

MODERNISATION DU TERMINAL FERRIES DU NAYE A SAINT-MALO

ETUDE DE LA QUALITE DE L'AIR

Référence FLUIDYN	1220147
Nature du document	Rapport final d'étude
Pour	
Nombre de pages	48

Version	Date	Modifications	Rédaction	Vérification
1	06/02/2023	--	Malo LE GUELLEC/Liyong CHEN	Amita TRIPATHI
2	21/02/2023	Modifications selon les commentaires	Malo LE GUELLEC/Liyong CHEN	Amita TRIPATHI
3	06/03/2023	Modifications selon les commentaires	Malo LE GUELLEC/Liyong CHEN	Amita TRIPATHI

SOMMAIRE

I	INTRODUCTION	6
I.1.	CONTEXTE	6
I.2.	DEFINITION DE LA ZONE D'ETUDE	6
II	REGLEMENTATION EN VIGUEUR	8
II.1.	QUALITE DE L'AIR	8
II.2.	VOLET AIR SANTE	10
III	SCENARIOS ETUDIES	11
IV	CARACTERISATION DE L'ETAT INITIAL	12
IV.1.	QUALITE DE L'AIR SUR LA COMMUNE DE SAINT-MALO	12
IV.1.1.	BILAN TERRITORIAL AIR BREIZH 2019	12
IV.1.2.	CAMPAGNES DE MESURES PRECEDENTES	12
IV.1.3.	CAMPAGNES DE MESURES 2021 AUTOUR DU TERMINAL DU NAYE	13
V	INVENTAIRE INITIAL DES EMISSIONS DE POLLUANTS	17
V.1.	METHODOLOGIE GENERALE	17
V.2.	EMISSION DU TRAFIC MARITIME	18
V.2.1.	METHODOLOGIE	18
V.2.2.	TRAFIC FERRIES	19
V.2.3.	TRAFIC DES NAVIRES DU PORT ET DES PAQUEBOTS	21
V.2.4.	SPATIALISATION	21
V.3.	EMISSIONS DES ACTIVITES DU TERMINAL	21
V.4.	EMISSIONS DES ACTIVITES DES QUAIS DU PORT ET DES ACTIVITES INDUSTRIELLES	23
V.4.1.	MANIPULATION DE PRODUITS AU NIVEAU DES QUAIS	23
V.4.2.	ACTIVITES INDUSTRIELLES	24
V.5.	EMISSION DES ZONES RESIDENTIELLES ET TERTIAIRES	24
V.6.	EMISSIONS DU TRAFIC ROUTIER	25
V.7.	SYNTHESE DE L'INVENTAIRE	26
VI	EVOLUTION DE L'INVENTAIRE DES EMISSIONS	28
VI.1.	PHASE CHANTIER	28
VI.1.1.	IMPACT DU PROJET EN PHASE CHANTIER	28
VI.1.2.	MESURES DE LUTTE CONTRE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE	29
VI.2.	SITUATION 2027	29
VI.2.1.	SANS PROJET DE MODERNISATION DU TERMINAL	29
VI.2.2.	AVEC PROJET DE MODERNISATION DU TERMINAL	30
VI.2.3.	AVEC PROJET EN PERIODE DE POINTE	33

<u>VII</u>	<u>MODELISATION DES CONCENTRATIONS EN POLLUANTS</u>	<u>36</u>
VII.1.	OUTIL DE MODELISATION : FLUIDYN-PANACHE	36
VII.2.	DONNEES DE MODELISATION	36
VII.2.1.	MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN	36
VII.2.2.	CONDITIONS METEOROLOGIQUES	37
VII.3.	MODELISATION DE LA QUALITE DE L'AIR-ETAT INITIAL	38
<u>VIII</u>	<u>EVALUATION DE L'IMPACT DU PROJET</u>	<u>41</u>
VIII.1.	RAPPELS DES EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE SUR LA SANTE	41
VIII.1.1.	LES OXYDES D'AZOTE	41
VIII.1.2.	LE DIOXYDE DE SOUFRE	41
VIII.1.3.	LES PARTICULES	42
VIII.1.4.	LE BENZENE	42
VIII.2.	COMPARAISON AU SEUIL DE QUALITE DE L'AIR	42
VIII.2.1.	SITUATION 2027 SANS PROJET DE MODERNISATION DU TERMINAL	42
VIII.2.2.	SITUATION 2027 AVEC PROJET DE MODERNISATION DU TERMINAL	44
VIII.2.3.	SITUATION 2027 AVEC PROJET EN PERIODE DE POINTE	47
<u>IX</u>	<u>CONCLUSION</u>	<u>48</u>

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du terminal Ferries du Naye – Réseau routier et voies maritimes	6
Figure 2 : Domaine d'étude du volet Air.....	7
Figure 3 : Implantation de sites de mesure	14
Figure 4 : Spatialisation des émissions du trafic maritime (Ferries et navires) dans la zone d'étude.....	21
Figure 5 : Spatialisation des émissions des activités du terminal dans la zone d'étude	22
Figure 6 : Spatialisation des émissions de manipulations de produits au niveau des quais du port	23
Figure 7 : Emissions totales annuelles (t/an) des activités industrielles pour la situation 2019...	24
Figure 8 : Spatialisation des émissions des activités industrielles dans la zone d'étude	24
Figure 9 : Spatialisation des émissions des zones résidentielles et tertiaires dans la zone d'étude	25
Figure 10 : Spatialisation des émissions des activités du trafic routier dans la zone d'étude	26
Figure 11 : Bilan de l'inventaire des émissions-Etat initial 2019.....	27
Figure 12 : Comparaison des émissions de NOx, PM10 et PM2.5 du trafic routier de l'état initial avec la situation 2027 sans projet.....	30
Figure 13 : Bilan de l'inventaire des émissions annuelles (t/an)-Horizon 2027 avec projet	32
Figure 14 : Bilan de l'inventaire des émissions mensuelles (t/mois)- Mois d'août de l'horizon 2027 avec projet.....	34
Figure 15 : Topographie du domaine de modélisation	37
Figure 16 : Modèle numérique de terrain	37
Figure 17 : Rose de vent de Saint-Malo.....	38
Figure 18 : Contour de concentration de NO ₂ en moyenne annuelle-Etat initial.....	39
Figure 19 : Contours de concentration de PM10 en moyenne annuelle - Etat initial	39
Figure 20 : Contour de concentration de PM2.5 en moyenne annuelle - Etat initial	40
Figure 21 : Contour de concentration de NO ₂ en moyenne annuelle-Horizon 2027 sans projet ..	43
Figure 22 : Contours de concentration de PM10 en moyenne annuelle-Horizon 2027 sans projet	43
Figure 23 : Contours de concentration de PM2.5 en moyenne annuelle-Horizon 2027 sans projet	44
Figure 24 : Contour de concentration de NO ₂ en moyenne annuelle-Horizon 2027 avec projet ..	45
Figure 25 : Contours de concentration de PM10 en moyenne annuelle-Horizon 2027 avec projet	46
Figure 26 : Contours de concentration de PM2.5 en moyenne annuelle-Horizon 2027 avec projet	46

GLOSSAIRE

%PL	<i>Pourcentage de poids-lourds</i>
CO	<i>Monoxyde de carbone</i>
COVNM	<i>Composés Organiques Volatiles Non Méthaniques</i>
LNG	<i>Liquefied Natural Gas</i>
NO2	<i>Dioxyde d'azote</i>
NOx	<i>Oxydes d'azote</i>
PM2.5	<i>Particules de taille inférieure à 2.5 μm</i>
PM10	<i>Particules de taille inférieure à 10 μm</i>
SO2	<i>Dioxyde de soufre</i>
TMJA	<i>Trafic Moyen Journalier Annuel</i>
TSP	<i>Toutes particules en suspension</i>

I INTRODUCTION

I.1. CONTEXTE

Le terminal Ferries du Naye (Saint Malo), dénommé TDN, propriété de la Région, assure un trafic régulier à destination de Portsmouth et des îles anglo-normandes (Jersey et Guernesey). Il est localisé au sein de la ville de Saint-Malo, aux pieds des remparts.



Figure 1 : Localisation du terminal Ferries du Naye – Réseau routier et voies maritimes

Le trafic maritime du terminal représente un tiers du trafic marchandises du port. Il concerne non seulement le fret roulant et le transport des conteneurs, mais aussi les passagers. Ce trafic est en croissance. Les infrastructures maritimes et terrestres actuelles du terminal du Naye ne sont plus en capacité d'accueillir de manière satisfaisante les nouveaux ferries, aux dimensions et capacités plus importantes que les navires datant de la construction du poste le plus récent (1998). Il est également nécessaire d'optimiser la gestion des espaces fret et passagers sur le terminal. Un projet de modernisation du terminal est donc engagé pour une mise en service programmée en 2027.

Le projet de modernisation du terminal du Naye entraînera des modifications notables au niveau du trafic maritime, de l'exploitation du terminal et du trafic routier vers et au départ du terminal qui peuvent impliquer une évolution de la qualité de l'air locale.

I.2. DEFINITION DE LA ZONE D'ETUDE

Conformément aux préconisations de la note technique du 22 février 2019, la zone d'étude comprend l'ensemble des sources liées aux activités du terminal ainsi que les voies maritimes

d'approche et l'ensemble du réseau routier d'accès subissant, du fait de la réalisation du projet, une variation du trafic.

Les dimensions du domaine d'étude sont de 3 km sur 3 km centré sur le TDN. Dans ce périmètre, l'ensemble des sources principales de pollution (voie routière, voie maritime, industries, zones résidentielles, ...) sont intégrés au modèle de qualité de l'air sous forme d'un cadastre d'émission.



Figure 2 : Domaine d'étude du volet Air

II REGLEMENTATION EN VIGUEUR

II.1. QUALITE DE L'AIR

La réglementation européenne fixe, à travers les deux directives suivantes, les valeurs limites en concentration à ne pas dépasser afin de préserver un air ambiant de bonne qualité pour l'homme et les écosystèmes.

- La Directive 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe.
- La Directive 2004/107/CE du 15 décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant.

Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans :

- Le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3 disponible sur le site de Legifrance),
- Le décret du 21 octobre 2010
- L'arrêté du 16 avril 2021 relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l'air ambiant.

Le tableau suivant présente les différents seuils de qualité de l'air ambiant s'appliquant en France et qui seront utilisés pour analyser les résultats des modélisations.

Les seuils sont définis comme suit :

- Valeur limite : niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.
- Valeur cible : niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble.
- Objectif de qualité : niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.
- Seuil d'information et de recommandation : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions.
- Seuil d'alerte : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.
- Niveau critique : niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels, à l'exclusion des êtres humains.

Tableau 1 : Normes française de qualité de l'air détaillée dans le Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 transposant la directive 2008/50/CE

Polluants	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Niveau critique												
Dioxyde d'azote (NO ₂)	En moyenne annuelle : depuis le 01/01/10 : 40 µg/m ³ . En moyenne horaire : depuis le 01/01/10 : 200 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an.	En moyenne annuelle : 40 µg/m ³ .	En moyenne horaire : 200 µg/m ³ .	En moyenne horaire : 400 µg/m ³ dépassé sur 3 heures consécutives. 200 µg/m ³ si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement de ce seuil le lendemain.													
Dioxyde de soufre (SO ₂)	En moyenne journalière : 125 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an. En moyenne horaire : depuis le 01/01/05 : 350 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 24 heures par an.	En moyenne annuelle : 50 µg/m ³ .	En moyenne horaire : 300 µg/m ³ .	En moyenne horaire sur 3 heures consécutives : 500 µg/m ³ .	En moyenne annuelle et hivernale (pour la protection de la végétation) : 20 µg/m ³ .												
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres (PM10)	En moyenne annuelle : depuis le 01/01/05 : 40 µg/m ³ . En moyenne journalière : depuis le 01/01/2005 : 50 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.	En moyenne annuelle : 30 µg/m ³ .	En moyenne journalière : 50 µg/m ³ .	En moyenne journalière : 80 µg/m ³ .													
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 micromètres (PM2,5)	En moyenne annuelle : 25 µg/m ³ depuis le 01/01/15.	En moyenne annuelle : 10 µg/m ³ .	En moyenne annuelle : 20 µg/m ³ .	<table><tr><th>Concentration initiale</th><th>Objectif de réduction</th></tr><tr><td><= à 8,5 µg/m³</td><td>0%</td></tr><tr><td>>8,5 et <13 µg/m³</td><td>10%</td></tr><tr><td>>=13 et <18 µg/m³</td><td>15%</td></tr><tr><td>>=18 et <22 µg/m³</td><td>20%</td></tr><tr><td>>= à 22 µg/m³</td><td>Toute mesure appropriée pour atteindre 18 µg/m³</td></tr></table>	Concentration initiale	Objectif de réduction	<= à 8,5 µg/m ³	0%	>8,5 et <13 µg/m ³	10%	>=13 et <18 µg/m ³	15%	>=18 et <22 µg/m ³	20%	>= à 22 µg/m ³	Toute mesure appropriée pour atteindre 18 µg/m ³	20 µg/m ³ pour l'IEM 2015**.
Concentration initiale	Objectif de réduction																
<= à 8,5 µg/m ³	0%																
>8,5 et <13 µg/m ³	10%																
>=13 et <18 µg/m ³	15%																
>=18 et <22 µg/m ³	20%																
>= à 22 µg/m ³	Toute mesure appropriée pour atteindre 18 µg/m ³																
Benzène	En moyenne annuelle : 5 µg/m ³ .	En moyenne annuelle : 2 µg/m ³ .															

