

DREAL PAYS DE LA LOIRE

Territoire de la CARENE – Saint Nazaire (44600)

Etude de Zone sur le territoire de la CARENE Phase 1

Rapport

Réf : CACILB213402 / RACILB04802-01

AWE - CODU / PL- CLD / OL

30/10/2022



DREAL PAYS DE LA LOIRE

Territoire de la CARENE – Saint Nazaire (44600)

Etude de Zone sur le territoire de la CARENE
Phase 1

Ce rapport a été rédigé avec la collaboration de :

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction Nom / signature	Vérification Nom / signature	Validation Nom / signature
Rapport préliminaire Caractérisation des milieux	30/08/2022	01	Y. LOURDEZ C. DUCATILLON A. WEYL M. LOTRAM	P. PICARD C. LE DEVEHAT	O. LLONGARIO
Rapport de phase 1	30/10/2022	02	C. LE DEVEHAT	O. LLONGARIO	C. LEYRIS

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : CACILB213402 / RACILB04802-01
Numéro d'affaire :	A57977
Domaine technique :	IC06

GINGER BURGEAP Agence Loire-Bretagne •
ZAC des hauts de Couëron 3
24 quater rue Jan Palach
44220 COUERON
Tél. 33 (0) 2 40 38 67 06 • burgeap.nantes@groupeginger.com

SOMMAIRE

PREAMBULE	9
Phase 1 : État des Lieux et schéma conceptuel d'exposition	12
1. Objectifs de la phase 1	13
2. Le contexte socio-démographique.....	14
2.1 Caractéristiques démographiques	14
2.1.1 Caractéristiques démographiques générales	14
2.1.2 Densité de population et d'habitations	17
2.1.3 Localisation et répartitions des habitations	19
2.1.4 Localisation des ERP et des populations sensibles	20
2.1.5 Synthèse des enjeux populationnels.....	23
2.2 Etat de santé des populations sur le territoire de l'étude.....	24
2.3 Indice d'exposition multiple.....	29
3. Le contexte environnemental	31
3.1 Le contexte climatique.....	31
3.2 La topographie.....	32
3.3 Le contexte géologique	32
3.4 Le contexte pédologique	34
3.5 Le contexte hydrologique.....	35
3.6 Contexte hydrogéologique.....	39
4. Les usages des milieux.....	42
4.1 L'occupation des sols.....	42
4.1.1 Les usages industriels.....	43
4.1.2 Les zones d'activités	44
4.1.3 Les usages agricoles	44
4.1.4 Les grands réseaux de transport.....	46
4.1.5 Les grands projets urbains	47
4.2 Les usages des eaux	50
4.2.1 Les eaux de baignade et de loisirs.....	50
4.2.2 La pêche	50
4.2.3 Les zones conchylicoles	52
4.2.4 Les usages des eaux souterraines.....	53
4.2.5 Les puits privés	54
5. Inventaire et caractérisation des sources d'émissions atmosphériques	56
5.1 Choix des sites / activités.....	56
5.2 Caractérisation des émissions atmosphériques	60
5.2.1 ICPE soumises au titre de la nomenclature des ICPE	60
5.2.2 Activités non soumises au titre de la nomenclature des ICPE	63
5.2.3 Les émissions liées aux activités de soudage.....	64
5.2.4 Cas particulier des produits phytosanitaires.....	66
5.3 Caractérisation des autres émissions atmosphériques	69
5.3.1 Substances considérées	70
5.3.2 Activités prises en compte.....	70
5.3.3 Synthèse des émissions considérées	73
5.4 Synthèse de la caractérisation des émissions.....	75
6. Inventaire des autres sources de pollution	79
6.1 Les sols pollués par des activités « anciennes »	79
6.1.1 Sites SIS et BASOL	79
6.1.2 Servitudes d'Utilité Publique.....	83

6.1.3	Recensement des sites CASIAS	83
6.1.4	Inventaire Historique Urbain (IHU)	84
6.1.5	Consultation des plans d'épandage	84
6.1.6	Pollutions accidentelles	85
6.2	Inventaire des émissions polluantes dans l'eau	86
6.2.1	Suivis piézométriques industriels	87
6.2.2	Synthèse	91
7.	Données disponibles sur l'Etat des Milieux	93
7.1	Qualité de l'air sur la zone d'étude	93
7.1.1	Carte stratégique air (CSA) de la CARENE	93
7.1.2	PPA de la zone Nantes-Saint Nazaire et données de qualité de l'air	95
7.1.3	Les campagnes ponctuelles mises en œuvre par Air Pays de la Loire	101
7.1.4	Les campagnes ponctuelles mises en œuvre par les industriels	113
7.1.5	Synthèse de la qualité de l'air au droit de la zone d'étude	116
7.2	Qualité des sols	116
7.2.1	Valeurs de référence du fond géochimique pour les éléments traces	116
7.2.2	Diagnostics de pollution	122
7.2.3	Interprétation de l'Etat des Milieux	126
7.2.4	Synthèse de la qualité des sols au droit de la zone d'étude	130
7.3	Qualité des eaux souterraines	131
7.3.1	Valeurs de référence	131
7.3.2	Données publiques	131
7.3.3	Diagnostics environnementaux	132
7.3.4	Synthèse	132
7.4	Qualité des eaux de surface	132
7.4.1	Cours d'eau	132
7.4.2	Sédiments de la Loire	137
7.4.3	Eaux de baignade	144
7.4.4	Le littoral	147
7.4.5	Synthèse de la qualité des eaux superficielles au droit de la zone d'étude	149
7.5	Qualité de l'eau de distribution	149
8.	Schéma Conceptuel	151
8.1	Les sources	151
8.1.1	Rejets atmosphériques	151
8.1.2	Les sols	151
8.1.3	Les eaux souterraines	151
8.1.4	Les eaux de surface	152
8.2	Le potentiel de transfert	152
8.3	Les enjeux : Usages constatés des milieux et cibles potentielles	153
8.4	Toxicité des composés	153
8.5	Choix des substances d'intérêt	158
8.5.1	Traceurs de risque	158
8.5.2	Traceurs d'émission	162
8.6	Synthèse du schéma conceptuel	164
9.	Perspectives	166

TABLEAUX

Tableau 1 : Evolution de la population sur la commune de Saint-Nazaire depuis 1 968.....	15
Tableau 2 : Densités de population à l'échelle communale	17
Tableau 3 : Principaux enjeux de densités de population	18
Tableau 4 : Principaux facteurs de risque environnementaux des problèmes de santé les plus fréquents et graves parmi les habitants de la zone d'étude (adapté de ORS Pays de la Loire, 2019)	28
Tableau 5 : Caractéristiques des bases de données utilisées	29
Tableau 6 : Masses d'eau superficielles sur la zone d'étude	36
Tableau 7 : Mode d'occupation des sols en 2016	42
Tableau 8. Classement des zones conchylicoles.....	52
Tableau 9 : Liste des ICPE considérées	57
Tableau 10 : Liste des ICPE retenues via BASEMIS®	60
Tableau 11 : Liste des activités dont la base de données a été intégrée	62
Tableau 12 : Liste des activités ayant répondu au questionnaire	64
Tableau 13 : synthèse des émissions du soudage	66
Tableau 14 : Utilisation des produits phytosanitaires	66
Tableau 15 : nomenclature SECTEN utilisée dans BASEMIS®	70
Tableau 16 : Synthèse des flux par substance	75
Tableau 17 : Caractéristiques des sites BASOL et SIS sur la zone d'étude (hors emprise GPMNSN et hormis les sites présentant toujours une activité industrielle en cours)	81
Tableau 18 : Sites recensés par CASIAS sur la zone d'étude.....	84
Tableau 19 : Accidents recensés par ARIA sur la zone d'étude	85
Tableau 20. Synthèse des suivis piézométriques « industriels » sur la zone d'étude	91
Tableau 21. Moyennes annuelles des concentrations sur la période 2016-2020 par polluant et par station de la zone d'étude.....	97
Tableau 22 : Concentrations moyennes en benzène sur les 9 sites de mesure, sur l'ensemble des campagnes de mesures par diffusion passive (2021).....	103
Tableau 23 : Concentrations moyennes en benzène sur les 16 sites de mesure, sur l'ensemble des campagnes de mesures par diffusion passive (2020).....	103
Tableau 24 : Synthèse des programmes de surveillance « air » sur la zone d'étude.....	115
Tableau 25 : Valeurs de comparaison pour les métaux (en mg/kg MS)	117
Tableau 26 : Vibrisses des éléments traces sur la zone d'étude (en mg/kg MS)	117
Tableau 27 : Concentrations mesurés dans les sols (en mg/kg MS)	127
Tableau 28 : Etat des masses d'eau et risques	133
Tableau 29 : Pressions significatives causes de risque – niveau 1 des masses d'eau cours d'eau	133
Tableau 30 : Risques – niveau 1 des masses d'eau de transition et masses d'eau côtières	133
Tableau 31 : Etat chimique des masses d'eau et paramètres déclassant	134
Tableau 32 : Synthèse des classements de qualité des eaux de baignade sur Pornichet et Saint-Nazaire.....	145
Tableau 33 : Usages des milieux	153
Tableau 34 : Toxicité des composés en phase gazeuse potentiellement émis	154
Tableau 35 : Toxicité des composés en phase particulaire potentiellement émis	155
Tableau 36 : Synthèse des composés ne disposant pas de VTR.....	157
Tableau 37 : Substances d'intérêt proposées selon leurs priorités.....	161
Tableau 38 : Synthèse des substances « traceur d'activité »	162
Tableau 39 : Synthèse du schéma conceptuel pour les composés rejetés à l'atmosphère	164
Tableau 40 : Synthèse du schéma conceptuel pour les composés présents dans le milieu aqueux	165

FIGURES

Figure 1 : Etude de zone retenue	9
Figure 2 : Méthodologie globale de l'étude de zone.....	10
Figure 3 : Répartition de la population par commune de la zone d'étude (donnée INSEE, 2018)	14
Figure 4 : Répartition de la population par tranche d'âge (donnée INSEE, 2018)	15
Figure 5 : Répartition de la population par sexe (donnée INSEE, 2018)	16
Figure 6 : Répartition des personnes actives (donnée INSEE, 2018).....	16
Figure 7 : Répartition des enjeux de densité de population par IRIS	18
Figure 8 : densité de population par maille.....	19
Figure 9 : Répartition des résidences (donnée INSEE, 2018)	19
Figure 10 : Répartition de l'habitat sur la zone d'étude	20
Figure 11 : Répartition des établissements scolaires de la zone d'étude	21
Figure 12 : Répartition des établissements de petite enfance de la zone d'étude.....	21
Figure 13 : Répartition des établissements de santé de la zone d'étude.....	22
Figure 14 : Répartition des établissements et installations de loisirs de la zone d'étude	22
Figure 15 : Répartition globale des populations sensibles de la zone d'étude	23
Figure 16 : Répartition des enjeux « population sensibles »	23
Figure 17 : Répartition des enjeux « logements individuels »	24
Figure 18 : Niveaux d'exposition aux six types de pollutions étudiées : classement des communes en fonction de l'IEM et zoom sur le territoire de la Carène	30
Figure 19 : Rose des vents (Station de Montoir, 2019).....	31
Figure 20 : Relief de la zone d'étude.....	32
Figure 21 : Contexte géologique de la zone d'étude.....	33
Figure 22 : Contexte pédologique de la zone d'étude.....	35
Figure 23 : Localisation des masses d'eau superficielle de la zone d'étude.....	37
Figure 24 : Réseau hydrographique et zones humides sur la zone d'étude	38
Figure 25 : Schéma conceptuel des aquifères de socle (Wyns et al., 2004) appliqué à la région de Saint-Nazaire et Trignac	39
Figure 26 : Fiche masse d'eau FRGG022 (eau France, BRGM)	40
Figure 27 : BDLISA au droit de la zone d'étude (BDLISA)	41
Figure 28 : Mode d'occupation des sols en 2016.....	43
Figure 29 : Répartitions des parcelles agricoles de la zone d'étude	45
Figure 30 : IFT communaux	46
Figure 31 : Réseau routier de la zone d'étude	47
Figure 32 : Réseau Ferroviaire de la zone d'étude	47
Figure 33 : Projets urbains de la ville de Saint-Nazaire	49
Figure 34 : Projets urbains sur la zone d'étude, ayant fait l'objet d'un avis de la MRAE ou en cours d'enquête publique	49
Figure 35 : Localisation des zones de baignade	50
Figure 36 : Sites de pêches	51
Figure 37 : Atlas des zones de production et de reparcage de coquillages.....	52
Figure 38 : Usages sensibles de la nappe sur la zone d'étude.....	53
Figure 39 : Puits recensés par le cadastre sur les communes de Saint-Nazaire et Pornichet	54
Figure 40 : Cartographie de l'impact du projet Ecocombust de la centrale de Cordemais	59
Figure 41 : Synthèse des ICPE considérées.....	63
Figure 42 : Méthodologie générale de calcul des consommations d'énergie et émissions dans BASEMIS®	69
Figure 43 : Cycle LTO.....	71
Figure 44 : Réalisation d'un cadastre des émissions de polluants à l'atmosphère.....	72
Figure 45 : Comparaison des émissions de la zone d'étude par rapport à la région Pays de la Loire (en T/an)	73
Figure 46 : Emissions de NH ₃ et de COV en 2018 pour chaque EPCI de la région des Pays de la Loire	73

