1. Il est également à noter que la somme des QD (notée QD Total dans le tableau ci-dessus et présentée à titre indicatif), est inférieure à 1 pour l'ensemble des points du domaine d'étude.

L'ensemble du domaine d'étude présentant des QD pour chaque traceur de risque et un QD total de valeurs inférieures à 1, il est considéré qu'il n'y a pas de risque préoccupant pour les populations.

7.2.3.2. Quotients de danger – situation future

Le calcul des quotients de dangers pour chaque traceur de risques (produit aillant une VTR pour les effets à seuils) au niveau des points d'intérêt (points récepteurs et point de concentration maximale) sont présentés dans le tableau suivant.

La somme de tous les QD est également donnée à titre indicatif.

Tableau 27 : Quotient de danger (QD) inhalation pour les traceurs de risque aux points d'intérêt – situation future

Substance d'intérêt	Max	Points récepteurs															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
CO	6,62E-05	9,80E-06	2,63E-05	8,37E-06	9,26E-06	2,87E-05	4,45E-05	1,08E-05	8,75E-06	1,36E-05	1,59E-06	7,41E-06	3,75E-06	7,83E-06	1,12E-05	6,07E-06	4,49E-06
formaldéhyde	4,87E-06	8,82E-07	1,75E-06	6,73E-07	1,90E-06	1,50E-06	1,81E-06	1,20E-06	5,68E-07	4,91E-07	2,06E-07	1,07E-06	3,81E-07	9,59E-07	2,46E-06	1,43E-06	9,86E-07
acétaldéhyde	4,70E-04	4,51E-05	8,08E-05	1,55E-05	5,10E-05	1,97E-04	3,41E-04	2,75E-05	5,42E-05	9,64E-05	5,31E-06	3,39E-05	1,21E-05	2,98E-05	6,20E-05	3,27E-05	3,63E-05
Total	5,41E-04	5,58E-05	1,09E-04	2,46E-05	6,22E-05	2,27E-04	3,87E-04	3,96E-05	6,35E-05	1,10E-04	7,11E-06	4,24E-05	1,63E-05	3,86E-05	7,57E-05	4,02E-05	4,18E-05

La valeur des QD calculée pour chaque traceur de risque, pour l'ensemble des points du domaine d'étude est inférieure à la valeur cible de 1. Il est également à noter que la somme des QD (notée QD Total dans le tableau ci-dessus et présentée à titre indicatif), est inférieure à 1 pour l'ensemble des points du domaine d'étude.

L'ensemble du domaine d'étude présentant des QD pour chaque traceur de risque et un QD total de valeurs inférieures à 1, il est considéré qu'il n'y a pas de risque préoccupant pour les populations.

7.2.3.3. Excès de risques individuels – situation actuelle

Le calcul des excès de risques individuels pour chaque traceur de risques (produit aillant une VTR pour les effets sans seuils) au niveau des points d'intérêt (points récepteurs et point de concentration maximale) sont présentés dans le tableau suivant.

La somme de tous les ERI est également donnée afin de prendre en compte l'excès de risque global au niveau des points d'intérêt.

Tableau 28 : Excès de risques individuels (ERI) pour les traceurs de risque aux points d'intérêt – situation actuelle

Substance d'intérêt	Max	Points récepteurs															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
formaldéhyde	1,19E-09	2,16E-10	4,29E-10	1,65E-10	4,66E-10	3,66E-10	4,42E-10	2,94E-10	1,39E-10	1,20E-10	5,04E-11	2,62E-10	9,32E-11	2,35E-10	6,03E-10	3,49E-10	2,41E-10
acétaldéhyde	6,80E-08	6,53E-09	1,17E-08	2,24E-09	7,37E-09	2,84E-08	4,93E-08	3,98E-09	7,84E-09	1,39E-08	7,67E-10	4,91E-09	1,76E-09	4,32E-09	8,97E-09	4,72E-09	5,25E-09
PM10	2,68E-07	1,54E-08	2,59E-08	4,26E-08	4,36E-09	4,24E-08	8,35E-08	6,13E-09	1,87E-08	1,78E-08	7,22E-10	3,55E-09	1,57E-09	7,69E-09	5,40E-09	2,58E-09	2,65E-09
PM2.5	9,97E-07	6,12E-09	9,96E-09	1,69E-08	1,63E-09	1,65E-08	3,20E-08	2,38E-09	7,46E-09	7,03E-09	2,90E-10	1,34E-09	6,27E-10	3,06E-09	2,01E-09	9,57E-10	1,00E-09
Total	1,33E-06	2,83E-08	4,80E-08	6,19E-08	1,38E-08	8,77E-08	1,65E-07	1,28E-08	3,41E-08	3,89E-08	1,83E-09	1,01E-08	4,05E-09	1,53E-08	1,70E-08	8,61E-09	9,15E-09

Nota : le calcul du total prend en compte la somme des PM10 et PM2.5, ce qui est majorant, en effet les concentrations en PM2.5 sont incluses dans les concentrations en PM10.

La valeur des ERI calculée est inférieure à la valeur seuil de 10^{-5} en tout point du domaine d'étude. La somme des ERI (notée ERI Total dans le tableau ci-dessus), est également inférieure à 10^{-5} pour l'ensemble des points du domaine d'étude.

L'ensemble du domaine d'étude présentant des ERI pour chaque traceur de risque et un ERI total de valeurs inférieures à 10^{-5} , il est considéré qu'il n'y a pas de risque préoccupant pour les populations.

7.2.3.4. Excès de risques individuels – situation future

Le calcul des excès de risques individuels pour chaque traceur de risques (produit aillant une VTR pour les effets sans seuils) au niveau des points d'intérêt (points récepteurs et point de concentration maximale) sont présentés dans le tableau suivant.

La somme de tous les ERI est également donnée afin de prendre en compte l'excès de risque global au niveau des points d'intérêt.

Tableau 29 : Excès de risques individuels (ERI) pour les traceurs de risque aux points d'intérêt – situation future

Substance d'intérêt	Max	Points récepteurs															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
formaldéhyde	1,35E-09	2,44E-10	4,86E-10	1,86E-10	5,28E-10	4,15E-10	5,01E-10	3,33E-10	1,57E-10	1,36E-10	5,72E-11	2,97E-10	1,06E-10	2,66E-10	6,83E-10	3,95E-10	2,73E-10
acétaldéhyde	7,10E-08	6,81E-09	1,22E-08	2,34E-09	7,69E-09	2,97E-08	5,14E-08	4,16E-09	8,18E-09	1,45E-08	8,01E-10	5,12E-09	1,83E-09	4,50E-09	9,36E-09	4,93E-09	5,48E-09
PM10	3,75E-07	2,04E-08	3,37E-08	5,93E-08	5,46E-09	5,65E-08	1,13E-07	7,94E-09	2,49E-08	2,33E-08	9,28E-10	4,51E-09	2,00E-09	1,01E-08	6,76E-09	3,18E-09	3,27E-09
PM2.5	1,39E-06	8,15E-09	1,30E-08	2,34E-08	2,05E-09	2,20E-08	4,33E-08	3,10E-09	9,95E-09	9,24E-09	3,77E-10	1,72E-09	8,07E-10	4,06E-09	2,54E-09	1,19E-09	1,25E-09
Total	1,84E-06	3,56E-08	5,94E-08	8,52E-08	1,57E-08	1,09E-07	2,08E-07	1,55E-08	4,32E-08	4,72E-08	2,16E-09	1,16E-08	4,75E-09	1,90E-08	1,93E-08	9,70E-09	1,03E-08

Nota : le calcul du total prend en compte la somme des PM10 et PM2.5, ce qui est majorant, en effet les concentrations en PM2.5 sont incluses dans les concentrations en PM10.