II.2. VOLET AIR SANTE

Sur un plan règlementaire, une étude de qualité de l'air pour un projet d'infrastructure doit comprendre un certain nombre d'éléments méthodologiques de la note technique du 22 février 2019:

- une description détaillée de l'état actuel de la qualité de l'air ;
- la réalisation de mesures in-situ de qualité de l'air;
- une estimation des émissions des polluants au niveau de la zone d'étude ;
- une estimation des concentrations de polluants dans l'ensemble de la zone d'étude via des études de dispersion atmosphérique de l'état initial et pour différents horizons projetés ;
- une comparaison des scénarios sur des critères environnementaux notamment via a un indicateur sanitaire simplifié (IPP indice pollution–population) qui peut être constitué sur la base d'un croisement de données de population et des résultats des modélisations ;
- une analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances, et des avantages/inconvénients induits pour la collectivité ;
- une évaluation de l'impact du projet en phase chantier ;
- des propositions de mesures d'évitement, de réduction impacts et de compensation (doctrine ERC) des pollutions de proximité.

III SCENARIOS ETUDIES

Les objectifs à remplir pour l'étude la qualité de l'air du projet sont les suivants :

- Analyse de la qualité de l'air de la situation actuelle¹ dans la zone d'étude par deux campagnes de mesures (une en période hivernale et une en période estivale) et une modélisation ;
- Evaluation des impacts du projet en phase travaux terrestres et maritimes (dragages) ;
- Evaluation des impacts du projet en phase exploitation pour différents scénarii proposés :
 - Horizon de référence en l'absence de projet en 2027 ;
 - Horizon avec projet d'aménagement du TDN pour une exploitation en activité moyenne en 2027 ;
 - Horizon avec projet d'aménagement du TDN pour une exploitation en période de pointe d'activités du terminal en 2027.

Dans l'ensemble de l'étude, l'impact de l'activité du Terminal ferry et du projet associé, en particulier celui des ferries et du trafic routier, est spécifiquement dissocié des différentes activités portuaires situées sur le territoire malouin.

¹ L'année de référence prise pour la situation actuelle est l'année 2019 car elle est représentative d'un état de l'air antérieur à la pandémie de COVID 19.

IV CARACTERISATION DE L'ETAT INITIAL

IV.1. QUALITE DE L'AIR SUR LA COMMUNE DE SAINT-MALO

La zone du terminal s'inscrit dans un contexte où la qualité de l'air est primordiale. En effet, en plus des activités propres au terminal Ferries, du trafic routier et des activités industrielles sont présents dans le périmètre.

IV.1.1. Bilan territorial AIR BREIZH 2019

Air Breizh dispose d'une station de mesures des PM₁₀, NO₂ et O₃ à Rocabey. Il s'agit d'une station de type périurbain de fond.

Le bilan des mesures réalisées pour l'année 2019 indique :

- En période hivernale ou printanière des épisodes de pollution particulaire surviennent. Les conditions anticycloniques peu dispersives, l'augmentation des émissions des particules par le chauffage peuvent expliquer ces événements ;
- En période chaude, des pics d'ozone peuvent survenir ;
- En 2019, les valeurs réglementaires annuelles ont été respectées par la station de mesures de Saint-Malo, hormis l'objectif à long terme pour l'O₃ (protection de la santé humaine et de la végétation). Notons la survenue d'épisodes de pollution en 2019 pour les PM₁₀ uniquement. La mesure des PM_{2.5} n'est pas réalisée en 2019 à Saint-Malo.

IV.1.2. Campagnes de mesures précédentes

Les attentes de de la population malouine au sujet d'une éventuelle pollution de l'air dans l'agglomération sont fortes. C'est pourquoi, Air Breizh a réalisé plusieurs études (2006,2010) au travers de campagnes de mesure afin d'obtenir une meilleure connaissance de la qualité de l'air à Saint-Malo.

La première étude conduite en 2006 a permis d'évaluer les niveaux en particules fines PM₁₀ en contexte urbain de fond à St Malo sur une période de 3 mois à l'automne. Des niveaux conformes au seuil d'information pour les PM₁₀ avaient été mesurés bien que ceux-ci soient supérieurs à ceux d'autres agglomérations. D'autre part, pour déterminer l'origine de ces particules en suspension, des recherches complémentaires ont été réalisées durant 1 mois au printemps 2010 par prélèvement en contexte urbain de fond à St Malo. Les sources naturelles habituelles (source terrigène et marine) avaient été identifiées, ainsi que des sources anthropiques, majoritaires au sein des particules PM₁₀, représentées essentiellement par les particules issues des phénomènes de combustion. L'étude concluait sur des répartitions des sources au sein des PM₁₀ cohérentes avec la littérature.

Les dernières investigations ont été réalisées par Air Breizh au printemps et à l'automne 2017 sur des périodes de 2 mois. Pour étudier au mieux les niveaux de particules et ainsi répondre à la problématique posée, six sites de mesure répartis sur la zone d'étude, avaient été choisis.

Quelques-unes des conclusions de cette étude ont rappelées ci-dessous :

- La moyenne annuelle estimée d'après les mesures réalisées sur le site de fond urbain à savoir 18.5 µg/m³, est inférieure à la valeur limite (40 µg/m³).
- Les niveaux de fond sur l'agglomération de Saint Malo ne révèlent pas d'inquiétude en termes d'exposition de la population aux PM₁₀ ;

- L'existence d'envols de macro particules au sein de l'emprise des sites liés à l'activité des sites port et zone industrielle. Pour le port, il s'agit de phosphates, des tourteaux de tournesol et des drêches de maïs déchargés et manipulés dans les magasins ;
- Pour les trois sites urbains de fond et pour les jours présentant une éventuelle nuisance, l'influence naturelle retrouvée dans les compositions des coupelles est souvent majoritaire. Composée par des sables, végétaux, coquillages, cette part naturelle représente entre 60 et 100% des échantillons ;
- La contribution anthropique des particules pour les jours avec nuisances, bien que souvent minoritaire, ne doit toutefois pas être négligée. En effet, les analyses ont permis de révéler certains cas de figures pour lesquels cette partie anthropique est dominante. Les conditions d'activités sur les sites ainsi que les conditions météorologiques sont les facteurs déterminants.

IV.1.3. Campagnes de mesures 2021 autour du terminal du Naye

Le rapport complet des campagnes de mesures est disponible en annexe.

IV.1.3.1. Période de mesures

Afin de caractériser la qualité de l'air au droit et en périphérie du futur aménagement du terminal du Naye, deux campagnes de mesures in-situ ont été réalisées sur deux périodes distinctes :

- Campagne n°1 du 5 mars au 2 avril 2021 ;
- Campagne n°2 du 15 juin au 14 juillet 2021.

Les paramètres suivis au cours de cette campagne sont les NOx, le SO₂, le NH₃, les BTEX et les particules fines (PM10 et PM2.5).

IV.1.3.2. Localisation des sites de mesures

Au total, 7 sites ont fait l'objet de mesures lors des campagnes :

- Point n°1 : capitainerie (Nord/Terminal)
- Point n°2 : rond-point du Naye : entrée du Terminal (Sud / Terminal)
- Point n°3 : parking (Nord / Terminal)
- Point n°4 : axe routier zone des Sablons (Sud-Est / Terminal)
- Point n°5 : axe routier Centre Hospitalier Saint Malo (Est / Terminal)
- Point n°6 : axe routier hippodrome (Est / Terminal)
- Point n°7 : station AirBreizh (Nord Est / Terminal)



Figure 3 : Implantation de sites de mesure

IV.1.3.3. Méthodes de mesures

Les mesures NO_x, SO₂, BTEX, NH₃ ont été réalisées à l'aide d'échantillonneurs passifs PASSAM. Ces échantillonneurs présentent une facilité concernant leur mis en place et leur faible encombrement.

Le principe de l'échantillonnage passif consiste à exposer à l'air ambiant, sur une période donnée, des cartouches absorbantes qui par simple diffusion du polluant dans l'atmosphère, vont piéger celui-ci. La quantité de polluant absorbé est alors proportionnelle à sa concentration dans l'air.

Les mesures PM₁₀ et PM_{2.5} ont été réalisées à l'aide de préleveurs actifs et de station de micro-capteurs connectés.

Des appareils de mesures de référence ont été mis en place au droit de la capitainerie du port. Une station de micro-capteurs a également été déployée en parallèle de la station Air Breizh de Rocabey également équipée d'appareil de référence enregistrant les concentrations en PM₁₀ et PM_{2.5}.

Ces appareils ont mesuré de façon journalière et continu les concentrations en PM₁₀ et PM_{2.5}. Le couplage de station de micro-capteurs à ces appareils de référence permet de déterminer le taux de corrélation entre les mesures de référence et les stations de micro-capteurs.

Ce taux a ensuite permis de recalculer les concentrations au droit des autres stations de micro-capteurs.

IV.1.3.4. Résultats

Mesures passives : NO_x, SO₂, BTEX et NH₃

L'analyse des mesures passives indique :

- L'absence de dépassement des valeurs réglementaires pour les polluants étudiés ;
- Une différence marquée des concentrations mesurées par polluants selon la période avec de plus fortes concentrations durant la période « mars-avril ». Cela peut être expliqué par l'influence des paramètres environnementaux sur la dispersion des polluants (phénomène météorologique d'inversion thermique lors d'épisodes avec des températures froides au sol) ;
- Des teneurs plus faibles pour les points situés sur le front de mer et dans la zone du terminal (point 1, 2 et 3).

Les teneurs moyennes mesurées sur l'ensemble des 2 campagnes sont indiquées dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Concentrations moyennes de mesures passives sur l'ensemble des 2 campagnes

Point de mesures	NO ₂ (µg/m ³)	NO _x (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	NH ₃ (µg/m ³)	C ₆ H ₆ (µg/m ³)
1	7,4	8,8	1,5	3,3	0,4
2	9,4	10,4	0,6	4,0	0,5
3	8,9	10,5	0,6	3,3	0,6
4	11,2	13,0	1,9	3,7	0,5
5	17,3	21,2	1,7	3,5	0,6
6	13,0	17,8	2,0	3,4	0,5

Mesures actives : PM₁₀ et PM_{2,5}

L'analyse des concentrations mesurées par les différents appareils de mesure lors des deux campagnes de mesures a montré plusieurs tendances :

- Les valeurs moyennes mesurées sont inférieures au seuil limite réglementaire en moyenne annuelle pour les PM₁₀ (40 µg/m³) et les PM_{2,5} (25 µg/m³);
- Quelques dépassements ont été observés concernant la valeur limite réglementaire quotidienne pour les PM₁₀ (50 µg/m³). Ces dépassements ont été mesurés au niveau du point 1 (capitainerie) et point 3 (rond-point de l'île Maurice). Ces concentrations ont été mesurées durant le pic du 1^{er} juillet, indiquant un épisode de pollution globale sur la ville de Saint-Malo, avec des concentrations plus élevées en front de mer.
- Les données issues du trafic maritime (nombre de bateau limité au niveau du terminal et passant à l'écluse) n'ont pas clairement permis d'identifier de corrélation avec les évolutions des concentrations quotidiennes en particules fines.

Les teneurs moyennes mesurées sur l'ensemble des 2 campagnes sont indiquées dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Concentrations moyennes de mesures actives sur l'ensemble des 2 campagnes

Point de mesures	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	20,4	7,9
2	10,7	4,1
3	13,8	5,2
4	15,8	6,5
5	12,9	5,0
6	18,2	7,2

V INVENTAIRE INITIAL DES EMISSIONS DE POLLUANTS

V.1. METHODOLOGIE GENERALE

La réalisation d'un inventaire des émissions peut s'appuyer, pour les émissions non mesurées, sur le calcul théorique des flux de polluants émis dans l'atmosphère (masse du composé par unité de temps).