Figure 47 : répartition des émissions de polluants par secteur pour l'année 2018, sur la zone d'étude	74
Figure 48 : Localisation des sites BASOL et SIS sur la zone d'étude (hors emprise GPMNSN et hors sites industriels en cours d'activité)	80
Figure 49 : Localisation des sites CASIAS sur la zone d'étude	83
Figure 50 : Nombre d'accidents avec des conséquences environnementales recensés sur la zone d'étude et origine	85
Figure 51 : Localisation des suivis sur les eaux souterraines transmis par les industriels	87
Figure 52 : Echelle de qualité de l'air pour produire la CSA.....	93
Figure 53 : CSA de la CARENE	94
Figure 54 : Zoom sur la commune de Saint-Nazaire.....	94
Figure 55 : Zoom sur la commune de Donges	95
Figure 56 : Localisation des stations de mesures du réseau de surveillance de la qualité de l'air.....	96
Figure 57 : Suivi des concentrations annuelles de SO ₂ par station	97
Figure 58 : Historique des niveaux de pointe (percentile 99,73 horaire) de SO ₂	98
Figure 59 : nombre de jours de dépassement du seuil d'information ou d'alerte pour le SO ₂	98
Figure 60 : Suivi des concentrations annuelles de NO ₂ par station	99
Figure 61 : Suivi des concentrations annuelles de PM ₁₀ par station	99
Figure 62 : Historique de la pollution par les PM ₁₀ (moyenne annuelle.....)	100
Figure 63 : Suivi des concentrations annuelles de PM _{2.5} par station	101
Figure 64 : Localisation des points de mesures des niveaux de COV dans l'environnement de la raffinerie Total Energies à Donges	102
Figure 65 : Concentrations moyennes de benzène en 2020 - mesures par tubes passifs	103
Figure 66 : Moyenne en benzène depuis 2009	104
Figure 67 : Concentrations moyennes de naphtalène en 2020 - mesures par tubes passifs	104
Figure 68 : Concentrations moyennes en COV sur les 9 sites de mesure, sur l'ensemble des campagnes de mesures par diffusion passive	105
Figure 69 : Localisation des sites de mesures	106
Figure 70 : Données de concentrations en Composés Organiques Volatils (COV)	106
Figure 71 : Plan d'échantillonnage – mesures des niveaux de poussières et de nitrate d'ammonium dans l'environnement de Yara.....	107
Figure 72 : Dispositif de mesure mis en œuvre dans l'environnement de Yara en 2020	109
Figure 73 : Boxplot des concentrations de PM ₁₀ du 1er octobre à 31 décembre 2020	110
Figure 74 : Boxplot des concentrations de PM _{2,5} du 1er octobre à 31 décembre 2020	110
Figure 75 : Sites de mesures à Saint-Nazaire.....	112
Figure 76 : Concentrations de chrome total et de strontium dans l'air.....	113
Figure 77 : Localisation des points de prélèvements d'air ambiant de la campagne réalisée en septembre 2020.....	114
Figure 78 : Maillage et vibrisses pour l'arsenic total selon le réseau RMQS	118
Figure 79 : Teneurs moyennes en arsenic (en mg/kg) des objets géologiques étudiés selon les classes d'anomalies définies (jaune : modérée ; orange : forte ; rouge : très forte)	120
Figure 80 : Teneurs moyennes en plomb (en mg/kg) des objets géologiques étudiés selon les classes d'anomalies définies (jaune : modérée ; orange : forte ; rouge : très forte)	120
Figure 81 : Teneurs moyennes en zinc (en mg/kg) des objets géologiques étudiés selon les classes d'anomalies définies (jaune : modérée ; orange : forte ; rouge : très forte)	121
Figure 82 : Teneurs moyennes en cuivre (en mg/kg) des objets géologiques étudiés selon les classes d'anomalies définies (jaune : modérée ; orange : forte ; rouge : très forte)	121
Figure 83 : Nombre de type de polluants pour chacun des 41 sites issus du contrat cadre BURGEAP/VSN/CARENE.....	123
Figure 84 : Répartition spatiale des pollutions en métaux identifiées dans le cadre des études BURGEAP/VSN/CARENE.....	124
Figure 85 : Répartition spatiale des pollutions en hydrocarbures totaux identifiées dans le cadre des études BURGEAP/VSN/CARENE	125
Figure 86 : Répartition spatiale des pollutions en hydrocarbures aromatiques polycycliques identifiées dans le cadre des études BURGEAP/VSN/CARENE.....	126

Figure 87 : Localisation des points de prélèvements de sols superficiels de la campagne réalisée en octobre 2019.....	127
Figure 88 : Localisation des points de prélèvements de sols superficiels autour de la raffinerie	129
Figure 89 : Sites avec des données sur la qualité des sols	130
Figure 90 : Evolution de la répartition des classes de qualité des eaux de surface sur le périmètre du SAGE Estuaire de la Loire.....	136
Figure 91 : Localisation des stations de mesures des pesticides les plus proches de la zone d'étude	136
Figure 92 : Qualité des sédiments selon le référentiel Loi Eau N1-N2 par types de zones et nature des paramètres déclassants (campagnes 2013, 2016, 2020 et 2014, 2017, 2019 pour le bassin de St-Nazaire).....	139
Figure 93 : Synthèse cartographique de la qualité chimique des sédiments en 2013-2016-2020 pour les sections 1 à 3.....	140
Figure 94 : Synthèse cartographique de la qualité chimique des sédiments en 2013-2016-2020 pour les sections 4 à 5.....	141
Figure 95 : Synthèse cartographique de la qualité chimique des sédiments en 2013-2016-2020 pour la section 6	142
Figure 96 : Synthèse cartographique de la qualité chimique des sédiments en 2013-2016-2020 pour la section 7	143
Figure 97 : Classement de la qualité des eaux de baignade en 2021	144
Figure 98 : Résultats ROCCH au point de mesure 069-P-025 Loire – large / Pointe de Chemoulin – sur les moules.....	148
Figure 99 : Logigramme pour le choix des substances d'intérêt sanitaire.	159
Figure 100 : Cartographie des émissions de SO ₂	163

ANNEXES

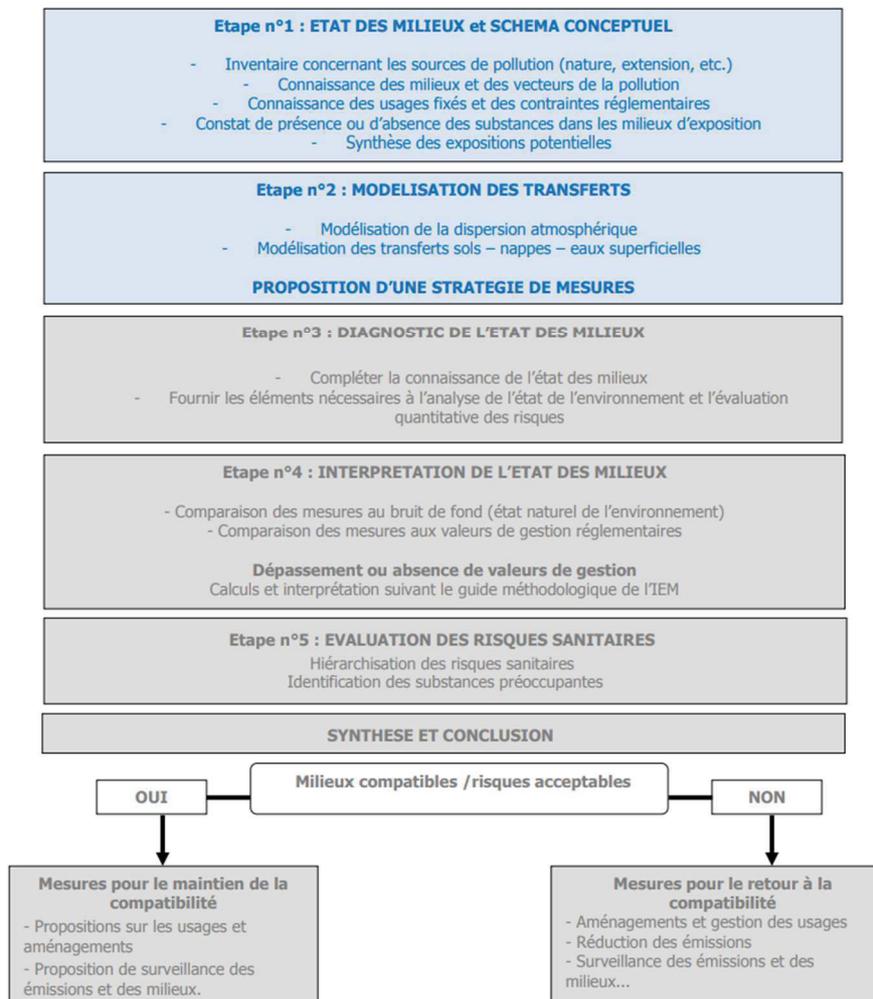
Annexe 1. Bibliographie
Annexe 2. Données démographiques
Annexe 3. Liste détaillée des établissements sensibles
Annexe 4. Indices populationnels
Annexe 5. Logigramme de choix des activités retenues
Annexe 6. Liste des activités non soumises retenues
Annexe 8. Codes NAF considérés dans BASEMIS
Annexe 9. Fiches synthétiques
Annexe 10. Synthèse des émissions par activité – base de données BASEMIS
Annexe 11. Quantification des émissions de soudage
Annexe 12. Synthèse des émissions
Annexe 13. Cartographies des sites IHU
Annexe 14. Toxicité des composés
Annexe 15. Présentation des calculs de sélection des traceurs

L'étude de zone est destinée à :

- Etablir un état des lieux des émissions des activités locales et de leur influence sur la qualité de l'environnement ;
- Caractériser l'état des milieux potentiellement influencés et leur compatibilité avec les usages ;
- Evaluer les risques sanitaires liés à l'exposition des populations aux polluants présents dans les milieux dégradés, le cas échéant ;
- Identifier et hiérarchiser des actions adaptées pour prévenir les risques sanitaires et réduire les expositions si besoin ;
- Créer une concertation entre les parties prenantes et assurer la transparence et une communication des résultats de l'étude.

L'étude de zone sera divisée en 5 phases, décrites dans le « guide pour la conduite d'une étude de zone » (INERIS¹, 2011).

Figure 2 : Méthodologie globale de l'étude de zone



¹ DRC - 11 - 115717-01555B, Guide pour la conduite d'une étude de zone, INERIS (2011)

Il ne s'agit pas de décrire l'état de santé des populations ni d'établir un lien entre l'environnement et l'état de santé. L'objet est bien d'appréhender les pollutions au regard des effets sanitaires potentiels dans le but d'identifier les actions de gestion pertinentes à mettre en œuvre.

L'étude constituera in fine un outil d'aide à la décision pour les gestionnaires du risque, pour l'aménagement concerté et maîtrisé du territoire et un outil d'information à l'attention du public.

Le présent rapport concerne la phase 1 de l'étude, c'est-à-dire **l'Etat des lieux et Elaboration du schéma conceptuel d'exposition**.

La 2ème phase qui fera l'objet d'un second livrable aura pour objectif de localiser et hiérarchiser les secteurs impactés par plusieurs sources par les émissions atmosphériques identifiées. Pour cela, une modélisation de la dispersion atmosphérique sera réalisée sur la base de la caractérisation des sources et de l'estimation des flux réalisées lors de la phase 1, ainsi que des caractéristiques de la zone (relief, météorologie, rugosité, etc.).