La valeur des ERI calculée est inférieure à la valeur seuil de 10^{-5} en tout point du domaine d'étude. La somme des ERI (notée ERI Total dans le tableau ci-dessus), est également inférieure à 10^{-5} pour l'ensemble des points du domaine d'étude.

L'ensemble du domaine d'étude présentant des ERI pour chaque traceur de risque et un ERI total de valeurs inférieures à 10^{-5} , il est considéré qu'il n'y a pas de risque préoccupant pour les populations.

8. DISCUSSION DES RESULTATS ET CONCLUSION

Les expressions numériques obtenues au cours de cette étude et qui expriment le risque, sont entourées de deux grands types d'incertitudes :

- incertitude sur l'évaluation de la toxicité ;
- incertitude sur l'évaluation de l'exposition.

8.1. Incertitudes sur l'évaluation de la toxicité

8.1.1. Choix des polluants traceurs du risque

L'étude des effets sur la santé des rejets du site a été réalisée sur base d'estimations de valeurs de rejets via des facteurs d'émission ou des valeurs limites pour la situation actuelle future.

Les produits qui ont servi à tracer les effets sur la santé ont été retenus car considérés comme représentatifs de la composition des émissions du site.

8.1.2. Choix des VTR

Le choix des Valeurs Toxicologiques de Références a été réalisé conformément aux préconisations de la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014[R4]. Ce choix induit des incertitudes mais permet de disposer de la même base de comparaison d'une étude à l'autre.

Ainsi, les substances ne disposant pas de VTR n'ont pas été prises en compte dans la quantification du risque sanitaire.

8.1.3. Possibilité d'une interaction liée à une exposition concomitante à plusieurs polluants produisant des effets de synergie ou d'antagonisme

Dans cette étude, un choix de première approche consistant à sommer les effets, quel que soit le polluant, a été retenu.

Compte tenu du manque de données sur les effets de synergie ou d'antagonisme des polluants sur l'organisme, ce choix a le mérite d'être a priori conservatoire pour l'estimation des effets sur la santé humaine.

8.2. Incertitude sur l'évaluation de l'exposition

8.2.1. Erreur sur les flux des substances émises par l'installation

Les flux émis sont basés sur des facteurs d'émissions et des valeurs limites applicables aux installations.

De plus, il a été considéré que les émissions s'effectuaient en permanence pour l'ensemble des produits sur les plages de fonctionnement du site.

8.2.2. Incertitude liée au modèle utilisé

8.2.2.1. Dispersion atmosphérique

Le modèle utilisé pour la dispersion atmosphérique des polluants est empreint d'incertitudes et comporte un certain nombre de simplifications nécessaires pour ne pas alourdir de manière excessive sa mise en place et son utilisation. Le modèle utilisé (AERMOD) tient compte des pratiques habituelles dans le domaine (état de l'art) et bénéficie de nombreuses validations.

Les données météorologiques utilisées proviennent de la station de l'aéroport de Strasbourg-Entzheim, située à environ 11 km du site, n'existant pas de données utilisables pour le calcul d'une station plus proche. La topographie des lieux étant relativement plate, les données météorologiques utilisées peuvent être considérées comme représentatives des conditions météorologiques du site.

8.2.2.2. Excès de risque collectif

Le guide pour l'évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires indique :

« Pour évaluer l'impact collectif des expositions, il est possible d'estimer le nombre de personnes subissant un certain niveau de risque, et, pour les effets sans seuil, calculer un excès de risque collectif ($ERC = ERI \times N$) exprimant le nombre potentiel de cas supplémentaires d'apparition d'effet sur une population donnée.

Les calculs de risques collectifs sont rarement pertinents dans l'étude d'impact d'une installation unique en fonctionnement normal. En effet, le nombre d'individus impactés par un risque significatif est généralement trop faible, et les incertitudes trop fortes, pour qu'un indicateur collectif ait un sens. »

Aussi, l'excès de risque collectif n'a pas été estimé.

8.2.2.3. Voie de transfert

Dans une première approche, il a été décidé d'évaluer les effets liés à l'inhalation.

Les émissions étant des poussières organiques issues des céréales (principales émissions) ainsi que des substances gazeuses (faibles quantités), les effets indirects par ingestion sont considérés ne pas être prépondérants.

8.2.3. Incertitude liée à la durée de l'exposition

L'exposition des populations est considérée comme étant permanente (100 % du temps).

Ce choix majore l'exposition car les personnes passent une partie de la journée sur un autre lieu (travail, école, loisirs...).

De plus, en l'absence d'informations pertinentes sur le transfert des polluants de l'air extérieur vers l'air intérieur, il est considéré que les concentrations dans l'air intérieur et dans l'air extérieur sont équivalentes.

8.3. Conclusion

L'étude a été conduite conformément au guide INERIS sur l'Evaluation de l'état des milieux et des Risques Sanitaires [R1].

Il s'agit d'étudier les risques chroniques liés à une exposition à long terme des populations riveraines aux polluants atmosphériques émis par le site.

Cette étude a été réalisée avec la volonté d'être conservatoire au niveau de l'appréciation du risque tout en se conformant aux pratiques habituelles dans le domaine.

Les calculs ont été réalisés pour les principaux rejets susceptibles de générer des effets sur la santé de riverains, étant donné leur toxicité et les quantités rejetées.

Sur base des hypothèses considérées, les Quotients de Danger, par voie d'exposition et combiné, sont tous inférieurs au seuil de 1 et les Excès de Risques Individuels, par voie d'exposition et combiné, sont tous inférieurs à 10^{-5} au niveau des points de référence considérés et sur l'ensemble de la zone d'étude dans la situation actuelle et future.

Par ailleurs, les quotients de danger et excès de risques individuels en situation actuelle et future sont de même ordre de grandeur, il n'est donc pas attendu d'évolution de l'impact sanitaire sur les populations dans la zone d'influence du site suite à la mise en œuvre du projet.

Il est ainsi considéré qu'il n'y a pas de risque préoccupant pour les populations présentes aux abords du site en situation actuelle comme future.

9. ANNEXES

Annexe 1 Présentation du modèle AERMOD

Annexe 2 Courbes d'isoconcentration des polluants traceurs de risques – situation actuelle

Annexe 3 Courbes d'isoconcentration des polluants traceurs de risques – situation future

Annexe 1

Présentation du modèle AERMOD

1. Contexte

Les modélisations associées à la dispersion puis à la déposition des matières dangereuses précédemment mentionnées sont effectuées via l'utilisation du modèle AERMOD [R6][R7] pour l'évaluation de la dispersion et de ses préprocesseurs AERMET [R8] et AERMAP [R9] pour le traitement des données terrains et météorologiques nécessaires à la bonne réalisation des modélisations. Le modèle AERMOD est utilisé via la plateforme web AmpliSim faisant office d'interface graphique et facilitant le travail d'implémentation des données d'entrée et de traitements des résultats.