Il s'agit du produit de l'activité (i.e les données dites primaires : nombre de véhicules sur une route, quantité de produits fabriqués, matière première utilisée, ... ou issues de l'exploitation des données primaires : consommation de carburant sur un axe routier, consommation de gaz naturel ou de fioul à l'échelle d'une commune) et des facteurs d'émission issus d'expériences météorologiques ou de modélisation, voire à dire d'expert.

Les sources d'émissions atmosphériques identifiées dans le domaine d'étude sont les suivantes:

- Emissions de transport maritime (ferry) : les émissions générées par le transport des passagers et de marchandises sur le TDN ;
- Emissions du trafic maritime du port ;
- Emissions de l'activité à quai et sur le terre-plein du TDN ;
- Emissions des autres activités portuaires (industrielles, déchargement au niveau des quais du port) ;
- Emission du transport routier : concernent les émissions liées au trafic sur les axes routiers d'accès au TDN ;
- Emissions des zones résidentielles et tertiaires.

Dans le cadre de la phase travaux, ont également été étudiées les émissions des engins du BTP, la remise en suspension des particules liées aux travaux et les émissions des poids lourds,...

La méthodologie utilisée pour construire l'inventaire de l'étude s'appuie sur les préconisations nationales du Pôle de Coordination des Inventaires Territoriaux (PCIT), publiées par le ministère en charge de l'environnement.

L'élaboration d'un inventaire des émissions repose sur la prise en compte de différentes sources d'émissions classifiées en trois grandes catégories selon leur format géographique de traitement:

- Les sources ponctuelles stationnaires (cheminées, ...), sont décrites spatialement par des points (coordonnées [X, Y] dans un plan à deux dimensions) ;
- Les sources linéaires mobiles terrestres (routes, voies fluviales, ...), sont décrites spatialement par des lignes brisées (suite ordonnée de coordonnées [X, Y] représentant les nœuds de chaque segment de ligne) ;
- Les sources surfaciques stationnaires (stockages, industries, bâtiments, ...), sont décrites spatialement par des polygones (suite ordonnée de coordonnées [X, Y] représentant les nœuds de chaque segment de ligne, et dont le dernier nœud est égal au premier).

Les données d'émissions ont été établies selon les éléments méthodologiques suivant :

- Guide méthodologique pour l'élaboration des inventaires territoriaux des émissions atmosphériques (Direction générale de l'énergie et du climat, version n2 – Juin 2018) et

les sous parties sectorielles (Secteur transport routier, Secteur Autres transports/Transports maritime -SNAP 0804, Secteur INDUSTRIE)

- Base de données EMEP/EEA;
- Guide OMINEA du CITEPA;
- Retour d'expérience des précédentes études réalisées sur des aménagements portuaires.

Les émissions annuelles sont évaluées pour les scénarios suivants :

- Situation état initial 2019 ;
- Situation 2027 sans projet d'aménagement du terminal (état de référence) ;
- Situation 2027 avec projet d'aménagement du terminal en phase d'exploitation moyenne ;

En complément, les situations suivantes sont évaluées pour comparaison avec les inventaires précédents :

- Situation lors de la phase travaux ;
- Situation 2027 avec projet d'aménagement du terminal en phase d'exploitation type période de pointe.

Les polluants suivants ont fait l'objet qu'une qualification lors de l'inventaire (si une méthodologie existait pour en évaluer le flux):

- Le dioxyde de soufre : SO₂ ;
- Les oxydes d'azote : NO_x ;
- Les particules fines : PM₁₀, PM_{2.5}.

V.2. EMISSION DU TRAFIC MARITIME

V.2.1. Méthodologie

La méthodologie suivie pour l'estimation des émissions du trafic maritime au niveau du Port de Saint-Malo et plus spécifiquement au niveau du Terminal Ferries est principalement basée sur la méthode Tier 3 de '*EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - 2013: 1.A.3.d.i, 1.A.3.d.ii, 1.A.4.c.iii International navigation, national navigation, national fishing*' publié en 2013. Il s'agit d'une méthodologie de type Bottom Up Intégral.

La méthodologie de type « bottom-up » intégral inclut :

- le recensement des données de trafic par la capitainerie du port identifiant chaque navire entrant ou sortant au niveau du port (i.e. entrées/sorties du port incluant l'identifiant de chaque navire, origines/destinations) ;
- la caractérisation des navires et de leurs équipements (i.e. chaudières, turbines et moteurs) respectivement auprès de l'autorité portuaire ou via les bases de données (ex : Seaweb Lloyd's). Dans certains cas, seules des informations sur les moteurs principaux sont disponibles. Dans ce cas, il convient de faire des hypothèses pour intégrer les consommations des équipements non connus ;
- l'estimation des durées des différentes phases (approche portuaire, parcours du navire dans le chenal d'accès, entrée dans le port, passage portuaire, manœuvre, à quai) et

l'estimation des vitesses des navires auprès de l'autorité portuaire. Des hypothèses sont faites sur l'utilisation des moteurs principaux et auxiliaires lors de ces phases.

- l'estimation des consommations de carburants à partir des données de consommations unitaires par type de navire.

V.2.2. Trafic Ferries

A partir des informations fournies par les compagnies de Ferries ainsi que des données d'entrée et sortie fournies par le Port de Saint-Malo pour l'année 2019, les paramètres suivants ont pu être évalués :

- Dénombrement par type de bateau au niveau du terminal et dans le port intérieur;
- Durée de la phase de manœuvre arrivée/départ dans la rade de Saint-Malo;
- Durée de la phase à quai;
- Motorisation et type de carburant;
- Consommation de carburant par phase.

Les caractéristiques des ferries pour la situation 2019 sont présentées dans le Tableau 5.

Les émissions annuelles (t/an) du trafic maritime associé au terminal Ferries dans la zone d'étude (rade + quai) en 2019 sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 4 : Emissions totales annuelles (t/an) des ferries dans la zone d'étude pour la situation 2019

Compagnie et type de bateau	NO _x (t/an)	TSP (t/an)	SO ₂ (t/an)
Condor - Rapide	42,5	2,9	1,8
Condor - Commodore Goodwill	2,1	0,1	0,1
Brittany Ferries - Pont Aven	22,5	1,4	0,8
Brittany Ferries - Bretagne	11,1	0,8	0,5
TOTAL Ferries Terminal	79.3	5.3	3.3

Tableau 5 : Caractéristiques des ferries accostant au terminal du Naye pour la situation 2019

Type de Bateau (passengers, liquid bulk, dry bulk, container, cargo, roro cargo,...)	Nom	Puissance maximale totale (kW)	Longueur	Largeur	Jauge brute	Tirant d'eau	Tirant d'air	Hauteur de l'échappement des fumées à quai	Carburant	Type de moteur principal (Gas turbine, High Speed Turbine, Medium speed, Slow Speed, Steam...)	Puissance moteur principal (kW)	Type de moteur auxiliaire	Puissance total moteurs auxiliaires (kW)	% de charge de la puissance totale des moteurs principaux			% de charge de la puissance totale des moteurs auxiliaires		
			(m)	(m)		(m)	(m)	(m)						Cruise	Manœuvre	Quai	Cruise	Manœuvre	Quai
Ropax HSC	Condor Rapide	29320	86.62	26.6	5007	3.6	16	3	MDO	Medium speed diesel engines	4 x 7080	Medium speed diesel	4 x 250	85%	30%	0%	15%	15%	25%
Roro cargo	Commodore Goodwill	4300	126.4	21.4	11166	5	25	20	MDO	Medium speed diesel engines	2 x 4300	Medium speed diesel	2 x 850	85%	30%	0%	0%	25%	50%
Ropax Ferry	Brittany Ferries - Pont Aven	43200	185	30.9	41000	6.8	25	25	HFO scrubbé	Medium speed diesel engines	4 x 10800	Medium speed diesel	3 x 3000	85%	30%	0%	15%	15%	25%
Ropax Ferry	Brittany Ferries - Bretagne	17600	132	26	24500	6	25	25	MDO	Medium speed diesel engines	4 x 4440	Medium speed diesel	2 x 980	85%	30%	0%	15%	15%	25%

V.2.3. Trafic des navires du port et des paquebots

Les émissions annuelles (t/an) relatives au trafic des navires vers le port intérieur ainsi que celui des paquebots pour la situation 2019 sont indiquées dans le tableau suivant.

Tableau 6 : Emissions totales annuelles (t/an) des navires hors ferries pour la situation 2019

Type de navires	NO _x (t/an)	TSP (t/an)	SO ₂ (t/an)	PM10(t/an)	PM2.5(t/an)
Cargo	68,8	3,2	2,3	3,0	2,8
Chimiquier	7,8	0,8	0,3	0,8	0,8
Vraquier	2,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Caboteur	1,3	0,1	0,0	0,1	0,0
Paquebot (Quai Vauban)	0,9	0,1	0,0	0,1	0,1
Paquebot (Coffres)	14,5	1,1	0,5	1,1	1,0

V.2.4. Spatialisation

Les émissions du trafic maritime sont spatialisées dans la zone d'étude par :

- Des émissions ponctuelles pour les phases à quai ;
- Des émissions linéiques pour les phases de manœuvre (arrivée/départ) dans la rade et dans le port intérieur.



Figure 4 : Spatialisation des émissions du trafic maritime (Ferries et navires) dans la zone d'étude

V.3. EMISSIONS DES ACTIVITES DU TERMINAL

Le terminal accueille plusieurs types d'émissions de polluants dans l'air qui doivent être intégrées dans l'inventaire :

- Différents engins sont utilisés sur le terre-plein du terminal pour les opérations : camion avitaillement, chariot élévateur, engins de levage, chariot automoteur, tracteur, ...
- Des véhicules des passagers et les camions de fret circulent sur la zone lors de l'embarquement et le débarquement.
- Des bus de la ville permettent également aux passagers de quitter/arriver sur le terminal ;
- Des unités de production d'énergie : chaudière, groupe électrogène.

Les données nécessaires aux calculs des émissions sont issues des documents fournis par la Région Bretagne.

Les émissions annuelles (t/an) des activités du terminal pour la situation 2019 sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 7 : Emissions totales annuelles (t/an) des activités du terminal pour la situation 2019

NOx (t/an)	TSP (t/an)	PM10 (t/an)	PM2.5(t/an)	PM1 (t/an)	SO ₂ (t/an)
7,4E-01	4,0E-02	3,8E-02	3,6E-02	3,5E-02	1,8E-03

Les émissions des activités du terminal sont spatialisées dans la zone d'étude par des émissions surfaciques au niveau du terre-plein.



Figure 5 : Spatialisation des émissions des activités du terminal dans la zone d'étude

V.4. EMISSIONS DES ACTIVITES DES QUAIS DU PORT ET DES ACTIVITES INDUSTRIELLES

V.4.1. Manipulation de produits au niveau des quais

Les quais des bassins (Duguay-Trouin, Jacques Cartier, Vauban) accueillent des opérations de déchargement/mise en stock/chargement de produits (drêche de maïs, tourteaux de tournesol, tourteaux de colza, calcium marin, magnésie (ou oxyde de magnésium), phosphate, ...) qui sont émettrices de poussières.

Les émissions de particules fines pour l'activité de manutention des produits pulvérulents ont été déterminées à partir des bilans annuels de vrac solide fournis par le port de Saint-Malo.

Tableau 8 : Emissions totales annuelles (t/an) au niveau des quais du port pour la situation 2019

TSP (t/an)	PM10 (t/an)	PM2.5 (t/an)
13,52	6,39	0,08

Les émissions des manipulations de produits au niveau des quais sont spatialisées dans la zone d'étude par des émissions surfaciques.



Figure 6 : Spatialisation des émissions de manipulations de produits au niveau des quais du port

V.4.2. Activités industrielles

Deux industries au niveau du port intérieur ont été intégrées dans l'inventaire des émissions :

- TIMAC AGRO : Production d'engrais ;
- ISB France : Travail du bois.

Les données nécessaires aux calculs des émissions sont issues des documents fournis par le port de Saint-Malo : Arrêté préfectoraux, registre des émissions polluantes (base GEREP), ...

Les émissions annuelles (t/an) des activités industrielles dans la zone d'étude pour la situation 2019¹ sont présentées dans le tableau suivant.