Les résultats de cette seconde phase seront alors exploités pour proposer une stratégie de mesures en s'appuyant sur les informations recensées lors de cette première phase. Ainsi, seront identifiés et priorisés les zones, les milieux et les substances sur lesquels des mesures complémentaires seraient nécessaires pour disposer d'un diagnostic pertinent de la qualité des milieux (phase 3 ultérieure de l'étude) permettant la réalisation d'une interprétation de l'état des milieux (phase 4 ultérieure de l'étude).

PHASE 1 :

ÉTAT DES LIEUX ET SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION

1. Objectifs de la phase 1

L'objectif de cette étape est de réaliser un inventaire qualitatif et quantitatif des substances émises et présentes sur le secteur d'étude et de les hiérarchiser en fonction du contexte environnemental (type de population, présence de culture et d'élevage, etc) et de leurs impacts sanitaires (voie d'exposition et toxicité).

Cette 1ère phase de l'étude de zone consiste donc à collecter l'ensemble des données disponibles et pertinentes pour réaliser un état des lieux sur les sources de pollution, les milieux, les usages et les populations dans la zone d'étude.

Les sources de polluants dans les milieux (à savoir l'atmosphère, les sols et l'eau) seront identifiées et caractérisées pour :

- Les activités industrielles ;
- Les activités portuaires et aéroportuaires ;
- Les trafics routier, fluvial, ferroviaire, maritime et aérien ;
- Les résidences et activités tertiaires (hors air intérieur) ;
- Les sources naturelles ;
- Les activités agricoles et artisanales ;
- Les sites pollués par des activités passées (en cas d'impact hors site).

L'étude considérera la localisation et les caractéristiques des populations résidant dans la zone et des usages pouvant mener à des expositions.

A l'issue de cette phase, le schéma conceptuel d'exposition permettra de préciser les liens entre les sources de pollution, les différents milieux, les voies de transfert et les populations exposées, d'affiner le cadre de l'étude et d'en orienter la suite, notamment en termes de mesures environnementales à réaliser afin de caractériser l'exposition des populations vivant sur la zone d'étude.

2. Le contexte socio-démographique

La zone d'étude est localisée sur le territoire de la CARENE (Communauté d'Agglomération de la Région Nazairienne et de l'Estuaire) dans le département de la Loire Atlantique (44) en région Pays de la Loire.

La zone s'étend sur 5 communes de la CARENE, soit 171 km², présentées en Figure 1.

Pour rappel, les 5 villes concernées par l'étude sont :

- Saint-Nazaire ;
- Donges ;
- Montoir-de-Bretagne ;
- Trignac ;
- Pornichet.

La zone de l'étude correspond à la partie supérieure de l'estuaire de la Loire où se situe **le 4^{ème} grand port maritime français**, le Grand port maritime Nantes Saint-Nazaire. Cette zone est vectrice d'activités liées aux transits de marchandises et de matériaux, aux trafics portuaires et les chantiers navals.

2.1 Caractéristiques démographiques

2.1.1 Caractéristiques démographiques générales

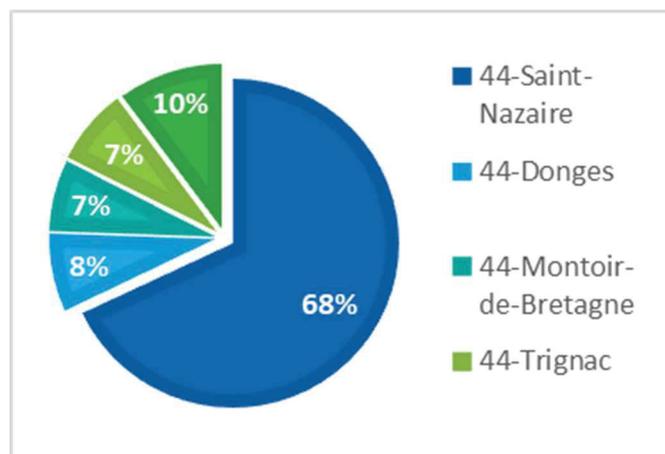
A partir des données INSEE (recensement de la population en 2018), nous décrivons les populations de manière générale puis spécifiquement à chaque commune sur les critères de répartition suivants :

- Les tranches d'âge ;
- Le sexe ;
- L'activité.

La zone d'étude comptait, en 2018, **102 593 habitants** avec une densité de population de **599 hab/km²**. A titre de comparaison lors du dernier recensement, en 2013, la zone d'étude comptait 100 723 habitants, soit une augmentation de 1,8 %.

Figure 3 : Répartition de la population par commune de la zone d'étude (donnée INSEE, 2018)

Les figures suivantes présentent la description globale de la population de la zone d'étude et de manière spécifique de la commune de Saint Nazaire ; ceci selon les critères précédemment définis. Plus des deux tiers de la population sont localisés sur la ville de Saint Nazaire, le reste est réparti équitablement entre les 4 autres communes. Les données relatives aux autres communes sont présentées en Annexe 2.



La commune de Saint-Nazaire compte 69 784 habitants en 2018, soit 68 % de la population de la zone d'étude (Voir Figure 3). La superficie de la ville est de 49.9 km², donc la densité de population est de 1 399 hab/km².

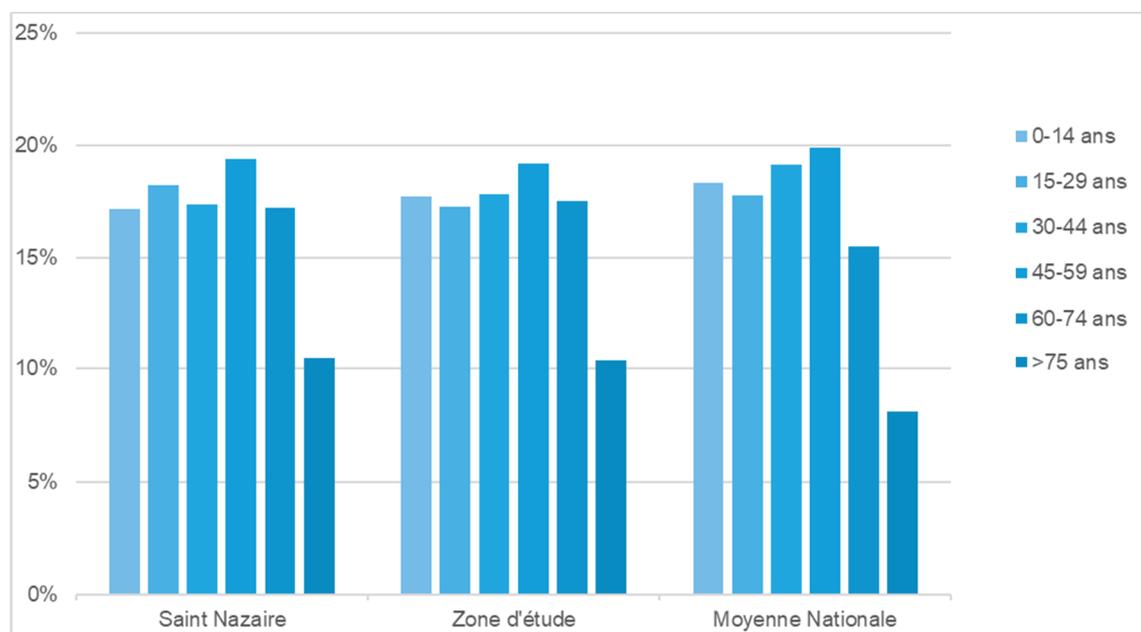
Tableau 1 : Evolution de la population sur la commune de Saint-Nazaire depuis 1 968

	1968	1975	1982	1990	1999	2008	2013	2018
Population	63 289	69 251	68 348	64 812	65 874	66 912	68 513	69 784
Densité moyenne (hab/km ²)	1 353	1 480	1 461	1 385	1 408	1 430	1 464	1 399

Il y a 72 627 habitants à Saint Nazaire en 2022, la population légale officielle de Saint Nazaire est cependant de 71 394 habitants car le dernier recensement officiel date de 2019. Le nombre d'habitants pour 2022 est calculé à partir du taux d'évolution moyen annuel de la population de Saint Nazaire sur la période de 2014 (69 350) à 2019 (71 394), soit 0,57 % par an. La population de Saint Nazaire est donc en hausse. C'est une population qui rajeunit avec un indice de vieillissement de 97 personnes de 65 ans ou plus pour 100 habitants de moins de 20 ans. Cet indice reste cependant supérieur aux moyennes départementale, régionale et nationale (66 en Loire-Atlantique, 75 en Pays de la Loire et 77 en France). Notons la particularité de la commune de Pornichet qui concentre une part importante de personnes âgées : 30 % de ses habitants ont 65 ans ou plus. La proportion des moins de 18 ans y est faible, seulement 16 %. Son indice de vieillissement atteint 169.

Sur le long terme **la population est passée de 63 289 habitants en 1968 à 71 394 habitants en 2019**, soit une évolution de 13 % sur une période de 51 ans. Si l'on poursuit de façon linéaire la tendance de l'évolution de la population de Saint Nazaire sur la base du taux d'évolution moyen annuel récent (2014-2019), le nombre d'habitants de Saint Nazaire en 2025 sera de 73 462 personnes, soit une hausse de 2 068 habitants (3 %). **En 2030, la population de Saint Nazaire serait de 75 589 habitants**, soit une hausse de 4 195 habitants (6 %).

Figure 4 : Répartition de la population par tranche d'âge (donnée INSEE, 2018)



La répartition de la population par tranche d'âge de la zone d'étude est sensiblement la même que la moyenne nationale à +/- 2%.

La répartition de la population de Saint-Nazaire par tranche d'âge est proche à 1% près de celle de la zone d'étude. En effet, comme évoqué précédemment, plus des deux tiers de la population de la zone d'étude est localisée sur la commune de Saint-Nazaire. Donc, les données de Saint-Nazaire influencent grandement la répartition des données de la zone d'étude.

La répartition de la population par sexe de la zone d'étude est la même que la moyenne nationale, soit 48% d'hommes et 52% de femmes.

La répartition de la population par sexe de la ville de Saint-Nazaire est similaire à celle de la zone d'étude et donc à la moyenne nationale, soit 48% d'hommes et 52% de femmes.

Figure 5 : Répartition de la population par sexe (donnée INSEE, 2018)

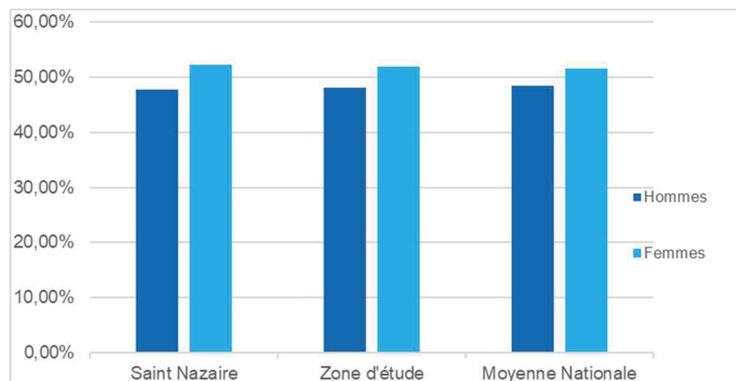
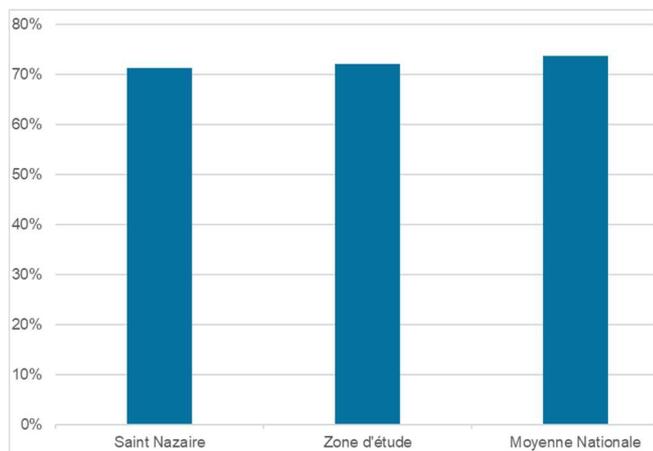


Figure 6 : Répartition des personnes actives (donnée INSEE, 2018)



La proportion de personnes actives de la zone d'étude est sensiblement la même que la moyenne nationale à 2% près.

La proportion de personnes actives à Saint-Nazaire correspond également à 2% près à la moyenne nationale et 1% près de la zone d'étude. Donc, la ville de Saint Nazaire se situe dans les standards français en termes de personnes actives.