Le modèle AERMOD et ses préprocesseurs ont été développés puis évalué par l'AMS / l'US EPA entre les années 1990 et 2000 dans l'objectif de mettre en place un outil de modélisation efficace pour l'évaluation de la dispersion de particules, gaz et matières toxiques dans l'atmosphère ainsi que des dangers liés à leur déposition au sol sur des temps s'étalant de quelques heures à plusieurs mois. Le modèle AERMOD a été évalué et validé par l'US EPA Office of Air Quality Planning and Standards [R7] et fait aujourd'hui office de modèle réglementaire aux Etats-Unis depuis 2005 ainsi que dans de nombreux pays de par le monde.

Il s'agit du modèle NON commercial le plus fréquemment utilisé dans les modélisations de dispersion et de déposition de polluants. Les résultats de différentes modélisations de scénarios menées aux Etats-Unis [R7] montrent que les équations implémentées dans le modèle AERMOD sont adaptés à la modélisation de la dispersion atmosphérique et à la déposition de polluants sur de longues périodes de temps, sur des terrains complexes et incorporant des données météorologiques précises dans le cadre réglementaire.

2. Présentation du modèle

La dispersion atmosphérique d'un polluant est réalisée à l'aide du modèle non-commercial AERMOD, développé par l'US EPA. Il s'agit d'un modèle comportant trois modules :

- AERMET : Un préprocesseur de données météorologiques ;
- AERMAP : Un préprocesseur de données terrains ;
- AERMOD : Un modèle de dispersion en régime permanent.

Le préprocesseur de données météorologiques (AERMET) calcule les paramètres atmosphériques nécessaires à la modélisation à partir de données météorologiques de surface issues principalement de stations météorologiques locales, de ballons sondes. Les paramètres calculés incluent :

- Les longueurs de Monin-Obukhov¹⁰ ;
- Les vitesses de frottement de surface ;
- La longueur de rugosité de surface ;
- Les flux de chaleur de surface ;
- Les caractéristiques de la turbulence atmosphérique (échelle de vitesses convectives...) ;
- Les hauteurs de différentes couches de mélanges.

La structure de la couche limite atmosphérique est principalement contrôlée par les flux de chaleur et de quantité de mouvement. Ces deux valeurs dépendent principalement des effets et caractéristiques surfaciques. La dimension de la couche limite et la dispersion des polluants dans cette dernière sont donc particulièrement influencées par les caractéristiques du terrain tels que la rugosité, l'albedo ou encore l'humidité des sols.

Le préprocesseur de données topologiques (AERMAP) caractérise le terrain et fournit les données topographiques et leurs impacts sur la dispersion des polluants dans l'atmosphère. Il génère également les localisations et les hauteurs de chaque récepteur ainsi que les informations requises pour modéliser l'écoulement des flux d'air autour des reliefs.

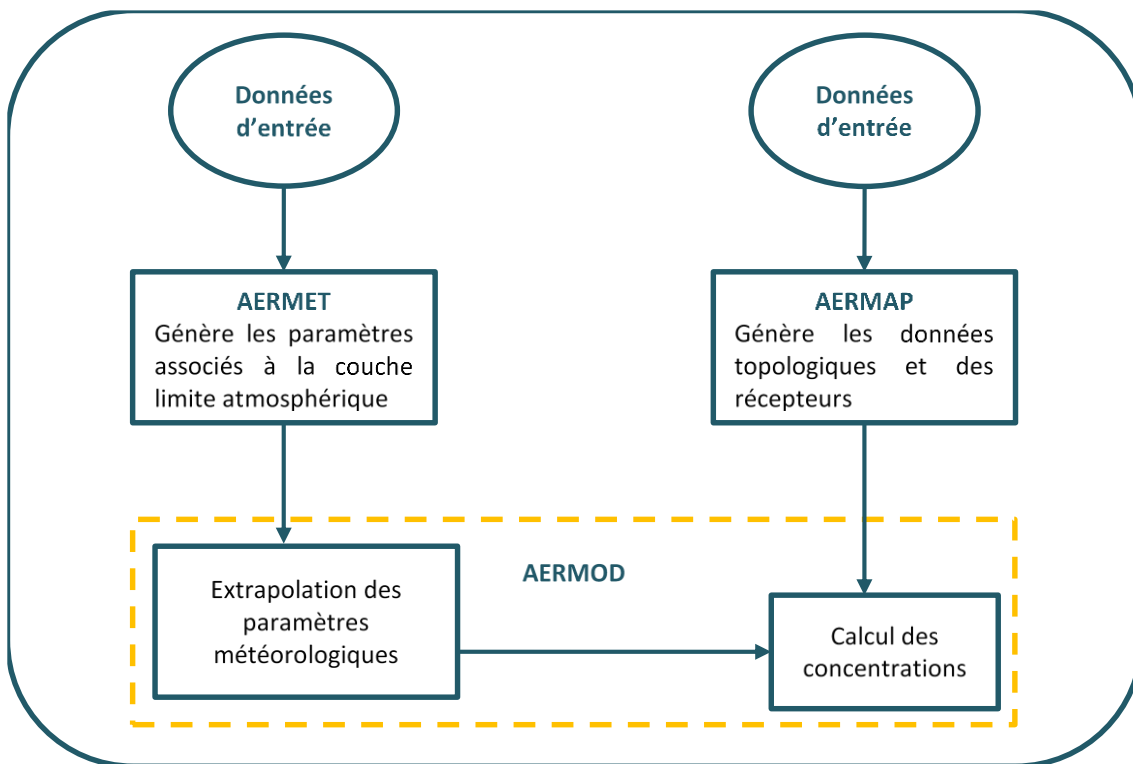
¹⁰ La longueur de Monin-Obukhov caractérise les effets de la flottabilité sur les flux turbulents principalement dans la partie inférieure de la couche limite.

Le modèle AERMOD permet le calcul de la dispersion atmosphérique de polluants sur de « courtes » distances inférieurs à 80 km, en régime permanent. Le domaine de validité du modèle AERMOD est relativement large ce qui en fait un modèle relativement universel pour l'évaluation de la dispersion de polluants dans l'atmosphère.

Le modèle AERMOD est applicable aux :

- Terrains ruraux / terrains urbains ;
- Terrains plats / terrains escarpés ;
- Sources d'émission ponctuelles / surfaciques / volumiques ;
- Sources uniques / multiples ;
- Sources surfaciques / en hauteur...

L'interaction entre les préprocesseurs AERMET et AERMAP et le modèle de dispersion AERMOD est représentée sur le schéma sur la figure suivante.



Représentation schématique du fonctionnement du modèle AERMOD et de ses préprocesseurs

Le modèle AERMOD distingue deux configurations distinctes et fonction de la stabilité de la couche limite atmosphérique :

- Dans les conditions d'une **couche limite stable**, la distribution de la concentration des polluants dans le panache suit une fonction de densité de probabilité de type Gaussienne tant sur le plan vertical qu'horizontal ;
- Dans les conditions d'une **couche limite instable**, la distribution de la concentration des polluants dans le panache suit une fonction de densité de probabilité de type Gaussienne sur le plan horizontal et bi-Gaussienne sur le plan vertical.