Figure 7 : Emissions totales annuelles (t/an) des activités industrielles pour la situation 2019

NOx (t/an)	SO ₂ (t/an)	TSP (t/an)	PM10 (t/an)	PM2.5 (t/an)
20,78	0,80	8,06	4,08	2,23

Les émissions des activités industrielles sont spatialisées dans la zone d'étude par des émissions surfaciques.

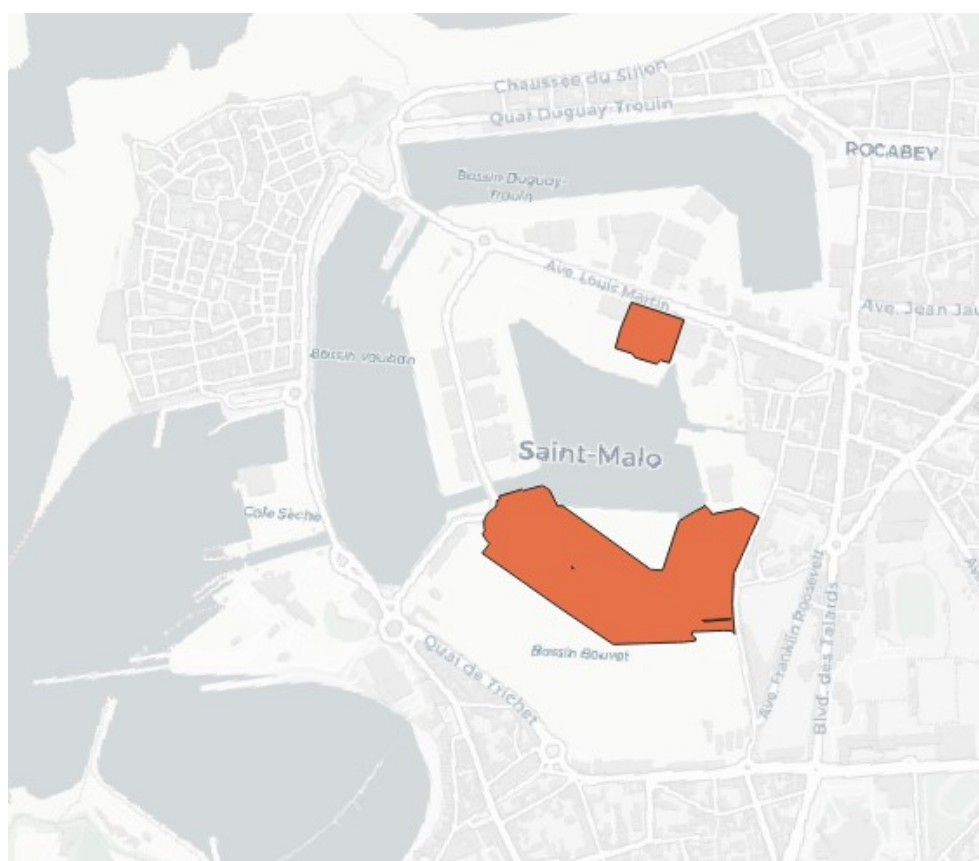


Figure 8 : Spatialisation des émissions des activités industrielles dans la zone d'étude

V.5. EMISSION DES ZONES RESIDENTIELLES ET TERTIAIRES

Les émissions résidentielles et tertiaires ont été intégrées dans l'inventaire des émissions. Les

¹ Pour la TIMAC AGRO, la production et les émissions déclarées de l'année 2020 ont été utilisées pour être représentatif car en 2019, une partie de l'activité a été arrêtée définitivement.

données sont issues de l'inventaire régional spatialisé des émissions de AIR BREIZH mis à jour en 2017.

Les émissions annuelles (t/an) des zones résidentielles et tertiaires pour la situation 2019 sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 9 : Emissions totales annuelles (t/an) des zones résidentielles et tertiaires pour la situation 2019

NOx (t/an)	SO ₂ (t/an)	TSP (t/an)	PM10 (t/an)	PM2.5 (t/an)
2.1	0.4	1.1	0.9	0.6

Les émissions des zones résidentielles et tertiaires sont spatialisées dans la zone d'étude par des émissions surfaciques au niveau du terre-plein.



Figure 9 : Spatialisation des émissions des zones résidentielles et tertiaires dans la zone d'étude

V.6. EMISSIONS DU TRAFIC ROUTIER

Dans l'inventaire des émissions nécessaires à la modélisation de la qualité de l'air, le réseau routier est examiné et les axes principaux de circulation sont explicitement inclus avec une segmentation par tronçons homogènes en trafic.

Les émissions de polluants atmosphériques qui proviennent du trafic aux alentours du terminal sont calculées à partir des facteurs d'émissions européens COPERT et sont fonction du flux de véhicules, de leur vitesse, du parc roulant (composition du parc roulant par grandes catégories de véhicules : véhicules légers, poids lourds, véhicules utilitaires légers, ...) et du parc technologique (âge, cylindrée, ...).

Les données de trafic exploitées pour la situation 2019 sont issues des documents fournis par la Région Bretagne :

- Des données de trafic de la ville de Saint Malo pour l'année 2017 et 2018 ;

- Des données de l'étude de Transitec « Etude Urbaine – Quai Duguay Trouin/Rocabey – Juin 2018 » au niveau de la partie Nord du port ;
- La synthèse des campagnes de trafics d'août 2018 et de juin 2019 sur les axes à proximité du terminal présentées dans le rapport EMTIS.

Les émissions annuelles (t/an) du trafic routier dans la zone d'étude pour la situation 2019 sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 10 : Emissions totales annuelles (t/an) du trafic routier pour la situation 2019

	NOx	PM10	PM2.5	TSP
Trafic total (t/an)	25	1.9	1.3	2.6
Trafic terminal (t/an)	0.29	0.018	0.013	0.024

Les émissions du trafic routier sont spatialisées dans la zone d'étude par des émissions linéiques au niveau des différents axes de circulation.

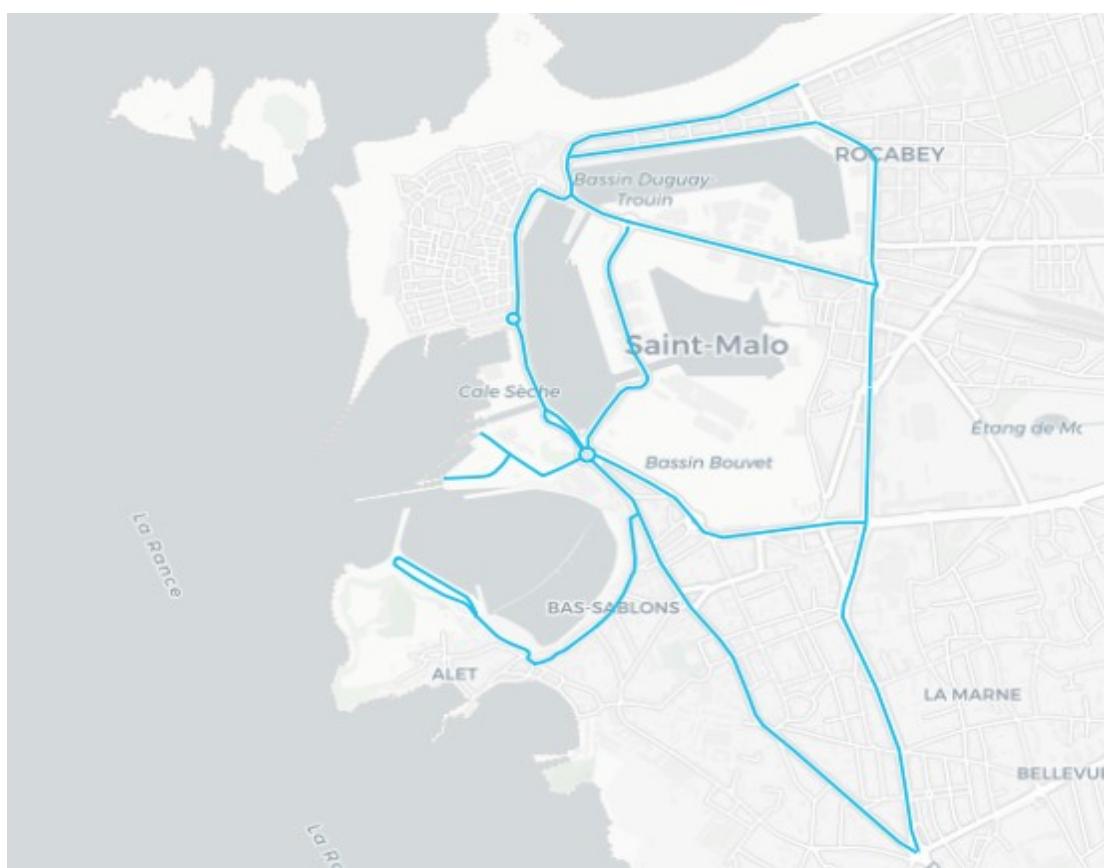


Figure 10 : Spatialisation des émissions des activités du trafic routier dans la zone d'étude

V.7. SYNTHESE DE L'INVENTAIRE

Les émissions inventoriées dans la zone d'étude (portion réduite au terminal et ses alentours) sont synthétisées sur l'histogramme suivant. Le terminal représente plus de 35% des émissions de NOx et de PM2.5.

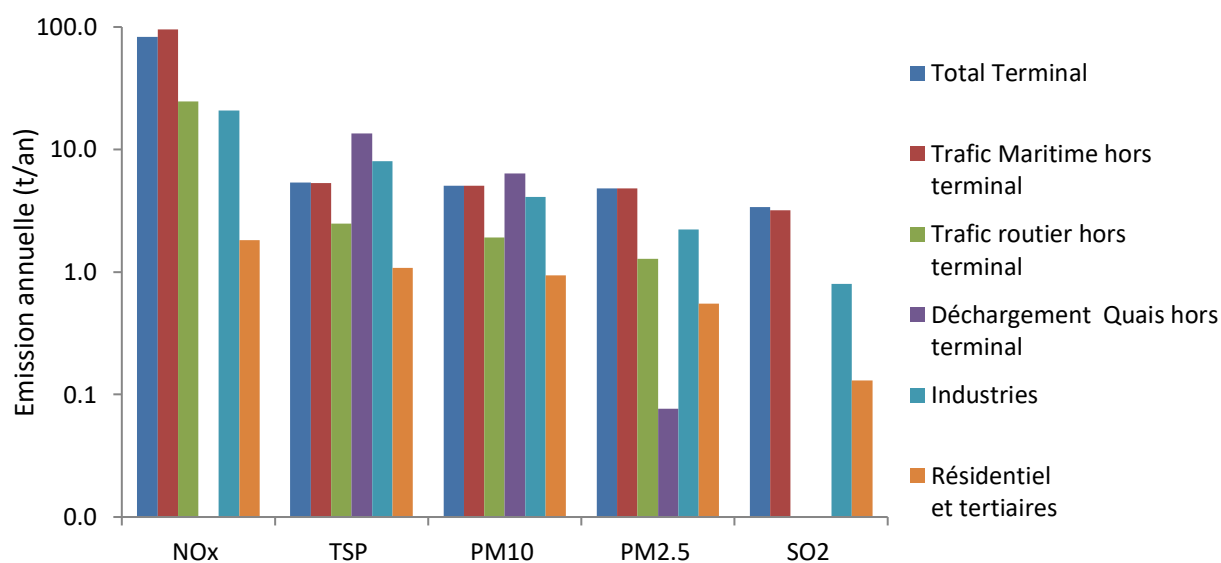


Figure 11 : Bilan de l'inventaire des émissions-Etat initial 2019

Tableau 11 : Répartition des émissions par catégorie dans la zone d'étude - Etat initial 2019

	Total Terminal (Ferries et Activité)	Trafic maritime (hors ferries du terminal)	Trafic routier (hors terminal)	Manipulation de produits au niveau des quais du port intérieur	Industries	Zones résidentielles et tertiaires
NOx (t/an)	35,8%	43,0%	11,1%	-	9,4%	0,8%
TSP (t/an)	14,5%	14,6%	8,8%	37,1%	22,1%	3,0%
PM10 (t/an)	21,3%	21,7%	8,2%	27,3%	17,5%	4,0%
PM2.5 (t/an)	34,6%	35,2%	9,3%	0,6%	16,3%	4,0%
SO ₂ (t/an)	44,1%	43,4%	0,0%	-	10,8%	1,7%

VI EVOLUTION DE L'INVENTAIRE DES EMISSIONS

VI.1. PHASE CHANTIER

VI.1.1. Impact du projet en Phase chantier

La phase travaux constitue la première source d'impact sur l'environnement, du point de vue chronologique.