L'activité concerne les personnes se trouvant dans une tranche d'âge entre 15 et 64 ans. Le critère d'activité est le rapport entre le nombre de personne ayant une activité professionnelle et le nombre de personne totale de cette tranche d'âge.

Parmi la population en âge de travailler, sur la commune de Saint Nazaire :

- 57 habitants sont agriculteurs exploitants.
- 1 443 personnes sont artisans, commerçants ou chefs d'entreprise.
- 4 439 personnes sont cadres ou professions intellectuelles supérieures.
- 7 954 habitants sont de professions intermédiaires.
- 8 856 habitants sont employés.
- 8 068 habitants sont ouvriers.
- 18 443 habitants sont retraités.
- 9 959 habitants sont sans activité.

En cohérence notamment avec les disparités observées selon le niveau de diplôme, la répartition des habitants selon leur catégorie socioprofessionnelle varie selon les communes. Pornichet se distingue avec

des proportions de cadres (22 %) et d'artisans/commerçants (8 %) deux fois supérieures à celles observées à l'échelle de la Carène (11 % et 5 %) et avec, à l'inverse, une proportion d'ouvriers deux fois plus faible (14 % vs 28 %).

Dans les communes de Donges, Montoir-de-Bretagne, Trignac, les ouvriers et employés représentent au moins deux tiers des actifs (66 à 69 % selon les communes contre 58 % à l'échelle de la Carene). Les cadres y sont sous-représentés (4 à 6 % vs 11 %).

2.1.2 Densité de population et d'habitations

Les densités de populations à l'échelles communales sont reportées dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Densités de population à l'échelle communale

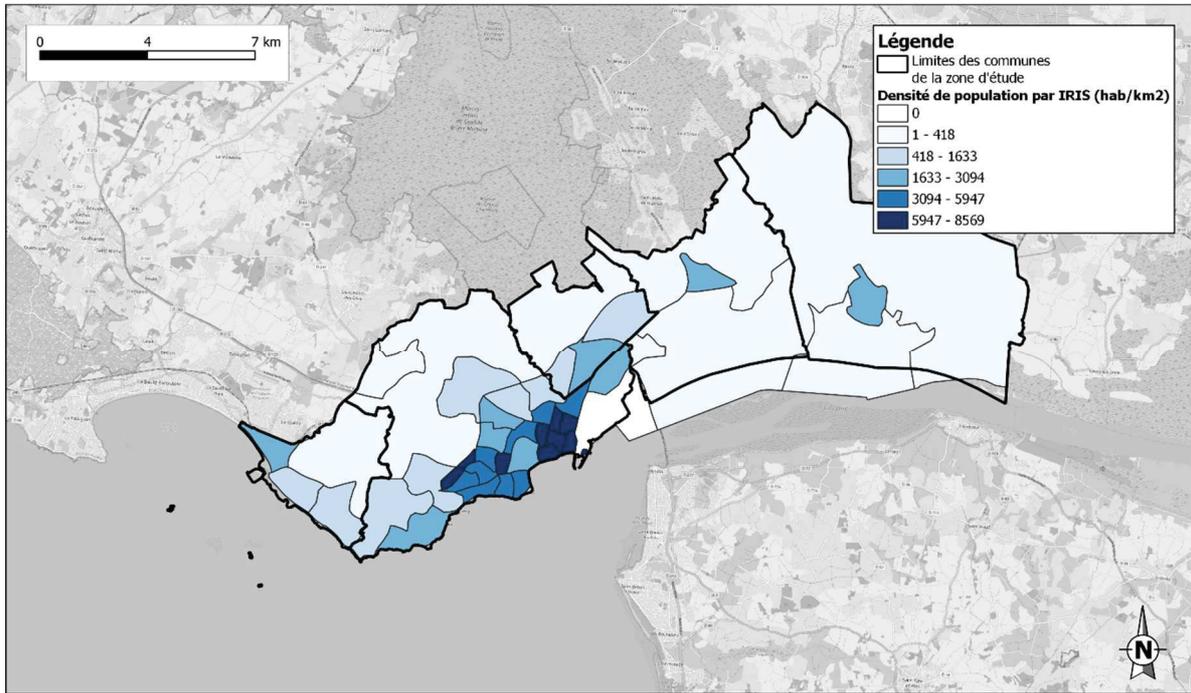
Commune	Population totale	Superficie (km ²)	Densité (hab/km ²)	Catégorie Insee*
44-Saint-Nazaire	69 784	49,88	1 399	Densité intermédiaire
44-Donges	7 699	59,09	130	Peu dense
44-Montoir-de-Bretagne	7 058	35,16	201	Densité intermédiaire
44-Trignac	7 636	14,47	528	Densité intermédiaire
44-Pornichet	10 416	12,57	829	Densité intermédiaire
POPULATION TOTALE	102 593	171	599	
France	66 190 280	548 420,22	121	

* Pour prendre en compte la répartition de la population de manière fine, la nouvelle grille communale de densité s'appuie sur la distribution de la population à l'intérieur de la commune en découpant le territoire en carreaux de 1 kilomètre de côté. Elle repère ainsi des zones agglomérées. C'est l'importance de ces zones agglomérées au sein des communes qui va permettre de les caractériser (et non la densité communale moyenne, habituellement utilisée). Cette classification mise en place par l'Insee reprend les travaux d'Eurostat, en introduisant une catégorie supplémentaire pour tenir compte des espaces faiblement peuplés, plus fréquents en France que dans d'autres pays européens. Ainsi, on distingue, parmi les communes peu denses, des communes très peu denses.

Pour les communes de la zone d'étude, l'information relative à la densité a été collectée à l'échelle de l'IRIS². Le découpage des IRIS des villes de la zone d'étude est représenté en Annexe 2.

² Ilots Regroupés pour l'Information Statistiques : Les communes d'au moins 10 000 habitants et une forte proportion des communes de 5 000 à 10 000 habitants sont découpées en IRIS. Ce découpage constitue une partition de leur territoire.

Figure 7 : Répartition des enjeux de densité de population par IRIS



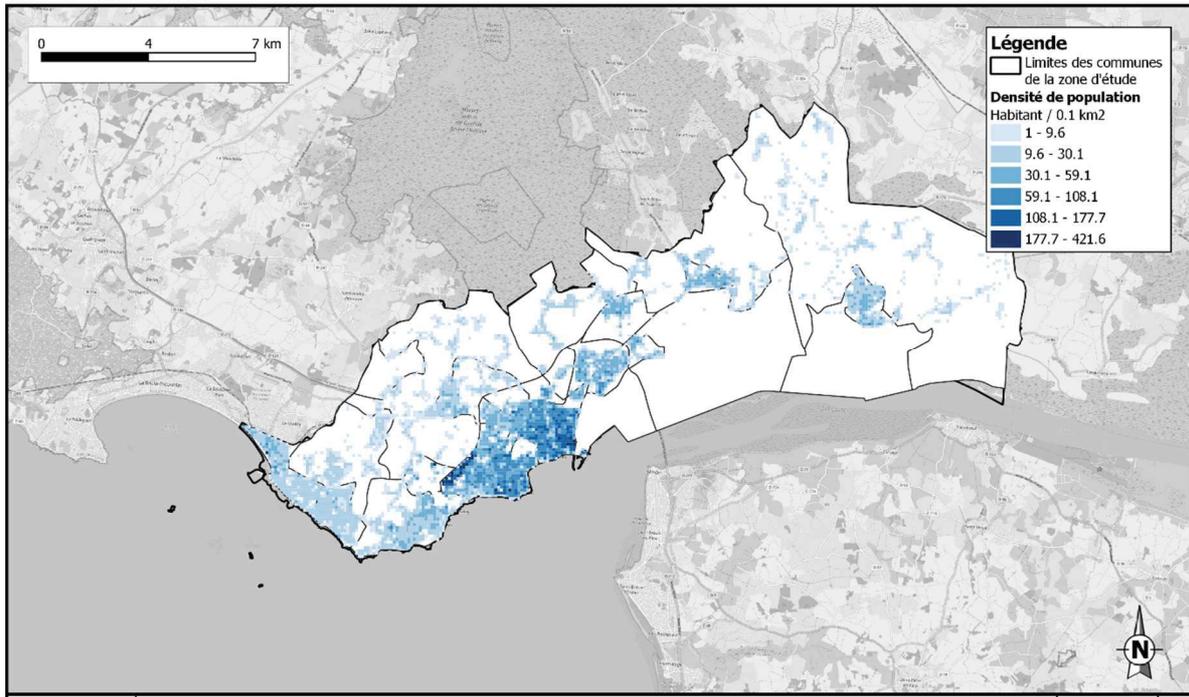
Les zones présentant les densités les plus élevées correspondent au IRIS du centre de Saint Nazaire :

Tableau 3 : Principaux enjeux de densités de population

Commune	IRIS	Densité (hab/km ²)
Saint-Nazaire	Gambetta	8569
	Bouletterie	8536
	Chesnaie	8343
	Ville Port	8061
	Hyper Centre	7279
	Centre Halles	7023
	Pertuischaud	6827
	Jardin des Plantes	6683
	Hôtel de ville	6600

De façon à avoir une échelle encore plus fine d'interprétation des résultats des calculs de risques notamment lors des phases ultérieures de l'étude de zone, les données de densité de population à l'échelle de l'IRIS ont également été désagrégées sur l'emprise au sol du bâti à une résolution de 25 m. Pour cela, les données Open Street Map ont été collectées sur la zone d'étude et nettoyées pour considérer uniquement les surfaces habitées.

Figure 8 : densité de population par maille



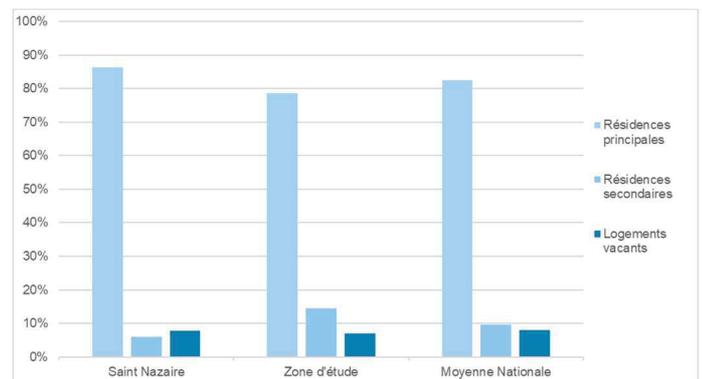
2.1.3 Localisation et répartitions des habitations

La répartition des résidences sur la zone d'étude est proche la moyenne nationale, il y a 3% de résidences principales en moins et 4 % de résidences secondaires en plus. La proportion de logements vacants est quant à elle similaire à 1% près.

Figure 9 : Répartition des résidences (donnée INSEE, 2018)

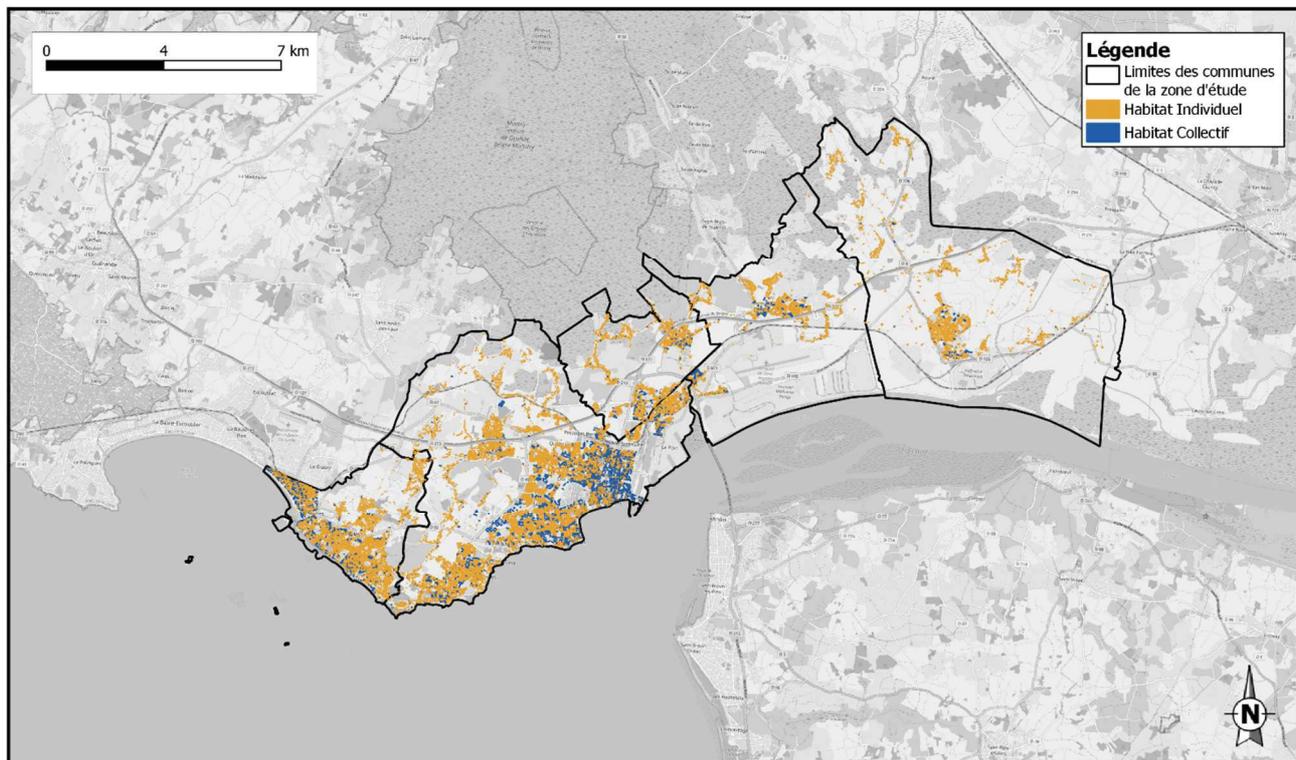
La répartition des résidences à Saint-Nazaire est également proche la moyenne nationale, il y a 4% de résidences principales en plus et 4 % de résidences secondaires en moins. La proportion de logements vacants est quant à elle similaire. Donc, la ville de Saint Nazaire se place dans les standards français en termes de répartition des résidences.