La stabilité de l'atmosphère est déterminée par le préprocesseur AERMET en fonction des données d'entrée renseignées (albédo, rapport de Bowen, vitesse du vent, direction du vent, température, couverture nuageuse, ...). Cette stabilité est définie par le signe du flux de chaleur de surface à savoir :

- Si le flux de chaleur est supérieur à zéro alors l'atmosphère est instable ;
- Si le flux de chaleur est inférieur à zéro alors l'atmosphère est stable.

Le flux de chaleur de surface est calculé via une équation de conservation énergétique sur un élément de la couche limite atmosphérique

$$H = \frac{0.9 * R_n}{\left(1 + 1/B_0\right)}$$

Avec :

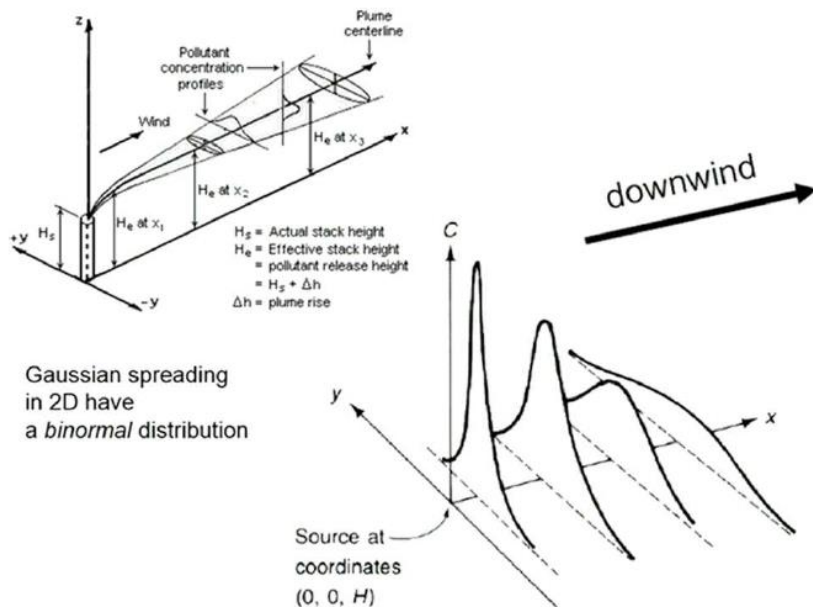
R_n : Rayonnement net ($W.m^{-2}$) ;

B_0 : Rapport de Bowen (-)¹¹.

En fonction du caractère stable / instable de la couche limite atmosphérique, le modèle AERMOD adapte les corrélations et équations à utiliser afin de définir au mieux les profils de vent, de gradient de température ainsi que les niveaux de turbulence verticaux et latéraux dans la couche limite atmosphérique.

Une fois les profils atmosphériques définis, le modèle AERMOD incorpore les données terrain issues du préprocesseur AERMAP et calcul au mieux l'écoulement d'air dans la zone d'étude en fonction notamment de la topologie mais également de la présence de bâtiments à proximité de la source.

Les caractéristiques du panache (élévation...) de même que la concentration des polluants dans le panache sont finalement calculés. La distribution de la concentration des polluants dans le panache suit une fonction de densité de probabilité de type Gaussienne (en particulier dans le cas d'une atmosphère stable). L'évolution de la concentration de polluants dans le panache est décrite schématiquement sur la figure suivante.



Représentation schématique d'une distribution Gaussienne de la concentration

¹¹ Le rapport de Bowen caractérise le ratio des flux d'énergies échangées entre deux milieux humides sous forme de chaleur sensible et de chaleur latente. Dans notre cas, le rapport de Bowen est utilisé pour caractériser les échanges dans la couche limitée atmosphérique entre les surfaces continentales ou océaniques et l'atmosphère.

Cette distribution peut s'écrire numériquement sous la forme de l'équation de distribution suivante :

$$C = \frac{Q_c 10^9}{u_s * 2\pi\sigma_y} \exp\left[-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right] \frac{1}{\sigma_z} \left\{ \exp\left[-\frac{(h_e - z)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(h_e + z)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\}$$

Avec :

- C: Concentration ($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$);
- Q_c : Débit massique d'émission de polluants ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$);
- u_s : Vitesse du vent horizontal le long de l'axe du panache ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$);
- σ_z : Coefficient de dispersion vertical (m) ;
- σ_y : Coefficient de dispersion latéral (m) ;
- h_e : Elévation du panache (m).

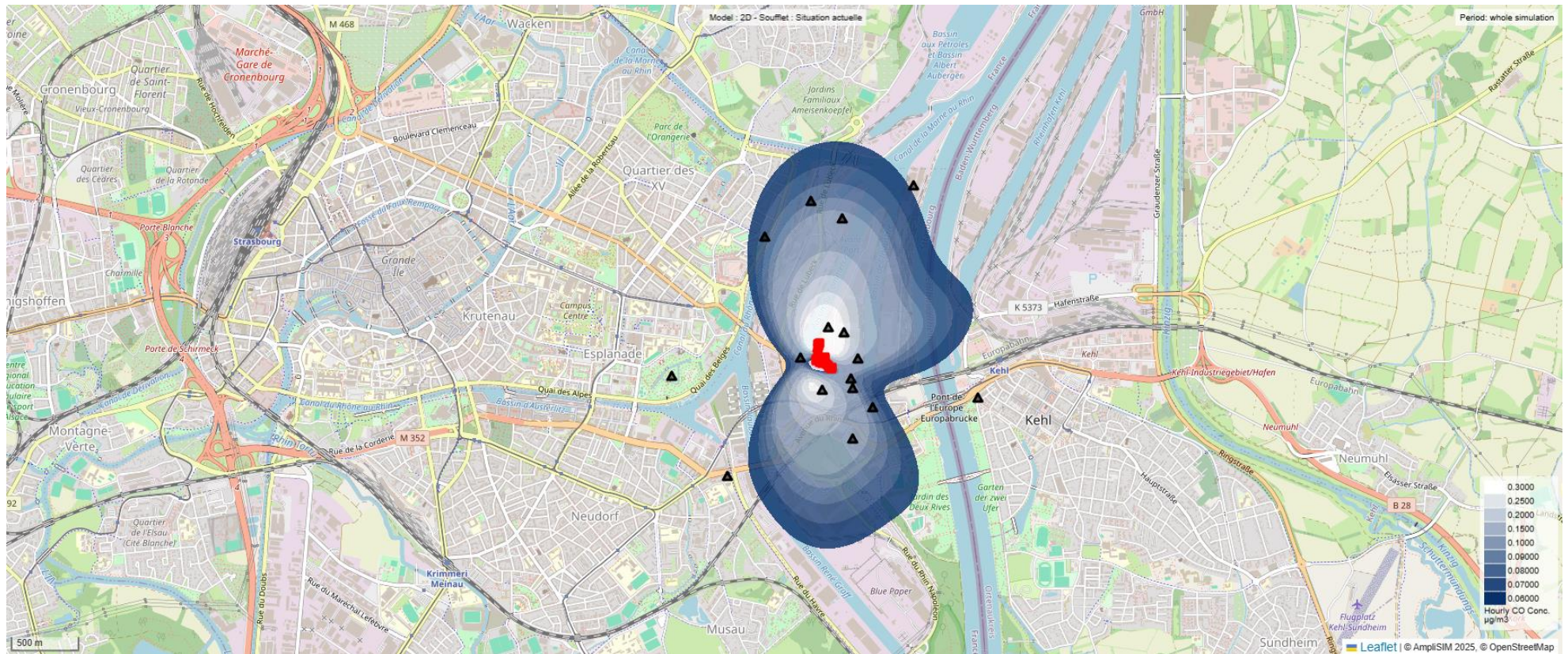
L'équation de distribution est constituée de plusieurs termes ayant chacun une signification bien particulière. Les différents termes de l'équation ainsi que leurs significations respectives sont synthétisées dans le tableau suivant.