Les impacts liés à la phase travaux peuvent être localisés ou diffus et sont limités dans le temps. Dans le cadre de ce chantier, la zone impactée par le chantier ne sera certainement pas plus étendue que la zone d'emprise des quais qui seront électrifiés et des bâtiments qui seront démolis.

Les différentes sources de pollution atmosphériques possibles durant cette phase sont les suivantes :

- **Pollution issue des gaz d'échappement des engins** : ce sont principalement des engins diesel mobiles - tels que les engins de terrassement, compacteurs, tombereaux, etc.... ou fixes tels que les compresseurs, les groupes électrogènes, les centrales d'enrobage, etc.... Ces engins émettent à l'atmosphère de nombreux polluants liés à la combustion du carburant (NOx, composés organiques volatils, particules fines...). Cette source de pollution peut être limitée en utilisant des véhicules aux normes (échappement et taux de pollution).

Le trafic de poids lourds et de véhicules légers associé à la réalisation du chantier a été évalué par la Région Bretagne sur la base des grandes phases de travaux.

L'estimation maximale indique un trafic de 62 poids lourds par jour et de 190 véhicules légers par jour dans la zone d'étude.

La distance parcourue par ce flux de véhicules dans le domaine d'étude est d'environ 600 m (300 m en aller-retour).

Le bilan mensuel des émissions du flux de véhicules de chantier sur les routes dans la zone d'étude est présenté dans le tableau suivant.

Tableau 12 : Bilan mensuel des émissions du flux de véhicules de chantier

NOx (kg/mois)	PM10 (kg/mois)	PM2.5 (kg/mois)
0,379	0,042	0,025

Ces émissions constituent une fraction infime des émissions de l'ensemble du trafic routier sur les axes du domaine d'étude.

- **Pollution liée aux procédés de travail mécanique** : il s'agit des émissions de poussières et d'aérosols issues de sources ponctuelles ou diffuses sur les chantiers (utilisation de machines et d'appareils, transports sur les pistes, travaux de terrassement, extraction, transformation et transbordement de matériaux, vents tourbillonnants, etc.). Elles concernent les activités poussiéreuses telles que : ponçage, fraisage, perçage, sablage, extraction, concassage, broyage, jets en tas, rejets, tamisage, chargement et/ou déchargement, nettoyage, transport. Ce type d'activité entraîne principalement des envols de poussières qui altèrent la qualité de l'air et salissent les parcelles et façades environnantes. Ces poussières

peuvent être très mal perçues par le voisinage. Cette source de pollution peut être limitée en arrosant les pistes de chantier par temps sec et venteux, en appliquant un fond de roulage sur les pistes de chantier, ou encore en bâchant les stocks et les camions.

- **Pollution liée aux procédés de travail thermiques** : il s'agit des procédés de chauffage (pose de revêtement), découpage, enduisage à chaud, soudage, dynamitage, qui dégagent des gaz et des fumées. Les opérations qui sont particulièrement concernées sont les opérations telles que préparation (à chaud) du bitume (revêtements routiers, étanchéités, collages à chaud), ainsi que les travaux de soudage.

Pour certaines activités, des produits contenant des solvants ou l'application de processus chimiques sur les chantiers dégagent notamment des solvants. Cette pollution génère également des odeurs qui peuvent gêner les populations avoisinantes. Il s'agit d'activités tels le recouvrement, collage, décapage, applications de mousses peintures, pulvérisations etc..

- **Pollution liée aux modifications de circulation induites par le chantier** : il s'agit de la pollution supplémentaire engendrée indirectement par le chantier du fait des phénomènes de congestion (une vitesse de circulation des véhicules entraîne une augmentation de la consommation de carburant et donc des émissions atmosphériques), des reports de trafic sur d'autres voies (déplacement de la pollution vers d'autres voies de circulation existantes).

VI.1.2. Mesures de lutte contre la pollution atmosphérique

Malgré le caractère ponctuel de la phase chantier, un certain nombre de points peuvent être déployés afin de lutter contre la pollution atmosphérique générée par le chantier dont :

- Mise à l'arrêt des moteurs des engins de manutention en dehors de leur utilisation.
- Mise à l'arrêt des moteurs des véhicules poids-lourds lors des opérations de chargement et de déchargement,
- Sensibilisations réalisées auprès des opérateurs afin de surveiller l'état des matériels utilisés, de prévenir les marches inutiles de certains éclairages et matériels.
- Bâchage systématique des camions contenant les matériaux d'excavations afin d'éviter les envols de poussières.

VI.2. SITUATION 2027

VI.2.1. Sans projet de modernisation du terminal

L'inventaire des émissions de polluants a été construit à l'horizon 2027 sans réalisation du projet de modernisation du terminal du Naye, situation dite « fil de l'eau ».

Pour cet horizon d'étude, il est considéré que :

- Les ferries ont les mêmes caractéristiques que pour la situation état initial ;
- Le trafic maritime et des ferries est identique à la situation état initial ;
- Le trafic routier moyen journalier sur les axes hors du terminal reste identique à la situation état initial ;
- Les activités industrielles et de manipulation des produits sur les quais du port intérieur restent identiques à la situation initiale ;

- Les activités au niveau du terminal restent identiques à la situation initiale ;
- Il n'y a pas d'évolution notable des zones tertiaires et des zones résidentielles ;
- L'évolution du parc automobile et des motorisations des véhicules entre 2019 et 2027 est significative et est prise en compte dans le calcul des émissions du trafic routier.

Par conséquent, l'inventaire des émissions évolue en situation 2027 sans projet uniquement sur le volet trafic routier.

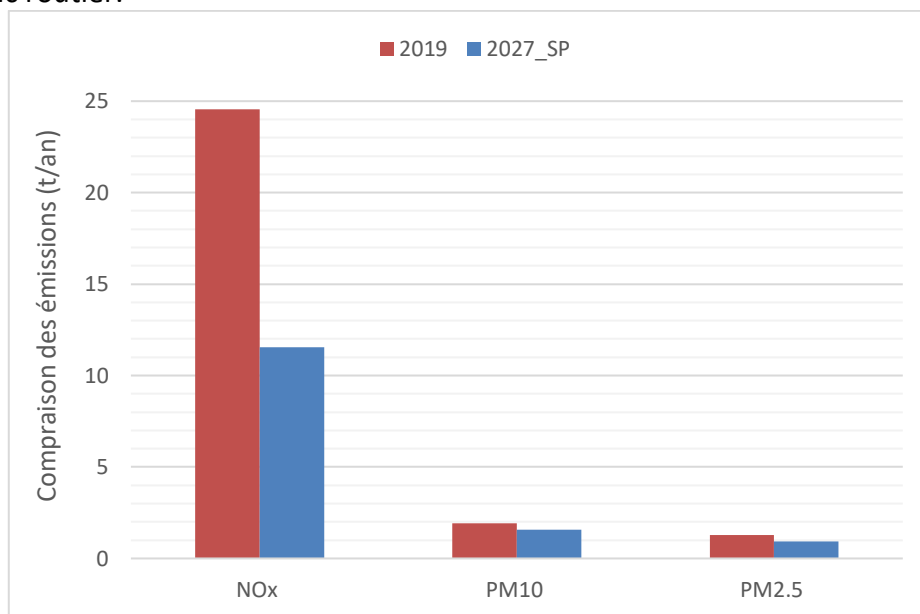


Figure 12 : Comparaison des émissions de NOx, PM10 et PM2.5 du trafic routier de l'état initial avec la situation 2027 sans projet

Les émissions de NOx du trafic routier dans la zone d'étude diminueraient de plus de 50%, celles de particules fines de plus de 15%.

VI.2.2. Avec projet de modernisation du terminal

L'inventaire des émissions de polluants a été construit à l'horizon 2027 avec réalisation du projet de modernisation du terminal du Naye.

Pour cet horizon d'étude, il est considéré que :

- Le projet entraîne une augmentation de la fréquentation du terminal ;
- Le trafic des ferries est légèrement en augmentation avec le projet ;
- Le quai des ferries est électrifié pour branchement des navires en phase hôtel ;
- De nouveaux ferries aux caractéristiques moins émettrices en polluants utilisent le terminal ;
- Les activités industrielles et de manipulation des produits sur les quais du port intérieur restent identiques à la situation initiale ;
- Il n'y a pas d'évolution notable des zones tertiaires et des zones résidentielles ;
- Selon l'étude de trafic routier sur le port de Saint-Malo-Phase II (*Rapport étude Simulations dynamiques de trafic_Terminal du Naye Saint-Malo_phase2.pdf*), le trafic routier en 2027, hors flux liés au terminal, est similaire à l'actuel. Une évolution du trafic lié au terminal (en entrée/sortie du terminal) de + 25% est considérée pour l'horizon 2027 avec projet.

- L'évolution du parc automobile et des motorisations des véhicules entre 2019 et 2027 est significative et est prise en compte dans le calcul des émissions du trafic routier.

VI.2.2.1. Evolution des types de ferries

Dans le cadre du projet, de nouveaux ferries, aux dimensions et capacités plus importantes, seront exploités au niveau du terminal.

Tableau 13 : Evolution de types de ferries entre état initial 2019 et l'horizon 2027 avec projet

Compagnie	Navire 2019	Navire 2027 avec projet
Condor Ferries (Liaison Saint-Malo Jersey ou Guernesey)	Rapide (NGV) Commodore Goodwill (Roro cargo)	Voyager (NGV catamaran) et Libération (NGV trimaran) Commodore Clipper (Roro cargo)
Britanny Ferries (Liaison Saint-Malo Portsmouth)	Pont Aven (Ropax ferry) Bretagne (Ropax ferry)	Pont Aven (Ropax ferry) Saint-Malo (Ropax ferry Hybride GNL/Elec)

VI.2.2.2. Evolution du nombre annuel de rotation des ferries

En outre, le nombre annuel de rotations va augmenter dans le cadre du projet.

Tableau 14 : Evolution du nombre annuel de rotation des ferries entre état initial 2019 et l'horizon 2027 avec projet

Compagnie - Navire	Nombre annuel de rotations 2019	Nombre annuel de rotations en 2027 avec projet
Condor Ferries - Rapide	589	0
Condor Ferries - Commodore Goodwill	49	0
Condor Ferries - Commodore Clipper	0	52
Condor Ferries – Voyager ou Libération	0	940
Britanny Ferries - Pont Aven	87	87
Britanny Ferries - Bretagne	203	0
Britanny Ferries – Saint Malo	0	210

Les émissions inventoriées dans la zone d'étude (portion réduite au terminal et ses alentours) sont synthétisées sur l'histogramme suivant. Le terminal représente plus de 30% des émissions de NOx, plus de 20% des PM10 et environ 40% des émissions de SO₂.

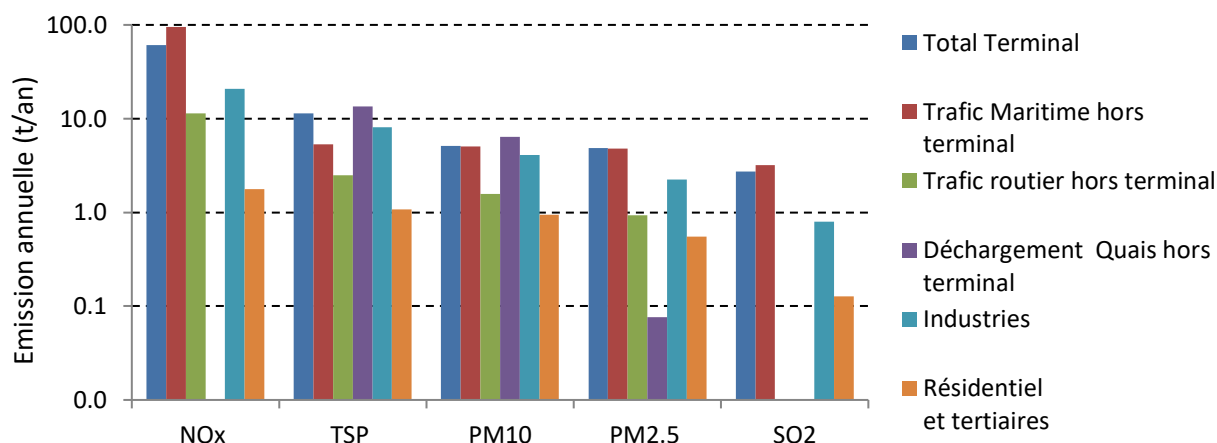


Figure 13 : Bilan de l'inventaire des émissions annuelles (t/an)-Horizon 2027 avec projet

Tableau 15 : Répartition des émissions annuelles par catégorie dans la zone d'étude-Horizon 2027 avec projet

Polluant	Total Terminal (Ferries et Activité)	Trafic maritime (hors ferries du terminal)	Trafic routier (hors terminal)	Manipulation de produits au niveau des quais du port intérieur	Industries	Zones résidentielles et tertiaires
NOx	32.1%	50.1%	6.0%	0.0%	10.9%	0.9%
TSP	27.3%	12.7%	6.0%	32.2%	19.2%	2.6%
PM10	22.1%	21.9%	6.8%	27.6%	17.6%	4.1%
PM2.5	36.1%	35.7%	6.9%	0.6%	16.5%	4.1%
SO₂	39.9%	46.6%	0.0%	0.0%	11.6%	1.9%

La comparaison des émissions annuelles entre l'horizon 2027 sans projet et 2027 avec projet est présentée dans le tableau suivant. Seule les émissions du terminal (Ferries et activités) évoluent entre les deux horizons d'étude.