Par rapport à la zone d'étude, Saint-Nazaire compte 7% de résidences principales en plus, 8% de résidences secondaires en moins et 1 % de logements vacants en plus.



De plus, la carte suivante présente la répartition entre les logements collectifs et les logements individuels.

Figure 10 : Répartition de l'habitat sur la zone d'étude



L'habitat individuel représente une large part des logements présents sur la zone d'étude. Les zones de plus fortes densités sont assez bien corrélées avec les zones où les logements collectifs sont également les plus représentés, comme dans le centre-ville de Saint Nazaire.

La Carène compte près de 10 000 **logements sociaux**, ce qui représente environ **18 % des résidences principales**. 80 % de ces logements sont situés sur la commune de Saint-Nazaire, 6 % sur Montoir-de-Bretagne et 4 % sur Trignac.

Près de 3 % des résidences principales du territoire sont considérées comme sur-occupées, c'est-à-dire qu'au moins une pièce manque par rapport au nombre de personnes. Un taux proche est retrouvé à l'échelle du département (2,8 %). Cet indice reste proche des moyennes départementale, régionale mais inférieur à la moyenne nationale (2,9% en Loire-Atlantique, 2,6 % en Pays de la Loire et 5,6 % cependant supérieur en France).

2.1.4 Localisation des ERP³ et des populations sensibles

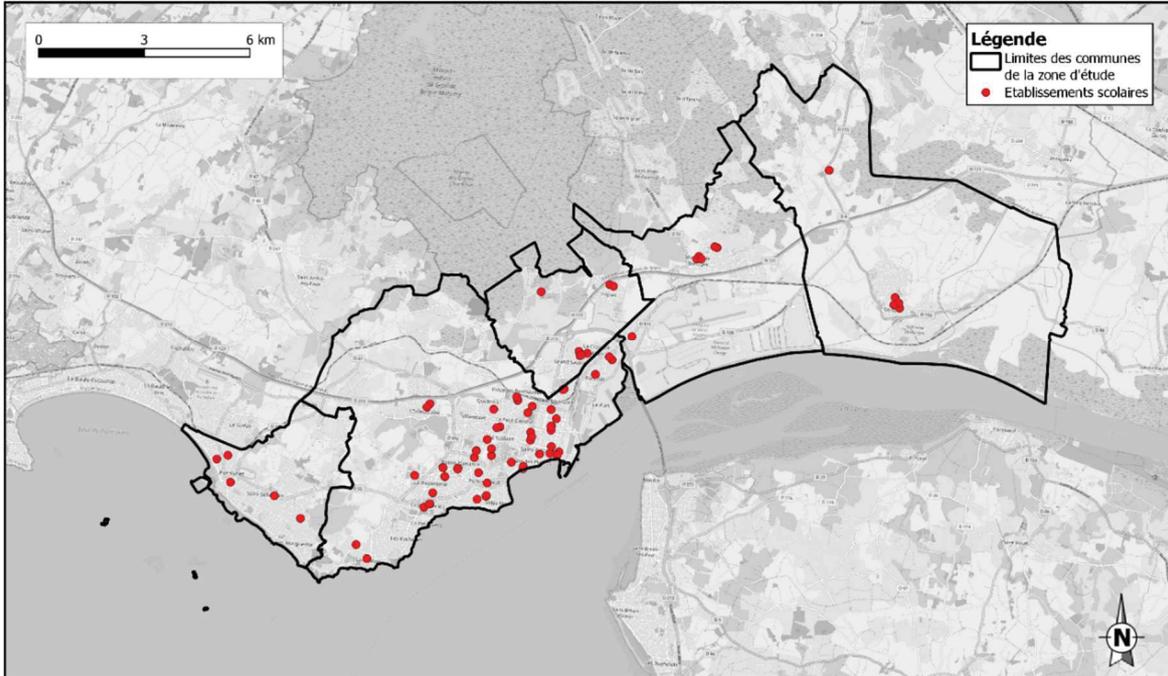
Cette partie recense les établissements et installations destinés à recevoir du public, et plus particulièrement à recevoir des personnes sensibles, compte tenu de leur âge ou de leur état de santé. Par conséquent dans les 4 figures suivantes sont localisés :

- Les établissements scolaires : écoles maternelles, écoles primaires, collèges et lycées (Figure 11) ;
- Les structures de la petite enfance : crèches et gardes d'enfants (Figure 12) ;
- Les établissements de santé : hôpitaux, maisons de retraite, ... (Figure 13) ;
- Les établissements et installations destinés aux loisirs : gymnases, terrains omnisports (Figure 14).

Le détail des établissements est donné en Annexe 3.

³ ERP : Etablissement Recevant du Public

Figure 11 : Répartition des établissements scolaires de la zone d'étude



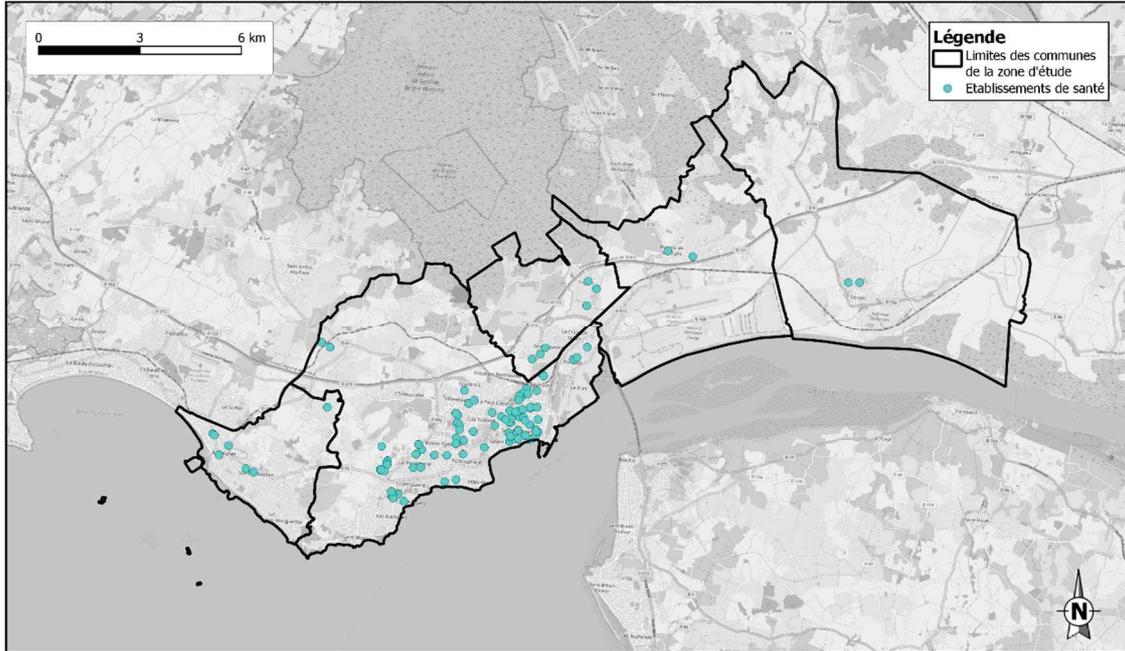
Source : data.education.gouv.fr

Figure 12 : Répartition des établissements de petite enfance de la zone d'étude



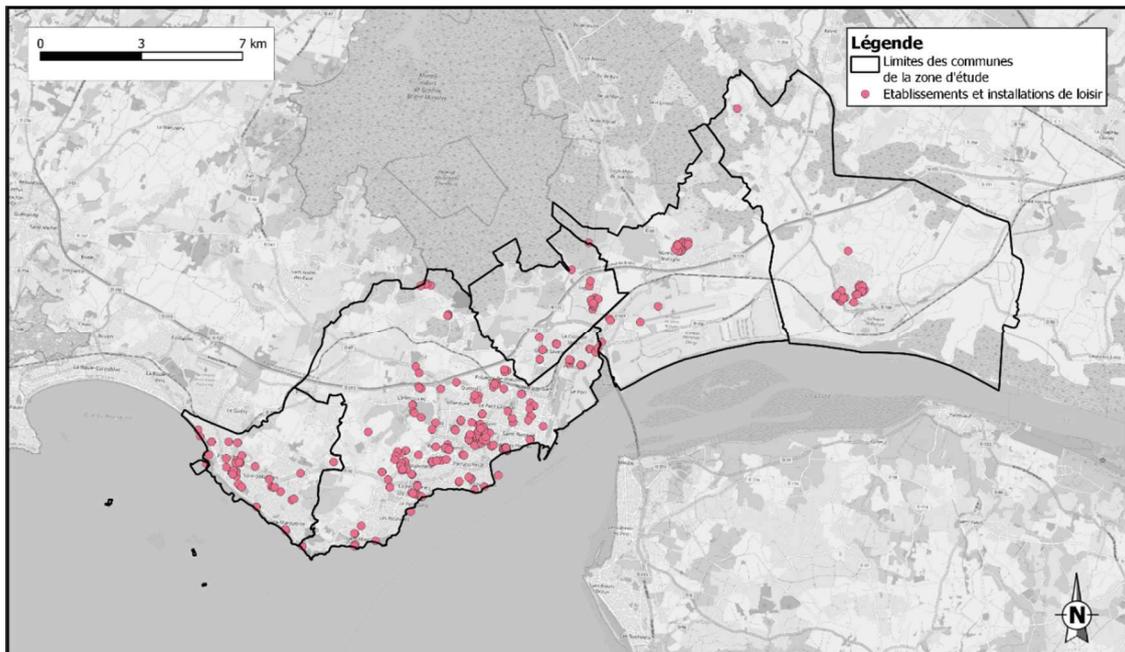
Source : Google maps

Figure 13 : Répartition des établissements de santé de la zone d'étude



Source : FINESS - data.gouv.fr

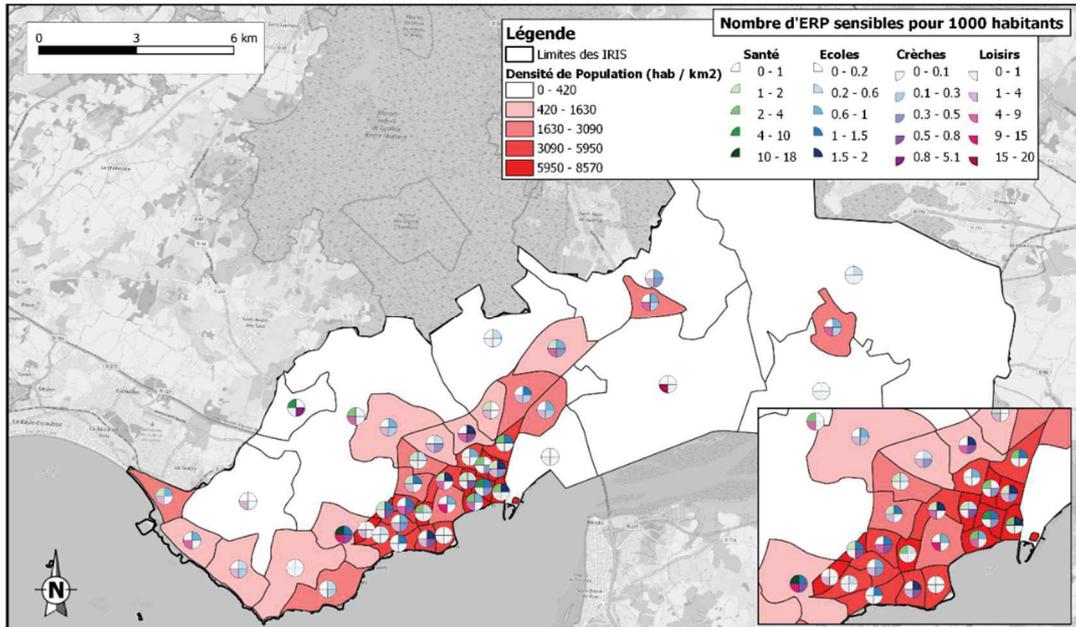
Figure 14 : Répartition des établissements et installations de loisirs de la zone d'étude



Source : Google maps

La carte ci-après retranscrit les zones où l'on peut retrouver le plus grand nombre d'établissements sensibles. Logiquement, les centres-villes et les centres-bourgs retranscrivent une plus grande sensibilité en termes d'enjeux populationnel.