Débit massique d'émission de polluants (source)	Q_c
Dispersion aval	$\frac{1}{u_s}$
Dispersion latérale	$\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_y} \exp\left[-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right]$
Dispersion verticale	$\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_y\sigma_z} \left\{ \exp\left[-\frac{(h_e - z)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(h_e + z)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\}$

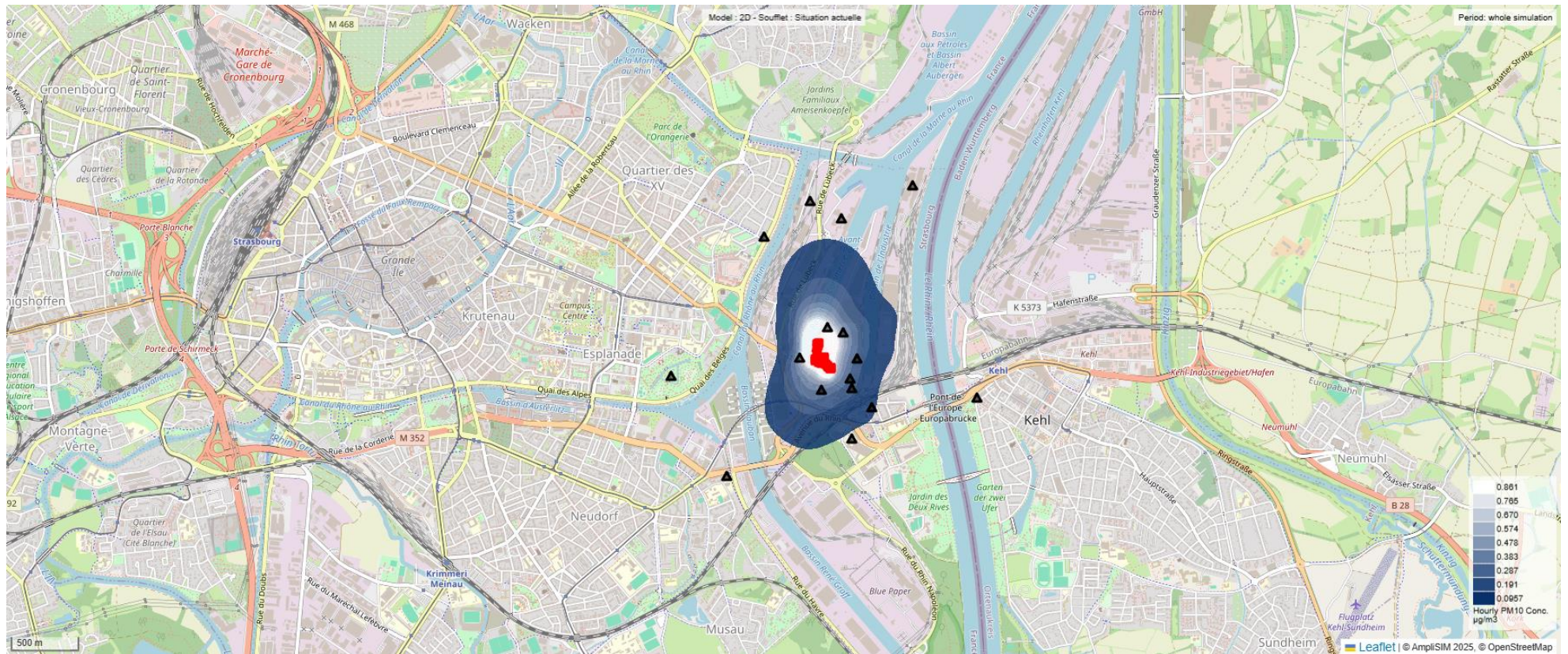
Les calculs de concentrations et l'interface web AmpliSim permettent finalement d'évaluer diverses caractéristiques relatives à la dispersion des polluants (niveaux de concentration, forme du panache, évolution de la concentration moyenne sur un point cible,...) dans l'environnement proche de la source.

Annexe 2

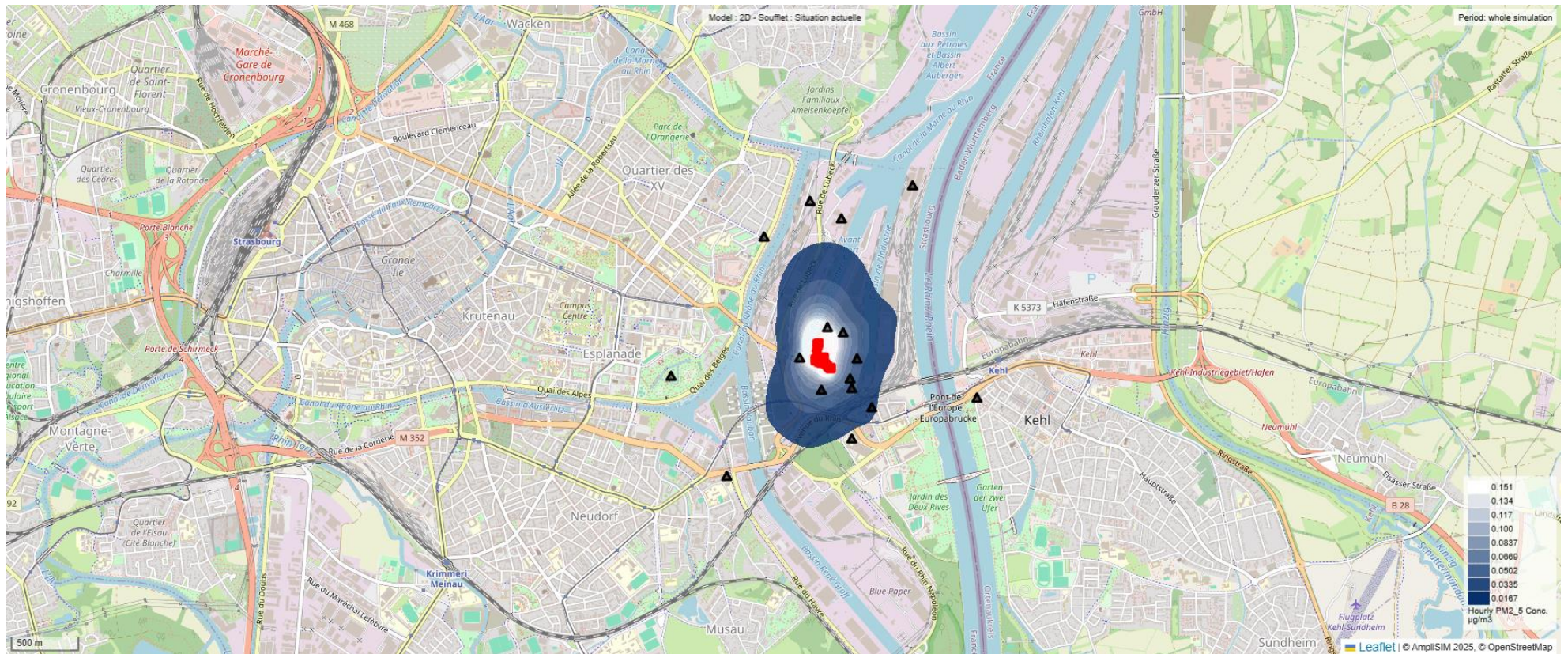
Courbes d'isoconcentration des polluants traceurs de risques – situation actuelle