Tableau 16 : Comparaison des émissions annuelles entre l'horizon 2027 sans projet et 2027 avec projet

Polluant	Total Terminal (Ferries et Activité)	Total zone d'étude
NOx	-23.0%	-8.8%
TSP	13.4%	3.3%
PM10	3.0%	0.6%
PM2.5	2.9%	1.0%
SO₂	-15.8%	-7.0%

La modernisation du terminal permettant d'accueillir une augmentation du trafic de ferries et de passagers entraînera :

- Une baisse significative des émissions d'oxyde d'azote et du dioxyde de soufre ;
- Une augmentation peu significative des émissions de particules.

VI.2.3. Avec projet en période de pointe

La période d'analyse considérée est à l'échelle du mois car l'échelle journalière ou horaire est trop limitée pour la question de l'impact sanitaire. Ainsi, le mois estival enregistrant le pic d'activités (et donc d'émissions) autour du port, soit le mois d'août, est considéré ici et comparé à un mois hivernal.

En effet, l'étude de trafic routier sur le port de Saint-Malo-Phase I (*TDN_SETA_EMTIS_EIN-001001D-TRAFIC.pdf*) montre que le trafic du mois d'août est le plus élevé selon les éléments suivants :

- Page 13: les évolutions mensuelles sur l'année montrent que les trafics en MJM sont plus importants en août pour la période 2016-2017.
- Page 27: le trafic journalier montre que le trafic du mois d'août 2018 est environ 30% plus élevé que le trafic de juin 2019.

Concernant le trafic des ferries avec projet en 2027, le nombre de rotation et les types de ferries à terminal sont identiques sur les mois estivaux.

La comparaison entre ces deux mois (d'activité estivale et hivernale) est proposée ici sur la base des émissions mensuelles.

Les hypothèses choisies sont les suivantes :

- Le mois d'août à l'horizon 2027 est retenu pour calculer les émissions du scénario en période estivale avec projet d'aménagement ;
- Le trafic journalier du mois d'août est considéré être 30% plus élevé que le trafic journalier en moyenne annuelle à l'horizon 2027 avec projet ;
- Les émissions du trafic routier du mois d'août à l'horizon 2027 avec projet d'aménagement sont comparées aux émissions du scénario avec projet pour un mois hivernal, égal à un mois moyen ;
- Les émissions du trafic des ferries du mois d'août à l'horizon 2027 avec projet d'aménagement sont comparées aux émissions du scénario avec projet pour un mois hivernal ;
- Entre les deux mois choisis, seules les émissions des ferries et du trafic routier diffèrent (les émissions des autres sources n'étant pas différenciées mois par mois).

Le trafic des ferries avec projet est présenté dans le tableau suivant pour le mois d'août et comparé avec un mois hivernal de l'horizon 2027 avec projet.

Tableau 17 : Evolution du nombre mensuel de rotation des ferries entre le mois d'août et un mois hivernal de l'horizon 2027 avec projet

Compagnie - Navire	Nombre de rotations en 2027 avec projet pour un mois hivernal	Nombre mensuel de rotations en août 2027 avec projet
Condor Ferries - Commodore Clipper	4.3	4.3
Condor Ferries – Voyager ou Liberation	60.8 (2/jour pour Libération)	95.8(2/jour pour Libération et 1/jour pour Voyager)
Britanny Ferries - Pont Aven	14.5	0
Britanny Ferries – Saint Malo	0	35

Les émissions inventoriées dans la zone d'étude (portion réduite au terminal et ses alentours) sont synthétisées sur l'histogramme suivant. Le terminal représente plus de 30% des émissions

de NOx, plus de 20% des PM10 et environ 40% des émissions de SO₂.

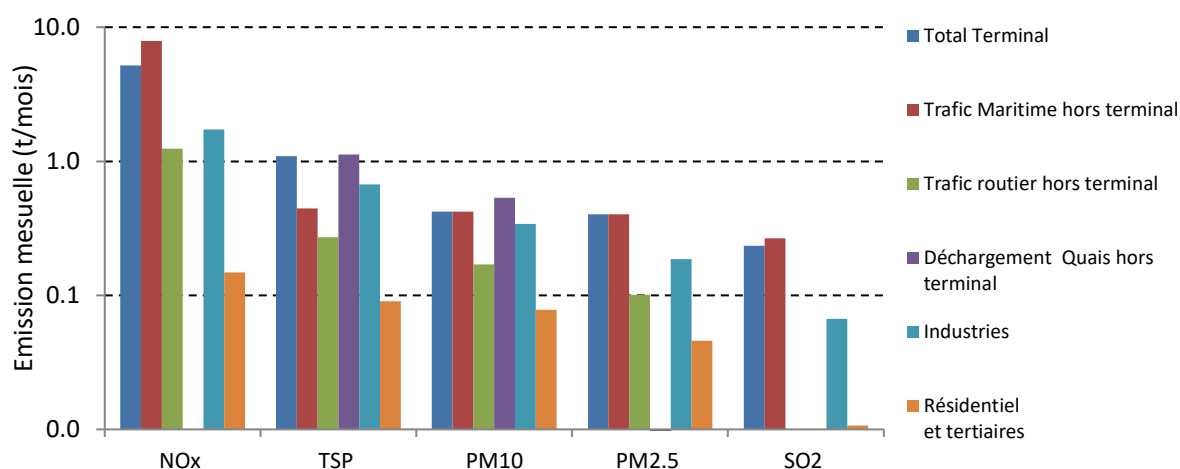


Figure 14 : Bilan de l'inventaire des émissions mensuelles (t/mois)- Mois d'août de l'horizon 2027 avec projet

Tableau 18 : Répartition des émissions mensuelles par catégorie dans la zone d'étude- Mois d'août de l'horizon 2027 avec projet

Polluant	Total Terminal (Ferries et Activité)	Trafic maritime (hors ferries du terminal)	Trafic routier (hors terminal)	Manipulation de produits au niveau des quais du port intérieur	Industries	Zones résidentielles et tertiaires
NOx	31.9%	48.9%	7.6%	0.0%	10.7%	0.9%
TSP	29.6%	12.0%	7.3%	30.4%	18.2%	2.4%
PM10	21.5%	21.5%	8.7%	27.1%	17.3%	4.0%
PM2.5	35.1%	35.2%	8.9%	0.6%	16.3%	4.0%
SO ₂	40.4%	46.2%	0.0%	0.0%	11.5%	1.8%

La comparaison des émissions mensuelles entre le mois d'août et un mois hivernal de l'horizon 2027 avec projet est présentée dans le tableau suivant. Seule les émissions du trafic des Ferries et du trafic routiers évoluent entre les deux mois d'étude.

Tableau 19 : Tableau 20 : Comparaison des émissions mensuelles entre le mois d'août et un mois hivernal de l'horizon 2027 avec projet

Polluant	Total Terminal (Ferries et Activité)	Total zone d'étude
NOx	3.7%	3.0%
TSP	14.4%	5.7%
PM10	-2.8%	1.4%
PM2.5	-2.8%	1.0%
SO ₂	4.6%	1.8%

En comparaison avec un mois hivernal, la période estivale (le mois d'août) de l'horizon 2027 avec projet permettant d'accueillir le trafic de ferries maximale et le trafic routier maximal

entraîne :

- Une augmentation peu significative des émissions pour l'ensemble de polluants et de particules étudiés ;
- L'inventaire des émissions du Terminal (Ferries et activité) présente une augmentation des émissions de NO_x, TSP et SO₂, et ce, malgré une diminution de PM₁₀ et PM_{2.5}.

VII MODELISATION DES CONCENTRATIONS EN POLLUANTS

VII.1. OUTIL DE MODELISATION : FLUIDYN-PANACHE

La société FLUIDYN France, spécialisée dans les outils de modélisation numérique en pollution atmosphérique, a utilisé le logiciel **fluidyn-PANACHE** pour réaliser l'ensemble des simulations de cette étude.

Ce logiciel de mécanique des fluides CFD (Computational Fluid Dynamics) est dédié à la modélisation de la dispersion atmosphérique des polluants gazeux et particulaires. Il utilise une résolution tridimensionnelle (spatiale) des équations de Navier-Stokes de la mécanique des fluides avec une méthodologie RANS sur un maillage tenant compte du terrain et des obstacles.

fluidyn-PANACHE résout successivement :

- la conservation de la masse ;
- la conservation de la quantité de mouvement ;
- la conservation de l'énergie ;
- la turbulence atmosphérique.

Cette résolution s'effectue sur un maillage dit 'curviligne' qui a la particularité d'épouser les dénivellations du relief afin de prendre en compte ses effets sur la dispersion.

Par ailleurs, la rugosité du terrain, effet des modes d'occupation des sols sur le champ de vent, est aussi modélisée en fonction des zones traversées (forêt, zone urbaine, terrain nu, etc.).

Enfin, **fluidyn-PANACHE** est doté d'un modèle de turbulence atmosphérique élaboré, de type 2-équations k-ε. Il est basé sur le calcul du flux de chaleur sensible dégagé dans l'atmosphère qui déterminera la structure verticale de la couche limite atmosphérique et sa stabilité (équivalente aux classes de Pasquill).

fluidyn-PANACHE a fait partie des outils utilisés lors de l'établissement du *Guide des Bonnes Pratiques* de l'INERIS. Un dossier de validation complet est disponible sur demande auprès de FLUIDYN France.

VII.2. DONNEES DE MODELISATION

VII.2.1. Modèle numérique de terrain

Le modèle numérique est une représentation de la réalité du site qui doit faire l'objet de la modélisation. Il intègre des éléments de terrain (topographie, bâtiments, obstacles, occupation des sols).

VII.2.1.1. Définition du domaine de calcul

Le modèle de terrain a été mis en place sur une étendue d'environ 9 km² (3000 m x 5000 m), afin d'intégrer la zone d'étude du terminal, les différentes sources identifiées lors de l'inventaire et impactant la qualité de l'air locale (trafic maritime, trafic routier,...) et les enjeux environnementaux.

VII.2.1.2. Topographie

La topographie de la zone d'étude est localement marquée. Elle a été reconstruite à partir de données de l'IGN.



Figure 15 : Topographie du domaine de modélisation

VII.2.1.3. Rugosité et occupation des sols

La rugosité est une caractéristique de l'état de surface du sol. Elle a un impact sur la vitesse des vents, sur la turbulence atmosphérique et donc sur la dispersion des polluants dans la zone d'étude.

Une rugosité de 0.5m est imposée dans l'ensemble du domaine de calcul. La mer est caractérisée par un coefficient de rugosité spécifique.

La figure suivante présente le domaine de simulation. La zone bleue représente le terminal. Les zones en orange représentent les zones de manutention de produits sur le port intérieur. Les zones en marron localisent les sites industriels. Le réseau routier et les voies de navigation au niveau du port et dans la rade sont également intégrés dans le modèle numérique.