Figure 15 : Répartition globale des populations sensibles de la zone d'étude



2.1.5 Synthèse des enjeux populationnels

Les indices « ERP sensibles » et « Logements Individuels » sont calculés en croisant les données de densité de population par IRIS (INSEE, 2017) au nombre d'ERP ou au nombre de logements individuels dans chaque IRIS.

Pour une facilité de lecture, les indices ont été ramenés à une échelle sur 100. Le détail de ces indices est donné en Annexe 4. Ces indices permettent d'établir un classement des IRIS où les enjeux populationnels sont les plus importants.

Figure 16 : Répartition des enjeux « population sensibles »

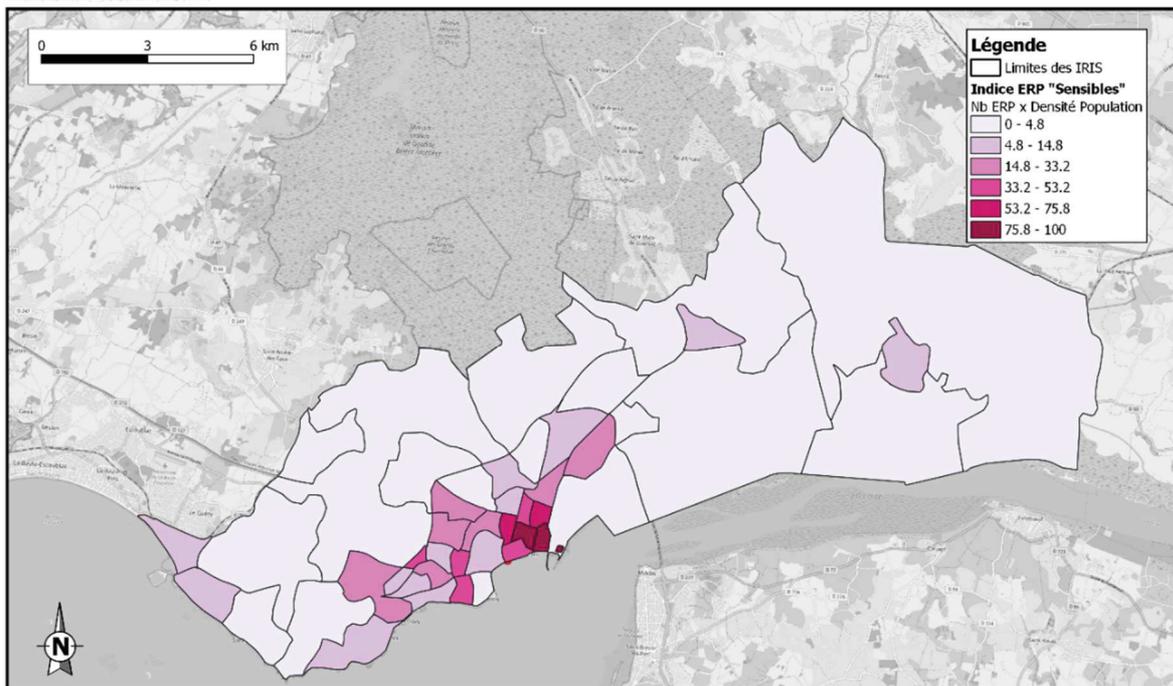
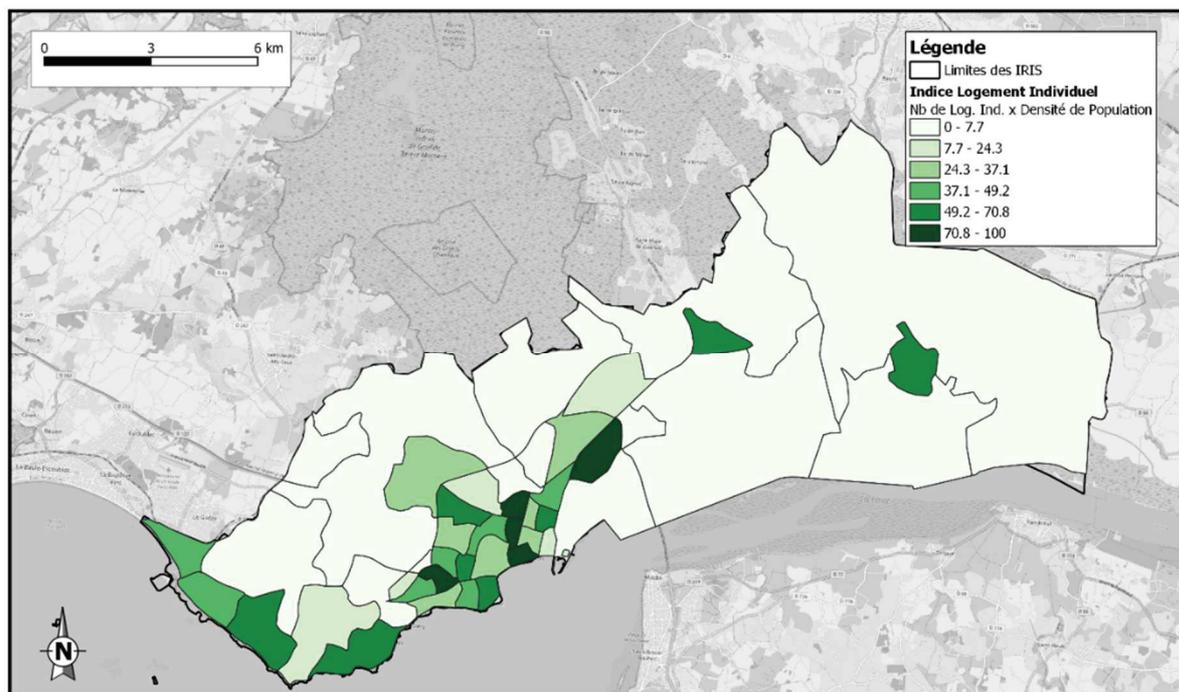


Figure 17 : Répartition des enjeux « logements individuels »



De manière logique, les zones (IRIS) où les indices d'enjeux populationnel sont les plus élevés se situent sur la commune de Saint Nazaire. En croisant les indices « ERP sensibles » et « Logements Individuels » les plus élevées, les IRIS suivants sur la commune de Saint Nazaire présentent les enjeux populationnels les plus importants :

- Gambetta,
- Jardin des Plantes,
- Hyper Centre,
- Pertuischaud.

A l'inverse, les IRIS suivants présentent les enjeux populationnels les plus importants :

- Immaculée Campagne et Prézégat-Berthauderie sur la commune de Saint Nazaire ;
- Les Ecartis sur la commune de Montoir de Bretagne.

2.2 Etat de santé des populations sur le territoire de l'étude

Depuis plus de 20 ans, l'Observatoire régional de la santé (ORS) mène des travaux sur les indicateurs de santé de la région nazairienne (notamment à partir des données d'incidence des cancers transmises par le Registre général des tumeurs de Loire-Atlantique/Vendée)⁴, qui font état d'un niveau de santé défavorable.

L'ORS a été missionné par l'ARS des Pays de la Loire pour la réalisation d'un diagnostic quantitatif de l'état de santé à l'échelle de la Communauté d'agglomération de la région nazairienne et de l'estuaire (CARENE). Ce diagnostic avait pour objectif de décrire l'état de santé de la population de la CARENE de façon globale, ainsi que la morbi-mortalité des pathologies les plus fréquentes et graves.

⁴ S. Delacour, A. Cowppli-Bony, F. Molinié. (2019). Cartographie du risque cancer sur la zone de la CARENE. Rapport final. Registre des tumeurs de Loire-Atlantique et Vendée. 64 p.

Selon l'étude menée par l'ORS⁵, la **santé des habitants** de l'agglomération de la CARENE **s'est globalement améliorée** au cours de la dernière décennie avec, comme au niveau national, une progression de l'espérance de vie. Néanmoins, la situation locale **reste moins favorable que la moyenne nationale**, avec en particulier une surmortalité atteignant 28 % pour la population âgée de moins de 65 ans.

Depuis plusieurs décennies, dans la Carène comme au plan national, l'espérance de vie à la naissance progresse, en lien avec la baisse de la mortalité. Entre les périodes 2000-2004 et 2011-2015, le taux standardisé (selon l'âge) de mortalité générale a ainsi diminué de 11 % dans la population de la Carène. Cette diminution reste cependant moins importante que celles constatées dans l'ensemble du département (- 19 %) et au plan national (- 19 %).

Si l'on considère la mortalité prématurée⁶ des habitants de la Carène, elle a diminué de 14 %. Ce recul est un peu moins marqué que celui observé au plan national (- 17 %). De ce fait, la surmortalité prématurée importante qui était observée sur le territoire au début des années 2000 ne s'est pas réduite, et elle atteint + 28 % sur la période 2011-2015.

- Les cancers constituent la principale cause de mortalité prématurée : Ils sont à l'origine de 41 % des décès survenus avant 65 ans sur la période 2011-2015 (38 % des décès masculins et 47 % des décès féminins).
- Les maladies cardiovasculaires sont également à l'origine de 11 % des décès prématurés.

Parmi les 256 décès prématurés dénombrés dans la population de la Carène chaque année, 92 peuvent être ainsi considérés comme « évitables », soit 36 %. Au plan national, cette proportion est moins élevée (31 %). Sur ces 92 décès, 75 concernent des hommes (82 %) et 17 des femmes.

Ainsi, la mortalité prématurée est en recul mais reste supérieure de 28 % à la moyenne nationale (ORS, 2019) :

- Pour le territoire de Pornichet, la mortalité prématurée a diminué de 14 % contre - 17 % en moyenne en France. La mortalité de ce territoire reste globalement assez proche de la moyenne nationale.
- La baisse de la mortalité prématurée a été plus importante que celle observée au plan national sur le territoire de Donges/Montoir-de-Bretagne/Trignac (- 22 %).
- Le territoire de Saint-Nazaire a connu une baisse de sa mortalité prématurée de seulement 8 %.

En ce qui concerne la situation des habitants de la Carène en matière d'admissions en ALD, elle a été comparée à celle des autres établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) des Pays de la Loire. La Carène fait partie des EPCI en situation de surincidences d'admissions en ALD et se situe au 7^{ème} rang des EPCI les moins bien classés pour cet indicateur en 2012-2014.

L'analyse des principales causes médicales de décès, ainsi que les motifs les plus fréquents d'admissions en ALD, d'hospitalisations et de passages aux urgences permettent de dégager les principaux enjeux de santé de la population des 18-64 ans : les cancers, les maladies cardiovasculaires et le diabète ont un poids prépondérant dans la morbidité de ce groupe d'âge.

Les cancers et les maladies de l'appareil circulatoire constituent, **comme en France**, les deux principales causes de décès parmi les habitants de la Carène (respectivement 31 % et 25 % des décès). La baisse de la mortalité se retrouve pour les trois principales causes de décès : - 23 % pour les maladies de l'appareil circulatoire, - 6 % pour les cancers et - 21 % pour les morts violentes. Pour ces trois causes et notamment pour les cancers, le **recul** est toutefois **moins marqué qu'en France**, où ces proportions sont respectivement égales à - 34 %, - 13 % et - 24 %.