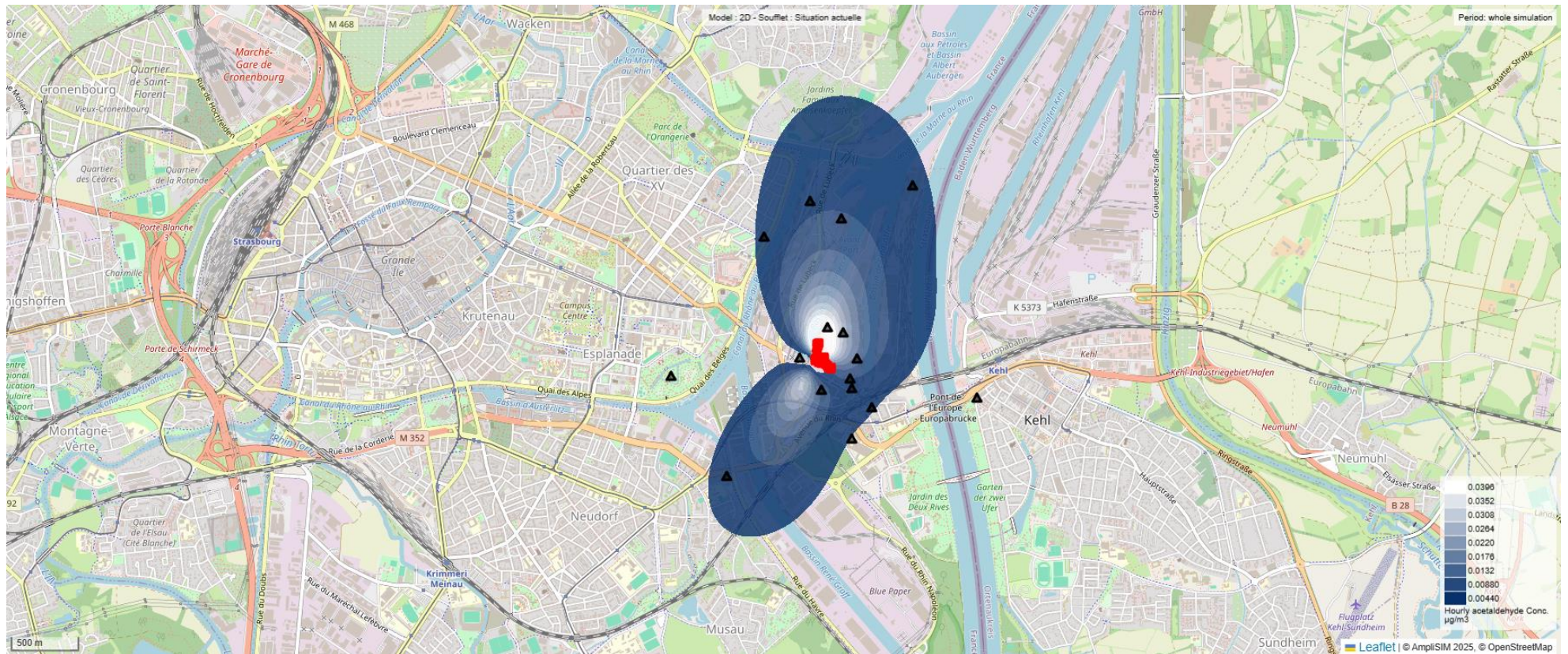
CO – Concentration dans l'air



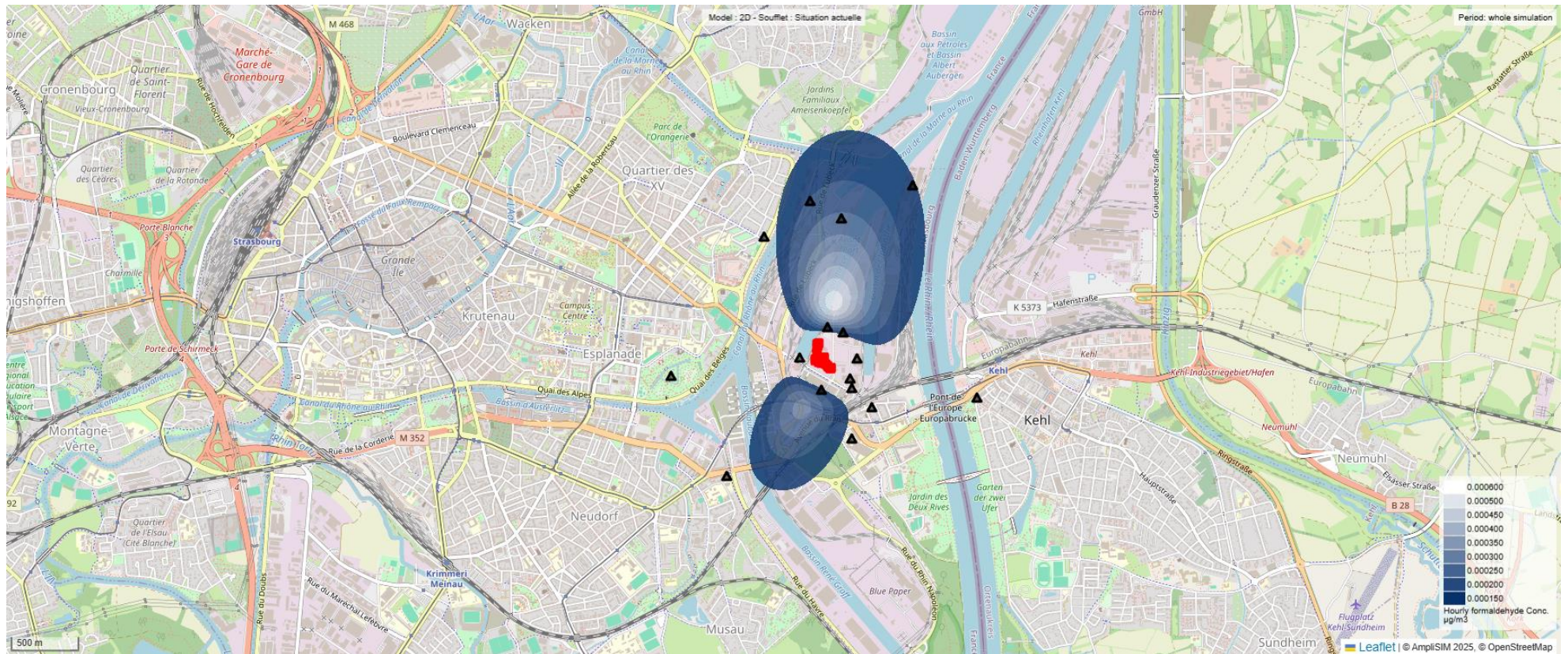
PM10 – Concentration dans l'air



PM2.5 – Concentration dans l'air



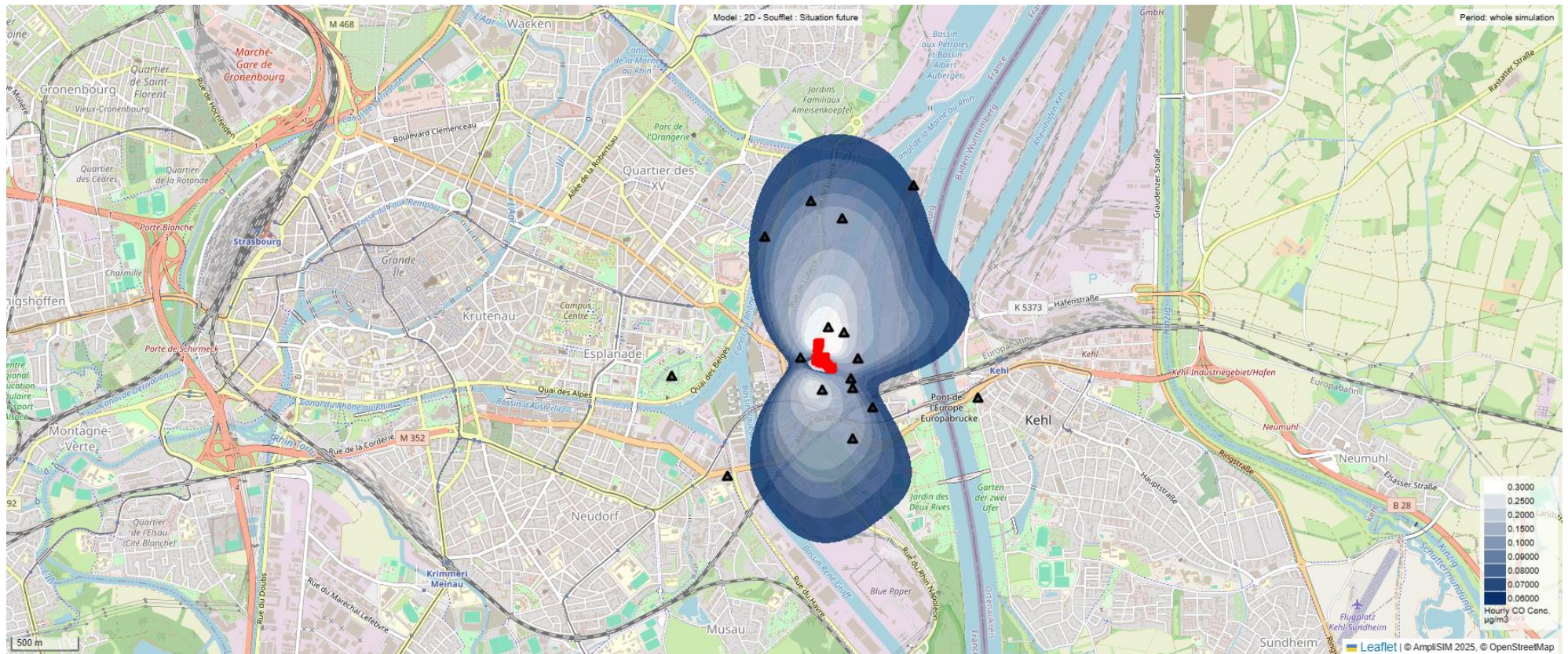