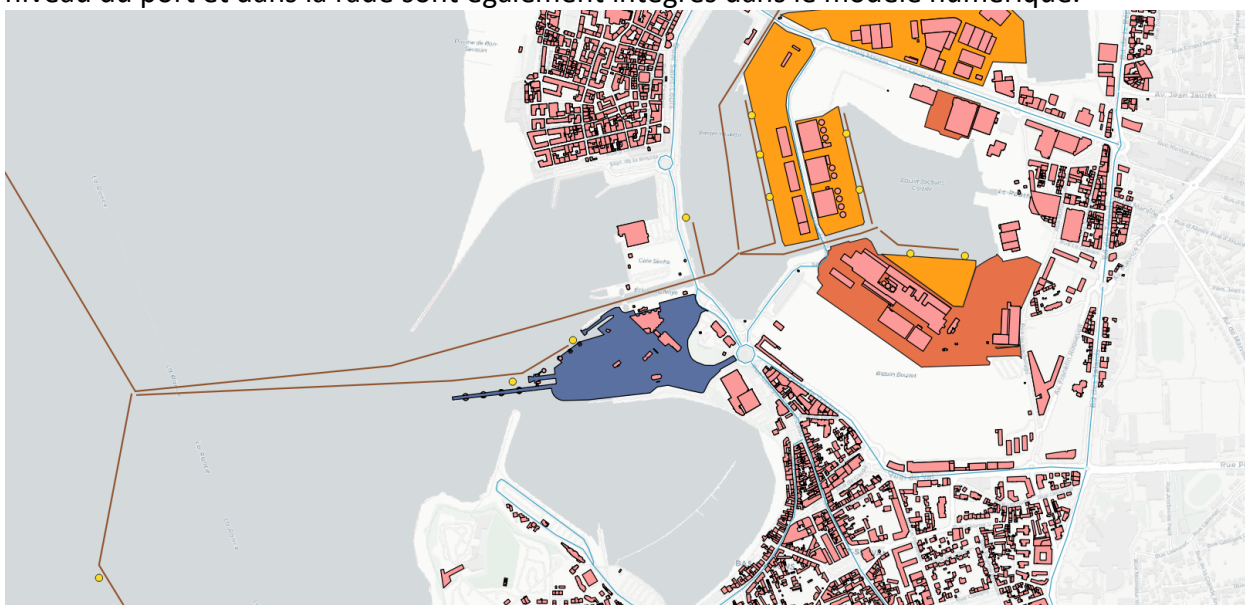


Figure 16 : Modèle numérique de terrain

VII.2.2. Conditions météorologiques

Dans le cadre d'une étude d'impact sur le plan de la qualité de l'air, il est important d'utiliser un nombre suffisant de conditions météorologiques locales afin d'être représentatif d'une situation en moyenne annuelle. C'est pourquoi la méthodologie utilisée repose sur la construction des expositions en moyenne annuelle par sommation pondérée des résultats

obtenus pour un nombre important de conditions météorologiques.

La rose des vents représentative des conditions météorologiques dans la zone du projet de terminal (rose des vents de Saint-Malo) est présentée ci-après.

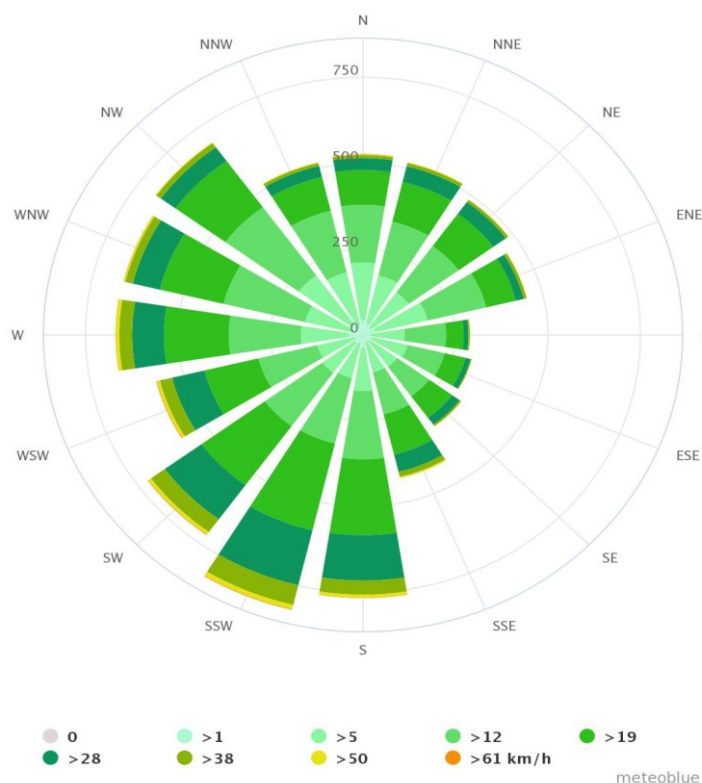


Figure 17 : Rose de vent de Saint-Malo

Pour la modélisation de la dispersion des polluants à l'horizon 2027, il doit être fait l'hypothèse d'une faible évolution des conditions météorologiques actuelles prévalentes dans la zone d'étude. Ainsi, malgré les possibles évolutions associées notamment au réchauffement climatique, la climatologie actuelle locale est utilisée.

VII.3. MODELISATION DE LA QUALITE DE L'AIR-ETAT INITIAL

Les simulations de la dispersion des émissions polluantes ont été menées pour l'état initial 2019. Les résultats des simulations sont présentés sous forme de contours de concentration en moyenne annuelle à une hauteur de 1.5m pour les polluants NO₂, PM₁₀ et PM_{2.5}.

Les PM₁₀ et les PM_{2.5} représentent les classes principales des TSP qui regroupent l'ensemble des tailles de particules solides ou aérosols portées par l'air.

Les contours de concentration de SO₂ ne sont pas présentés ici car l'inventaire de SO₂ ne comprenant pas ici le secteur industriel, qui est un contributeur majeur de ce polluant, les résultats de la dispersion de SO₂ ne seront pas pertinents ni comparables avec les seuils réglementaires.

Les figures suivantes présentent les contours de concentration de NO₂, PM₁₀ et PM_{2.5} pour la situation 2019.

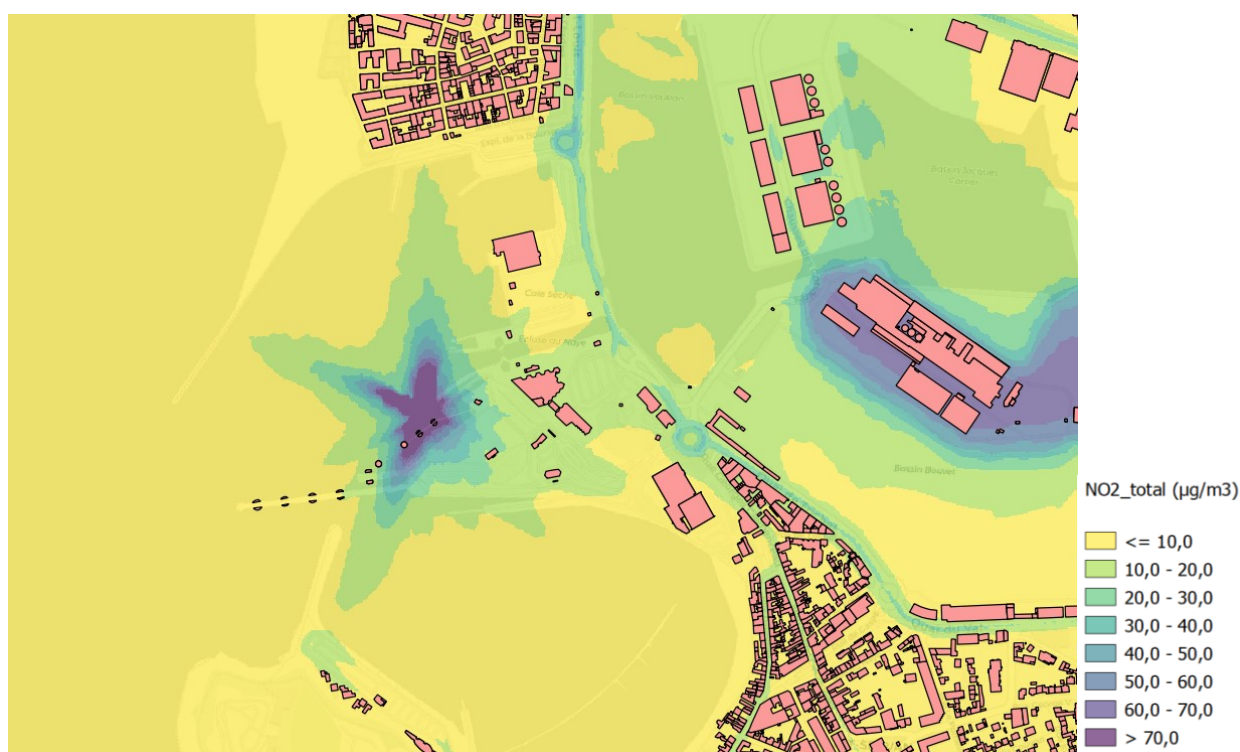


Figure 18 : Contour de concentration de NO₂ en moyenne annuelle-Etat initial

Les teneurs modélisées en dioxyde d'azote dans l'air sont plus élevées à proximité des axes routiers, sur le site de la TIMAC et au niveau du terminal du Naye. En effet, les émissions des navires condor Rapide ont lieu à une hauteur de 3 m au-dessus du niveau de l'eau entraînant des concentrations élevées à hauteur d'homme au niveau du terminal. Les exutoires des autres ferries étant positionnés à des hauteurs plus importantes, ils n'ont que très peu d'impact sur les concentrations au niveau du terre-plein.



Figure 19 : Contours de concentration de PM10 en moyenne annuelle - Etat initial

Les teneurs modélisées en PM_{10} dans l'air sont plus élevées à proximité des quais du port intérieur et sur les sites de la TIMAC et de ISB France. Les résultats n'indiquent pas de concentrations importantes au niveau du terre-plein du terminal de Naye.



Figure 20 : Contour de concentration de $PM_{2.5}$ en moyenne annuelle - Etat initial

Les teneurs modélisées en $PM_{2.5}$ dans l'air sont plus élevées à proximité sur les sites de la TIMAC et de ISB France. Les résultats n'indiquent pas de concentrations importantes au niveau du terre-plein du terminal de Naye.

VIII EVALUATION DE L'IMPACT DU PROJET

VIII.1. RAPPELS DES EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE SUR LA SANTE

De fortes concentrations de polluant dans l'air ambiant sont susceptibles d'engendrer des répercussions sensibles sur la santé humaine, même à des concentrations relativement faibles. Les différentes études épidémiologiques ont ainsi montré, d'abord aux Etats Unis puis dans de nombreux autres pays, notamment en Europe, que les variations des indicateurs communément mesurés par les réseaux de surveillance de la pollution atmosphérique sont associées à une vaste gamme d'effets néfastes allant d'une altération de la fonction respiratoire à la précipitation des décès chez les personnes déjà fragilisées.

Ce chapitre présente les effets sur la santé des principaux polluants étudiés dans l'impact sur l'air du projet.

VIII.1.1. Les oxydes d'azote

Le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂) sont principalement émis par les véhicules (60%) ou proviennent d'origine naturelle (volcans, océans, décomposition biologique, éclairs...).

En général, les oxydes d'azote sont émis par combustion à haute température favorisant la combinaison entre l'azote de l'air et l'oxygène. La vitesse tend donc à accroître les émissions d'oxydes d'azote, à l'inverse du monoxyde de carbone et du benzène. Ils sont rejetés dans l'air principalement sous forme de NO. Ce dernier réagit quantitativement sur l'ozone pour donner du NO₂.

Les risques pour la santé proviennent surtout du dioxyde d'azote. Il s'agit d'un gaz irritant qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires. Il peut entraîner une altération de la fonction respiratoire, une hyperréactivité bronchique chez l'asthmatique et un accroissement de la sensibilité aux infections des bronches chez l'enfant. On estime aujourd'hui qu'il n'y a pas de risque cancérigène lié à l'exposition au dioxyde d'azote.

VIII.1.2. Le dioxyde de soufre

Le dioxyde de soufre (SO₂) est émis lors de la combustion des combustibles fossiles (charbon, fioul) au cours de laquelle le soufre présent dans ces combustibles est oxydé par l'oxygène de l'air. Les principales sources émettrices sont donc les centrales thermiques, les grosses installations de combustion industrielles et les installations de chauffage. Les transports, également responsables d'émissions de SO₂ (diesel), ont vu leur part diminuer avec la suppression progressive du soufre dans les carburants.

Le SO₂ est également émis par des sources naturelles telles que les dégagements des volcans, la décomposition biologique et les feux de forêt. L'ensemble des mesures techniques et réglementaires prises au cours des dernières années a permis d'observer une forte baisse des émissions de SO₂ depuis une vingtaine d'année. Cette baisse est également due à la diminution de la consommation des combustibles fossiles, et à l'utilisation croissante de combustibles à faible teneur en soufre et de l'énergie nucléaire.