⁵ ORS Pays de la Loire. 2019. La santé des habitants de la Carène. Communauté d'agglomération de la région nazairienne et de l'estuaire. 151 p.

⁶ définie comme celle qui concerne les décès survenant avant l'âge de 65 ans.

Le rapport de l'ORS offre par ailleurs, une description de la situation épidémiologique pour une sélection de problèmes de santé, qui sont les plus fréquents et les plus graves à l'échelle d'une population : cancers, maladies cardiovasculaires, diabète, maladies respiratoires, conséquences sur la santé de la consommation excessive d'alcool, santé mentale, pathologies psychiatriques et suicides, accidents.

► CANCERS

Plus de 800 nouveaux cas de cancers sont diagnostiqués en moyenne chaque année parmi les habitants de la Carène : sein, côlon-rectum et prostate sont les localisations les plus fréquentes.

Les différents indicateurs de morbidité étudiés (admissions en ALD, mortalité, hospitalisations en court séjour) mettent en évidence une plus grande fréquence des cancers parmi la population de la Carène qu'au plan national.

L'étude menée par le Registre des tumeurs de Loire-Atlantique/Vendée montre que la Carène se situe **au 1^{er} rang des 17 EPCI de la Loire-Atlantique les plus touchés par le cancer**, pour les hommes et les femmes. Cette surincidence concerne surtout les cancers des voies aérodigestives supérieures et du poumon chez les hommes.

► MALADIES CARDIOVASCULAIRES

La fréquence des admissions en ALD pour maladies cardiovasculaires est globalement supérieure de 5 % à la moyenne nationale, et de 14 % chez les moins de 65 ans.

La mortalité, en lien avec les maladies cardiovasculaires est en recul, mais reste supérieure à la moyenne nationale chez les hommes (+ 17 %) et chez les moins de 65 ans (+ 13 %).

Comme en France, la **mortalité par maladies cardiovasculaires a diminué de 23 %** au sein de la population de la Carène entre 2000-2004 et 2011-2015. Cette baisse est toutefois moins importante que celles observées au plan national (- 34 %) et départemental (- 32 %).

L'analyse de la fréquence des admissions en ALD pour maladies cardiovasculaires et de la mortalité liée à ces affections :

- met en évidence une situation moins favorable pour le territoire Donges/Montoir-de-Bretagne/Trignac. Il présente en effet une fréquence des admissions en ALD, en 2012-2014, supérieure à la moyenne nationale de 15 à 16 % pour la population globale (« tous âges ») et de plus de 30 % pour les moins de 65 ans.
- Pour les autres territoire (Saint Nazaire et Pornichet), la fréquence des admissions et la mortalité par maladies cardiovasculaires apparaissent sur les années récentes plutôt proches de la moyenne nationale.

► DIABÈTE

Plus de 4 % des habitants de la Carène sont pris en charge pour un diabète. Les hommes sont plus souvent concernés que les femmes.

La **prévalence du diabète** parmi la population de la Carène (4,2 %) est légèrement supérieure à la moyenne départementale, à structure par âge comparable (4,0 %). Elle est cependant **nettement inférieure à la moyenne nationale** (5,2 %).

La situation des habitants de la Carène en matière de personnes prises en charge pour un diabète apparaît plutôt favorable par rapport à celle des autres établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) des Pays de la Loire. Sur les 72 EPCI que compte la région, la Carène se situe au 24^{ème} rang des EPCI les mieux classés pour cet indicateur en 2015-2016 (ordre croissant).

L'analyse du taux de personnes prises en charge pour un diabète met en évidence que Pornichet présente le taux le plus faible (3,3 %) et Donges/Montoir-de-Bretagne/Trignac le taux le plus élevé (4,8 %, à structure par âge comparable).

► MALADIES RESPIRATOIRES

Environ 1 200 habitants, sont en affection de longue durée (ALD) pour une insuffisance respiratoire chronique grave (IRCG) fin 2016, soit près de 1 % de la population du territoire. Entre 2005-2007 et 2012-2014, la fréquence des admissions en ALD pour IRCG a fortement augmenté parmi les habitants de la Carène (+ 41 %), comme à l'échelle du département (+ 39 %).

Les **hausse**s observées à l'échelle de la Carène et du département sont **de plus grande ampleur** que celles constatées au plan **national** (+ 19 % tous âges, + 17 % chez les 65 ans et plus, + 22 % chez les moins de 65 ans).

Une tendance à la hausse qui s'observe sur l'ensemble du territoire, et particulièrement dans le territoire Donges/Montoir-de-Bretagne/Trignac. Le territoire Donges/Montoir-de-Bretagne/Trignac a connu une très forte hausse et l'écart avec la moyenne nationale devient pour ce territoire particulièrement marqué (+ 43 % en 2012-2014).

La mortalité par maladies de l'appareil respiratoire parmi les habitants de la Carène, qui suivait une tendance à la baisse au début des années 2000, est en augmentation depuis 2006 (+ 20 %), alors qu'au plan départemental et national, cette mortalité tend plutôt à se stabiliser sur les années récentes.

Les indicateurs de la Carène relatifs aux maladies respiratoires ont été comparés à ceux des 71 autres établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) des Pays de la Loire. Pour les trois indicateurs étudiés, la Carène fait partie des EPCI de la région présentant les situations les moins favorables.

Par rapport à la moyenne nationale, la situation de santé des habitants de la Carène apparaît **moins favorable** pour :

- les cancers,
- les maladies respiratoires,
- et à un moindre degré pour les maladies cardiovasculaires.

Par contre, pour le **diabète**, la situation locale apparaît **plus favorable** que la moyenne nationale.

L'impact des déterminants sociaux sur la santé a été mis en évidence en France par les démographes dès les années 1950, à travers les écarts d'espérance de vie entre les différentes catégories socio-professionnelles. Ces inégalités sociales de santé, qui font donc référence aux écarts de santé que l'on peut observer selon la position sociale, concernent la quasi-totalité des pathologies, des facteurs de risque, des états de santé, ...

Les inégalités sociales de santé renvoient essentiellement au gradient continu de santé qui existe en fonction de la "catégorie sociale". Cette dernière est appréhendée classiquement par la triade niveau d'éducation/niveau de revenus/statut professionnel.

Cette question constitue un enjeu important sur le territoire de la Carène car l'étude des caractéristiques sociodémographiques de sa population, a permis de mettre en évidence un profil social globalement moins favorisé que la moyenne nationale. Ces caractéristiques sociales sont donc susceptibles de contribuer aux écarts de santé observés entre la Carène et la moyenne nationale selon l'ORS.

Néanmoins, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) **estime désormais que 23 % des décès et 25 % des pathologies chroniques dans le monde peuvent être attribués à des facteurs environnementaux** et comportementaux. Ils peuvent contribuer à de nombreuses maladies d'origine souvent pluri-factorielle : cancers, pathologies respiratoires, allergies, asthmes, maladies cardiovasculaires, diabète, etc.

Le tableau suivant synthétise les pathologies identifiées sur la zone d'étude comme défavorable par rapport aux moyennes nationales ou départementales et pour lesquelles des déterminants de risques en lien directement ou indirectement avec des facteurs environnementaux sont suggérés. Les facteurs liés aux expositions professionnelles sont également mentionnés à titre indicatif.

Tableau 4 : Principaux facteurs de risque environnementaux des problèmes de santé les plus fréquents et graves parmi les habitants de la zone d'étude (adapté de ORS Pays de la Loire, 2019)

Pathologies/ Problèmes de santé	Situation de la Carène			Principaux facteurs de risque environnementaux identifiés par la littérature scientifique selon l'ORS 44
	par rapport à la moyenne départementale			
Cancers	Homme	Incidence	Mortalité	Au plan national, environ 40 % des cancers chez l'adulte sont attribuables à des facteurs de risque liés au mode de vie et à l'environnement dont : L'alimentation (5 %), La pollution de l'air extérieur (0,4 %), Les substances chimiques de l'environnement (0,1 %) Les expositions professionnelles (4 %),
	Femme	Incidence	Mortalité	
Cancer du poumon	Homme	Incidence	Mortalité	Expositions environnementales (radon, pollution atmosphérique...), Alimentation (bêta-carotène), Expositions professionnelles (amiante, silice, cadmium, chrome, arsenic...),
	Femme	Incidence	Mortalité	
Cancer des voies aérodigestives supérieures	Homme	Incidence	Mortalité	Expositions professionnelles (poussières de bois),
	Femme	Incidence	Mortalité	
Cancer du sein	Femme	Incidence	Mortalité	La pollution de l'air (selon OMS, 2022)
Cancer du côlon- rectum	Homme	Incidence	Mortalité	Alimentation
	Femme	Incidence	Mortalité	
Cancer de la prostate	Homme	Incidence	Mortalité	-
par rapport à la moyenne nationale				
Maladies cardiovasculaires			●	Pollution atmosphérique (particules fines notamment)
Maladies respiratoires			●	pollution de l'air intérieur et extérieur, allergènes, expositions professionnelles (substances chimiques, poussières...),
Diabète de type 2			●	-

Indicateurs de morbidité ou mortalité significativement supérieurs à la moyenne nationale/(départementale pour les cancers)

Indicateurs de morbidité ou mortalité non significativement différents de la moyenne nationale/(départementale pour les cancers)

Indicateurs de morbidité ou mortalité significativement inférieurs à la moyenne nationale/(départementale pour les cancers)

2.3 Indice d'exposition multiple

Les effets sanitaires des combinaisons de polluants chez des populations particulières constituent une préoccupation de santé publique majeure. Des travaux de cartographie croisée des pollutions sont nécessaires pour dresser le panorama de ces combinaisons, préalable à l'examen des inégalités d'exposition des populations aux pollutions des milieux. Leur réalisation se heurte néanmoins à plusieurs obstacles méthodologiques.

Pour apporter des éléments de réponse à ces questions, France Stratégie⁷ s'intéresse à l'exposition des territoires aux principaux polluants présents et mesurables dans l'air, les sols et les eaux souterraines en France métropolitaine, et qui constituent des risques avérés ou fortement suspectés pour la santé.

L'objectif de ce travail est d'investiguer l'existence d'un gradient social ex ante face à certains dangers en France métropolitaine en documentant de la manière la plus complète possible les différences d'exposition des territoires à une maille fine (la commune), et de regarder si ces différences territoriales correspondent à des différences de niveaux de vie. Il s'agit donc d'évaluer si les catégories sociales les plus défavorisées sont surreprésentées dans les territoires surexposés aux facteurs de risques, ce qui constitue une première étape vers l'évaluation des inégalités environnementales.

Pour apporter un premier éclairage de la double vulnérabilité aux inégalités environnementales et sociales, France Stratégie a conduit une analyse croisée de six types de pollutions des sols et de l'air pour l'ensemble des communes de France métropolitaine en fonction de caractéristiques socioéconomiques des populations. France stratégie précise que « pour les pollutions de l'air, les données n'étant le plus souvent disponibles qu'au niveau intercommunal, il a été considéré que le niveau de pollution était homogène au sein d'une intercommunalité donnée. » Les caractéristiques des données utilisées pour établir cet Indice d'Exposition Multiple sont reportées dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Caractéristiques des bases de données utilisées