Acétaldéhyde – Concentration dans l'air



Formaldéhyde – Concentration dans l'air

Annexe 3

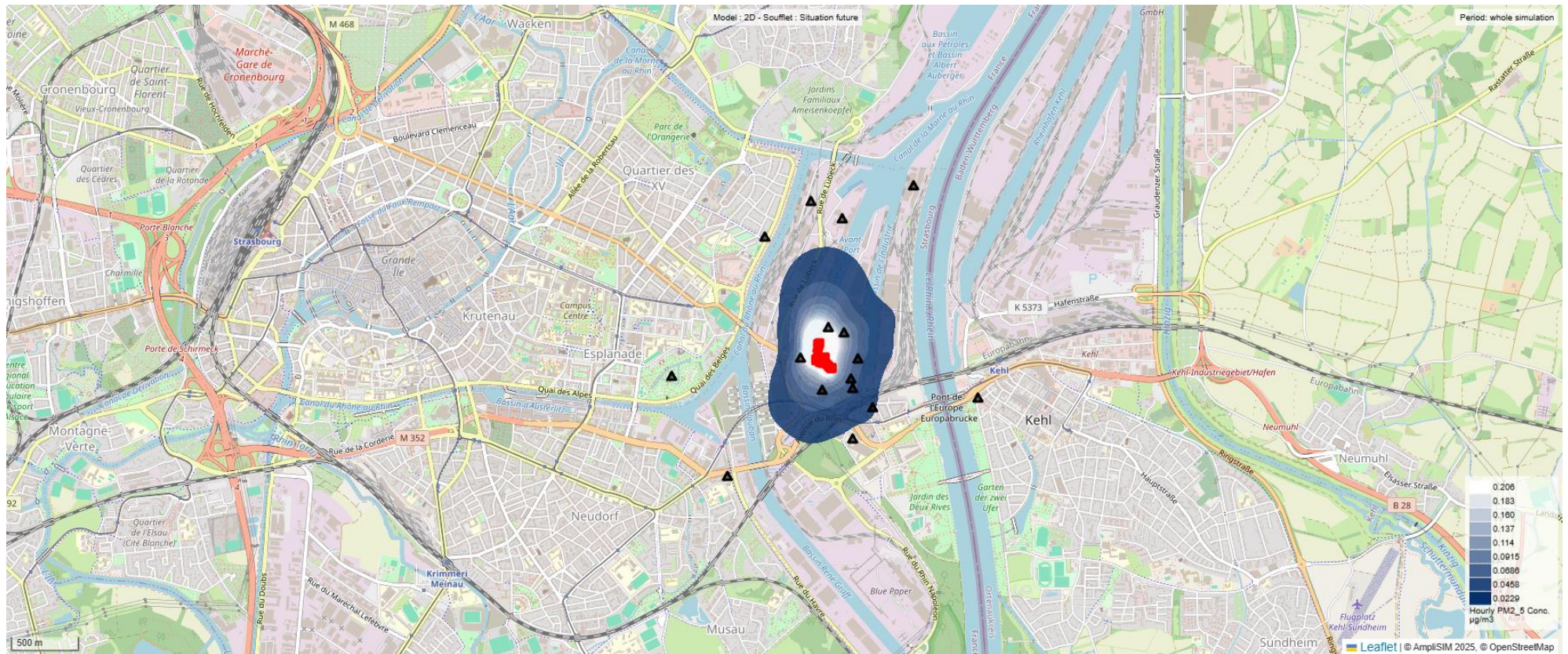
Courbes d'isoconcentration des polluants traceurs de risques – situation future