Le dioxyde de soufre est un irritant des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires supérieures. Il agit également en synergie avec la pollution particulaire mais les effets de cette synergie n'ont pas encore été quantifiés.

VIII.1.3. Les particules

Les particules en suspension ont de nombreuses origines tant naturelles qu'anthropiques. Les particules d'origine naturelle proviennent des érosions éoliennes, des feux de forêts, des éruptions volcaniques... L'activité humaine génère quant à elle des particules en suspension par l'intermédiaire des combustions industrielles, de l'incinération, des installations de chauffage et du transport automobile. Ces particules ont une très grande variété de tailles, de formes et de compositions. Leur diamètre est généralement inférieur à 10 µm (PM10) ou 2,5 µm (PM2,5).

Selon leur taille, les particules pénètrent plus ou moins profondément dans le système pulmonaire : les plus grosses sont retenues par les voies aériennes supérieures alors que les plus petites pénètrent facilement jusqu'aux alvéoles pulmonaires où elles se déposent et peuvent, même à des concentrations relativement basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble.

Sur le long terme, le risque de bronchites chroniques et de décès par maladie cardiorespiratoire et par cancer pulmonaire augmente. Pour les particules les plus fines (provenant notamment des véhicules diesel) il existe des présomptions d'effets cancérigènes du fait de la particule en elle-même mais également des composés qui y sont adsorbés (HAP, métaux lourds).

VIII.1.4. Le benzène

Le benzène est un des composants des mélanges complexes issus du craquage ou du reformage catalytique d'hydrocarbures pétroliers. Il entre dans la composition des carburants, des solvants ou des diluants. Dans l'atmosphère il provient donc essentiellement des gaz d'échappement (hors diesel) et de l'évaporation des carburants (pompes à essence).

Le benzène peut provoquer une gêne olfactive, des irritations et une diminution de la capacité respiratoire. Il est un cancérogène pour l'homme (groupe 1 du Centre International de Recherche contre le Cancer), entraînant l'apparition de leucémies.

VIII.2. COMPARAISON AU SEUIL DE QUALITE DE L'AIR

Les simulations de la dispersion des émissions polluantes ont été menées pour l'horizon 2027 sans projet et avec projet. Les résultats des simulations sont présentés sous forme de concentration en moyenne annuelle à une hauteur de 1.5m.

VIII.2.1. Situation 2027 sans projet de modernisation du terminal

Les figures suivantes présentent les contours de concentration de NO₂, PM10 et PM2.5 pour la situation 2027 sans projet de modernisation du terminal.

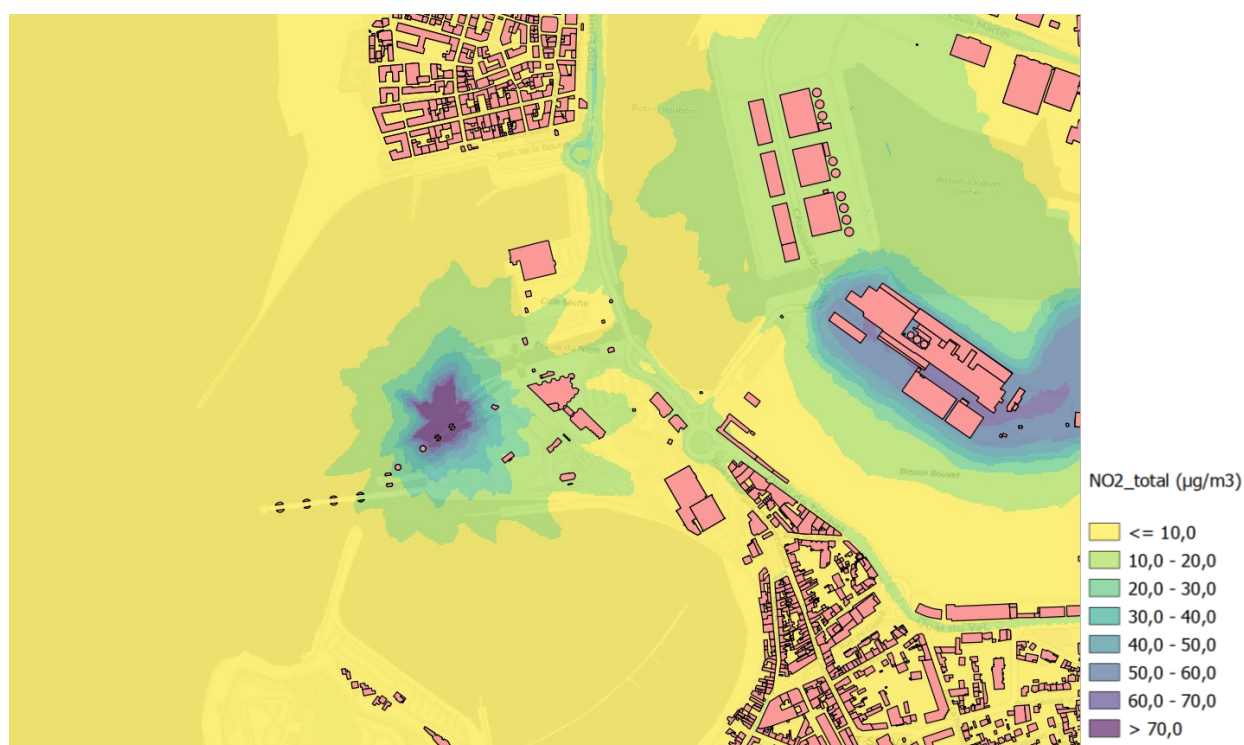


Figure 21 : Contour de concentration de NO₂ en moyenne annuelle-Horizon 2027 sans projet

Comme présenté lors de l'état initial 2019, les teneurs modélisées en dioxyde d'azote dans l'air présentent les concentrations supérieures à la valeur limite (moyenne annuelle : 40 µg/m³) sur le site de la TIMAC et au niveau du terminal du Naye. Les concentrations à proximité des axes routiers diminuent entre l'état initial 2019 et la situation 2027 sans projet en raison de l'amélioration technique des moteurs attendue.



Figure 22 : Contours de concentration de PM₁₀ en moyenne annuelle-Horizon 2027 sans projet

Comme présenté lors l'état initial 2019, les teneurs modélisées en PM10 dans l'air sont plus élevées à proximité des quais du port intérieur et sur les sites de la TIMAC et de ISB France. Les concentrations de PM10 dépassant la valeur limite (moyenne annuelle : $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sont centrées sur le site de ISB France. Les résultats n'indiquent pas de concentrations importantes au niveau du terre-plein du terminal du Naye.



Figure 23 : Contours de concentration de PM2.5 en moyenne annuelle-Horizon 2027 sans projet

Comme présenté lors l'état initial 2019, les teneurs modélisées en PM2.5 dans l'air sont plus élevées à proximité sur les sites de la TIMAC et de ISB France. Les concentrations de PM2.5 dépassant la valeur limite (moyenne annuelle : $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sont centrées sur le site de ISB France. Les résultats n'indiquent pas de concentrations importantes au niveau du terre-plein du terminal du Naye.

VIII.2.2. Situation 2027 avec projet de modernisation du terminal

Les figures suivantes présentent les contours de concentration de NO₂, PM10 et PM2.5 pour la situation 2027 avec projet de modernisation du terminal.



Figure 24 : Contour de concentration de NO₂ en moyenne annuelle-Horizon 2027 avec projet

Les teneurs modélisées en dioxyde d'azote dans l'air présentent des concentrations supérieures à la valeur limite (moyenne annuelle : 40 µg/m³) sur le site de la TIMAC.

En comparaison avec les résultats pour l'état initial 2019 et la situation 2027 sans projet, les concentrations en dioxyde d'azote diminuent significativement au niveau du terre-plein du terminal du Naye. Comme le quai des ferries est électrifié en vue du branchement des navires en phase hôtel, les émissions de trafic des ferries en 2027 avec projet sont uniquement issues de la phase de manœuvre lors du départ et de l'arrivée. L'impact de l'émission de trafic des ferries sont alors beaucoup plus faibles au niveau de Terminal.



Figure 25 : Contours de concentration de PM10 en moyenne annuelle-Horizon 2027 avec projet

Comme présenté pour l'état initial 2019 et la situation 2027 sans projet, les teneurs modélisées en PM10 dans l'air sont plus élevées à proximité des quais du port intérieur et sur les sites de la TIMAC et de ISB France. Les concentrations de PM10 dépassant la valeur limite (moyenne annuelle : 40 µg/m³) sont centrées sur le site de ISB France. Les résultats n'indiquent pas de concentrations importantes au niveau de l'ensemble de terminal du Naye.



Figure 26 : Contours de concentration de PM2.5 en moyenne annuelle-Horizon 2027 avec projet

Comme présenté pour l'état initial 2019 et la situation 2027 sans projet, les teneurs modélisées en PM_{2.5} dans l'air sont plus élevées à proximité sur les sites de la TIMAC et de ISB France. Les concentrations de PM₁₀ dépassant la valeur limite (moyenne annuelle : 25 µg/m³) sont centrées sur le site de ISB France. Les résultats n'indiquent pas de concentrations importantes au niveau de l'ensemble de terminal du Naye.

VIII.2.3. Situation 2027 avec projet en période de pointe

Les émissions de polluants pour la situation 2027 avec projet en période de pointe, soit pour le mois d'août, sont identifiées et comparées avec un mois hivernal dans la section VI.2.3.

Les émissions sont comparées mais la simulation de la dispersion de ces polluants n'est pas réalisée pour les raisons suivantes :

- La comparaison entre ces deux mois (le mois d'août et un mois hivernal) est réalisée sur la base des émissions mensuelles. Cependant, les seuils de concentration maximale préconisés pour les polluants visés concernent uniquement un impact moyen annuel (et non mensuel). La dispersion n'apportera donc aucune information supplémentaire.
- De plus, la dispersion atmosphérique pour ce scénario devrait être modélisée avec une rose de vent représentative des conditions météorologiques du mois d'août. Il faudrait également comparer les résultats avec la situation 2027 sans projet en période de pointe pour pouvoir en tirer des conclusions.

IX CONCLUSION

Dans le cadre du projet de modernisation du terminal du Naye à Saint-Malo, Fluidyn France a été mandaté par la Région Bretagne pour la réalisation de l'étude « impact qualité de l'air » du projet. Cette étude a été menée conformément à la note technique du CERTU du 22 février 2019.

L'ensemble des sources principales de pollution (voie routière, voie maritime, industries, zones résidentielles, ...) sont intégrés au modèle de qualité de l'air sous forme d'un cadastre d'émission. Les données d'émissions ont été établies selon les éléments méthodologiques suivant :

- Guide méthodologique pour l'élaboration des inventaires territoriaux des émissions atmosphériques (Direction générale de l'énergie et du climat, version n2 – Juin 2018) et les sous parties sectorielles (Secteur transport routier, Secteur Autres transports/Transports maritime -SNAP 0804, Secteur INDUSTRIE)
- Base de données EMEP/EEA;
- Guide OMINEA du CITEPA;
- Retour d'expérience des précédentes études réalisées sur des aménagements portuaires.

Les émissions annuelles sont évaluées pour les scénarios suivants :

- Situation état initial 2019 ;
- Situation 2027 sans projet d'aménagement du terminal (état de référence) ;
- Situation 2027 avec projet d'aménagement du terminal en phase d'exploitation moyenne ;

En complément, les situations suivantes sont évaluées pour comparaison avec les inventaires précédents :

- Situation lors de la phase travaux ;
- Situation 2027 avec projet d'aménagement du terminal en phase d'exploitation en période de pointe soit pendant la période estivale.

En comparaison des émissions annuelles à l'horizon 2027 sans et avec projet, la modernisation du terminal permettant d'accueillir une augmentation du trafic de ferries et de passagers entraînera :

- Une baisse significative des émissions d'oxyde d'azote et du dioxyde de soufre du fait du passage à l'utilisation du courant de quai pour l'alimentation des ferries en phase hôtel;
- Une augmentation peu significative des émissions de particules, l'évolution étant liée à l'augmentation de trafic de ferries de passagers.

En comparaison avec un mois hivernal, la période de pointe (période estivale) de l'horizon 2027 avec projet accueillant le trafic de ferries maximal et le trafic routier maximal entraînera :

- Une augmentation peu significative des émissions pour l'ensemble de polluants et de particules;
- L'inventaire des émissions du Terminal (Ferries et activité) présente une augmentation des émissions de NOx, TSP et SO2, malgré une diminution de PM10 et PM2.5. Les différences de ces émissions sont liées à l'évolution de nombre de rotations des différents ferries entre ces deux mois.