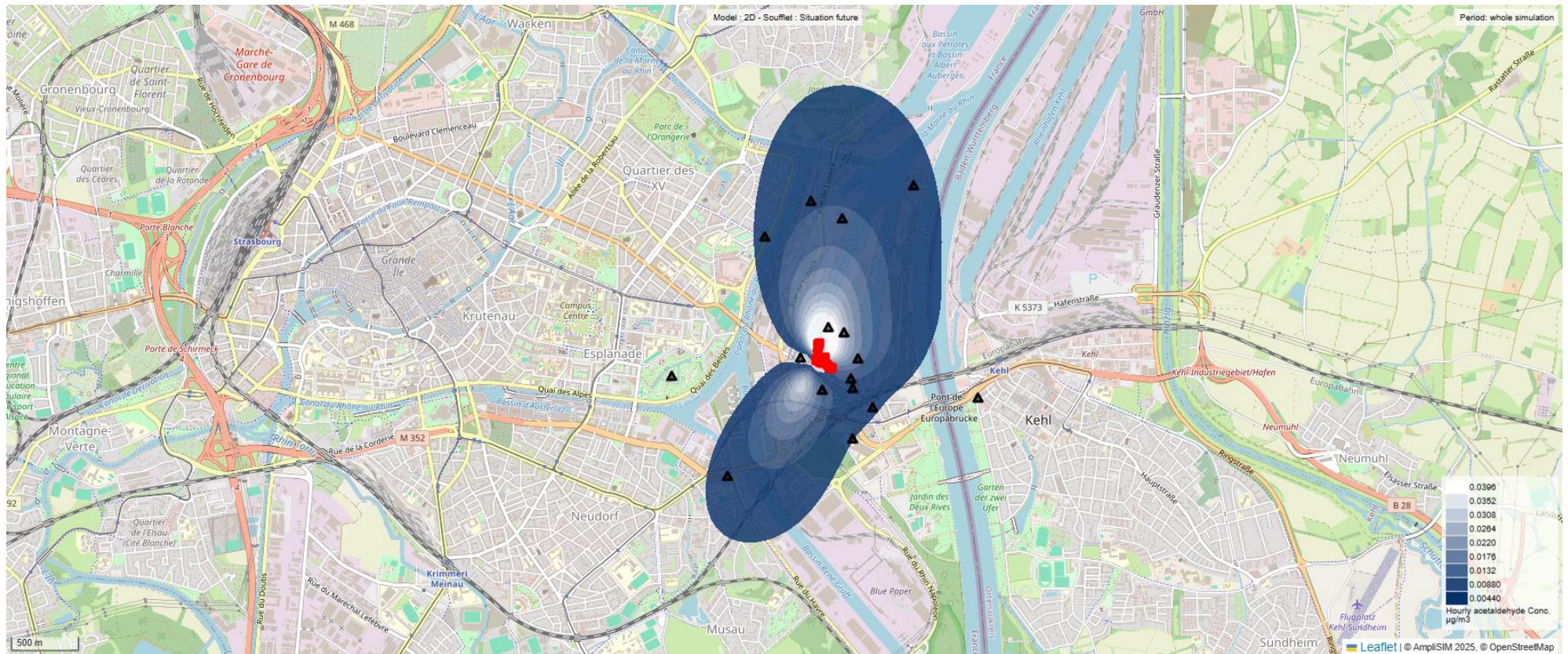
CO – Concentration dans l'air



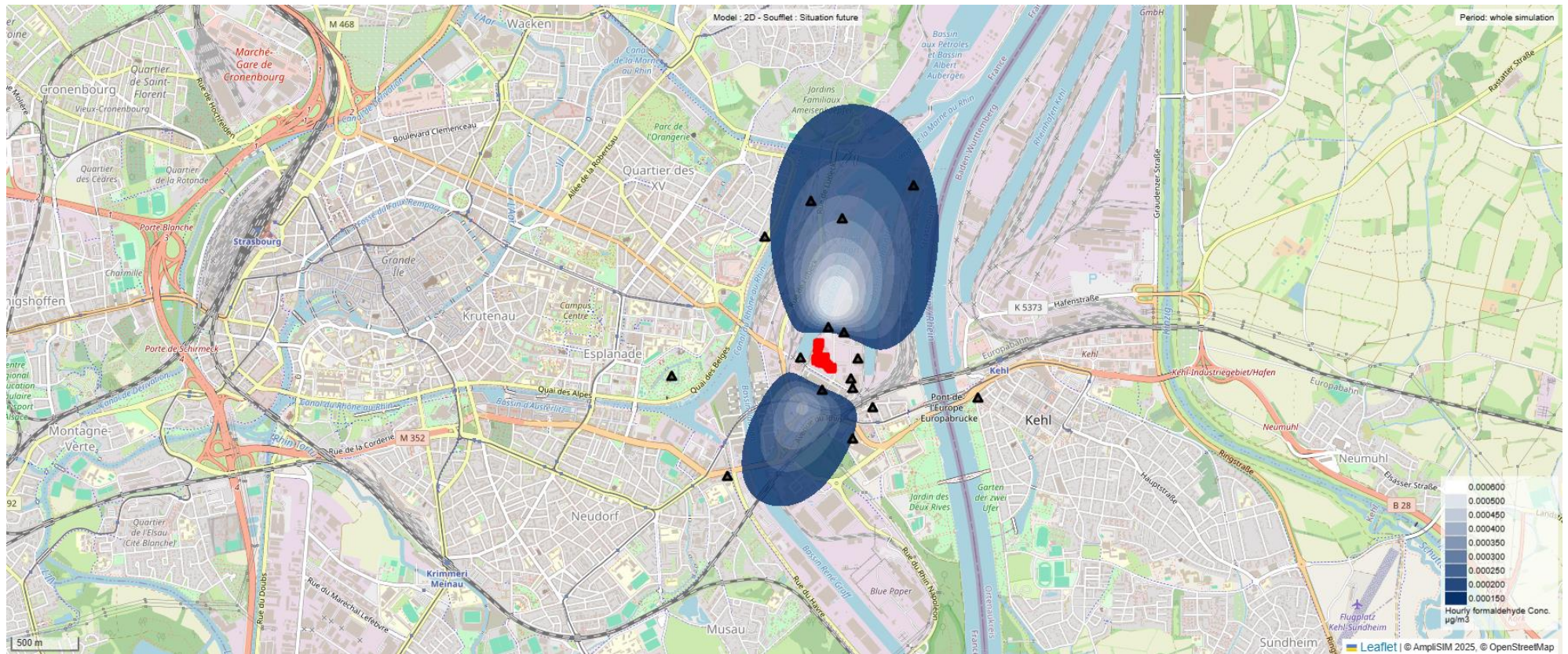
PM10 – Concentration dans l'air



PM2.5 – Concentration dans l'air



Acétaldéhyde – Concentration dans l'air



Formaldéhyde – Concentration dans l'air