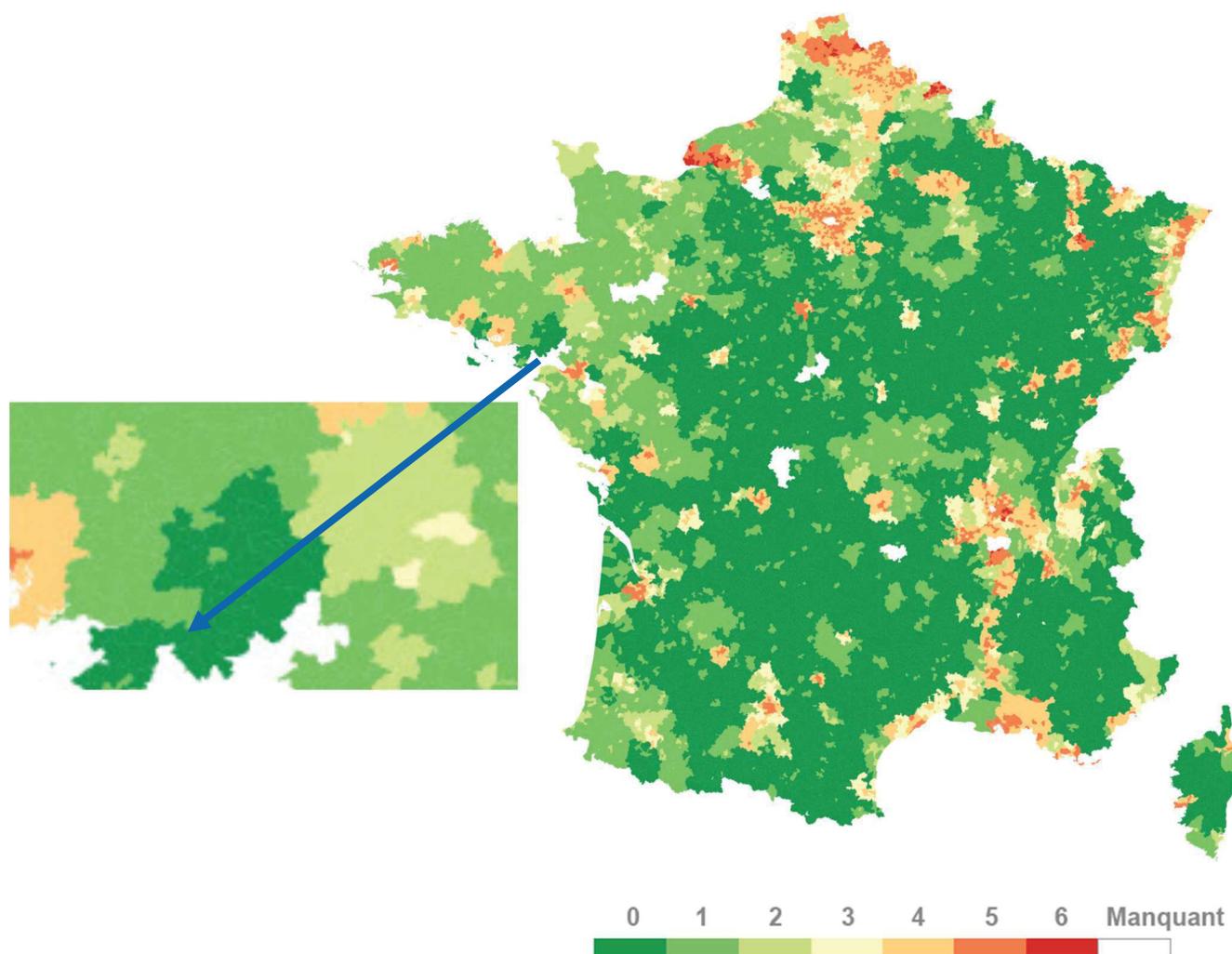
Polluants/risques environnementaux	Unité	Méthode	Source et date
Pollutions de l'air Émissions de dioxyde de soufre (SO ₂) Émissions de particules en suspension (PM10) Émissions de particules fines (PM2.5) Émissions d'ammoniac (NH ₃) Émissions d'oxydes d'azote (NOx)	Émissions annuelles totales en kilogrammes par hectare.	Les valeurs d'émissions de polluants atmosphériques ont été calculées conformément au guide méthodologique pour l'élaboration des inventaires territoriaux des émissions atmosphériques réalisé par le pôle de coordination national sur les inventaires d'émissions territoriaux (PCIT) et au référentiel Ominea élaboré par le Citepa.	ATMO France Les années les plus récentes ont été retenues : 2016, sauf pour la Corse (2010), le Grand Est (2017), l'Occitanie (2013), et l'Île-de-France, les Hauts-de-France et la Normandie (2015).
Pollutions des sols	Nombre de sites pollués par commune identifiés par les pouvoirs publics suivant les seuils de pollution retenus par ces derniers.	Les seuils permettant de caractériser la pollution des sols sont définis par les pouvoirs publics. Nous retenons : les sites en cours d'évaluation (blanc), les sites mis en sécurité et devant faire l'objet d'un diagnostic (bleu), les sites en cours de travaux (orange), les sites traités avec surveillance et/ou restriction d'usage.	Base de données Basol en juillet 2020 (la base s'actualise en temps réel).

Source : France Stratégie

Les niveaux d'exposition sont reportés sur la carte ci-après.

⁷ **France Stratégie est une institution autonome placée auprès de la Première ministre**, France Stratégie contribue à l'action publique par ses analyses et ses propositions. Elle anime le débat public et éclaire les choix collectifs sur les enjeux sociaux, économiques et environnementaux. Elle produit également des évaluations de politiques publiques à la demande du gouvernement. Les résultats de ses travaux s'adressent aux pouvoirs publics, à la société civile et aux citoyens.

Figure 18 : Niveaux d'exposition aux six types de pollutions étudiées : classement des communes en fonction de l'IEM et zoom sur le territoire de la Carène



Pour le territoire de la CARENE et plus particulièrement pour les 5 communes concernées par l'étude de zone, cet indice ne peut être défini en l'absence de données collectées par France Stratégie pour les émissions de SO₂. Cette étude publiée en septembre 2022 ne constitue qu'une première étape et sera complétée dans les mois à venir.

3. Le contexte environnemental

3.1 Le contexte climatique

L'estuaire est largement ouvert sur l'océan. D'après l'état initial de l'environnement présenté dans le PLUI de la CARENE⁸, le climat de la zone d'étude est de type tempéré océanique : les hivers sont doux (6°C en moyenne), les étés moyennement chauds (19°C en moyenne), avec une faible amplitude thermique annuelle (environ 13°C).

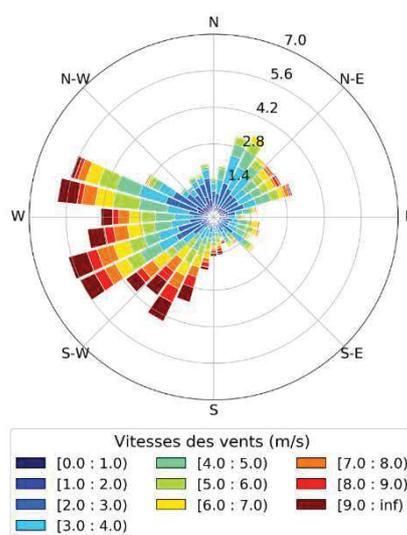
Les précipitations sont faibles (600 mm/an) mais fréquentes, avec les mois les plus pluvieux d'octobre à janvier (80 à 90 mm de pluie), et rarement violentes.

Comme souvent, l'extrême frange côtière est un peu moins arrosée tandis que les premiers reliefs, même modestes, le sont un peu plus. Cette côte est aussi moins touchée par les orages et les fortes pluies. La douceur des températures est un trait marquant. Dans ce secteur, la température moyenne annuelle est de 12 °C. Le mois le plus froid est janvier, et les plus chauds sont juillet et août.

L'orientation des vents est assez similaire sur toute la zone. Les vents dominants se décomposent en deux grands secteurs :

- **les vents de Sud-Ouest** qui sont associés aux perturbations. C'est dans cette famille que l'on trouve les vents les plus forts. Ces conditions sont favorables à la dispersion de polluants, sauf dans certains cas de rabats de panaches industriels.
- **les vents de Nord-Est** qui correspondent aux périodes de temps plus stable. On y trouve la plus grande fréquence de vents faibles et modérés. Ces conditions sont plutôt favorables à la concentration de la pollution. La proximité de l'océan est déterminante pour la force des vents. La vitesse du vent moyen annuel est de 4,5 m/s à Montoir-de-Bretagne pour seulement 3,8 m/s à Nantes. Le nombre de jours de vent violent (> 57 km/h) est de 52 j/an.

Figure 19 : Rose des vents (Station de Montoir, 2019)



Les **vents d'Est en période anticyclonique** associés à des conditions météorologiques stables **favorisent l'import de pollution** des régions limitrophes et l'accumulation des polluants. Ces conditions sont réunies de manière plus ponctuelle.

La présence de **vents d'Ouest** dominants associés à des **vents forts favorise la dispersion des polluants** d'une part et d'autre part limite l'import de pollution des régions voisines. Ce sont les situations les plus fréquentes dans la région des Pays de la Loire.

⁸ Plan Local d'Urbanisme intercommunal, approuvé le 04/02/2020

3.2 La topographie

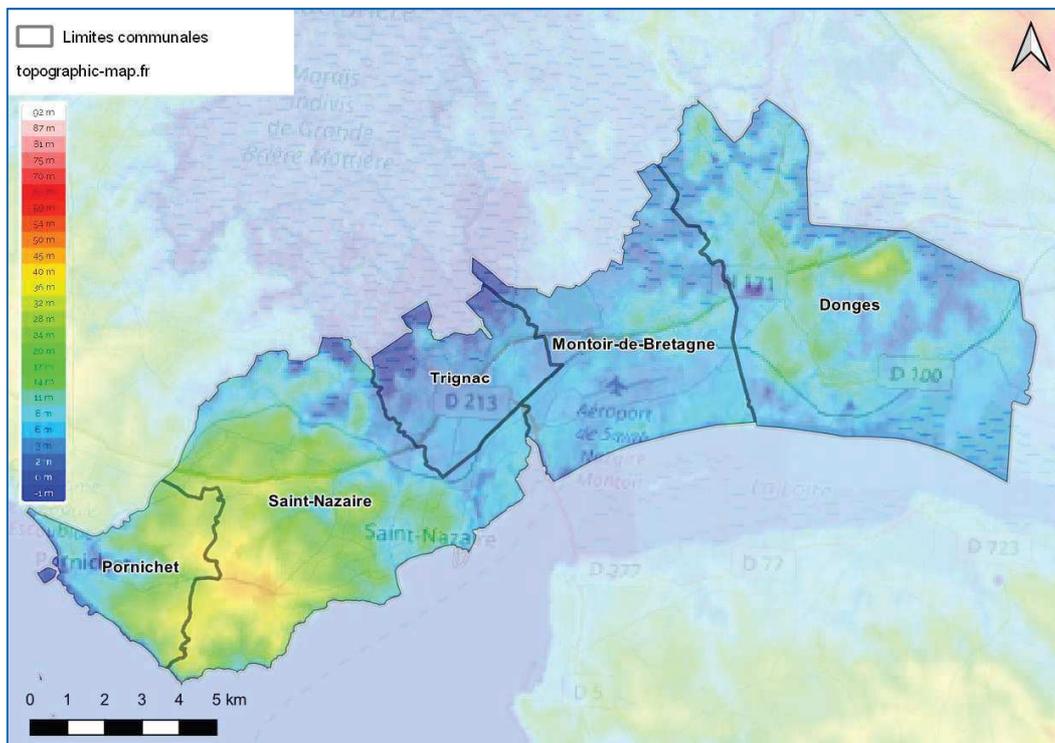
Le relief peut fortement influencer les champs de vent et de turbulence, et donc la répartition en surface des concentrations de polluants. La topographie de la zone va ainsi influencer la dispersion atmosphérique des polluants.

Partie sud du Massif Armoricain, le département de la Loire-Atlantique se présente pour sa majeure partie comme une vaste plaine seulement traversée par le Sillon de Bretagne, socle cristallin de basse altitude qui dessine une série de collines de Redon jusqu'à Nantes. La Loire-Atlantique est le département qui possède l'altitude maximale la moins élevée de France.

Le relief de la zone d'étude est corréléable à sa géologie : des terres basses inondables, dans les marais de Trignac et Montoir-de-Bretagne, globalement entre 1 et 2 m d'altitude, encadrées par quelques vallonnements de terres hautes où l'urbanisation s'est principalement développée, avec une altitude maximale de 47 m sur Saint-Nazaire.

Ce relief peu marqué ne constitue donc pas un frein à la dispersion des masses d'air potentiellement polluées (pas de phénomène d'accumulation lié au relief).

Figure 20 : Relief de la zone d'étude



Source : topographic-map.fr

3.3 Le contexte géologique

La zone d'étude est localisée sur un socle métamorphique et cristallin, avec une structure dominante sud-ouest / nord-est d'origine hercynienne, et une structure transverse de direction générale ouest-nord-ouest / est-sud-est liée à l'anticlinal de Cornouaille.

Cette double orientation est à l'origine de l'inflexion de l'embouchure de la Loire le long des communes étudiées. La formation gneissique dominante sur Saint-Nazaire est également découpée par un réseau hydrographique respectant la direction hercynienne sud-ouest / nord-est. L'autre direction structurale joue un rôle morphologique régional dominant en découpant des blocs ou lanières par des failles et cisaillements.

Ainsi, le marais de la Grande Brière résulte de l'affaissement d'un compartiment structural, ayant permis l'accumulation de sédiments flandriens et d'alluvions anciennes.

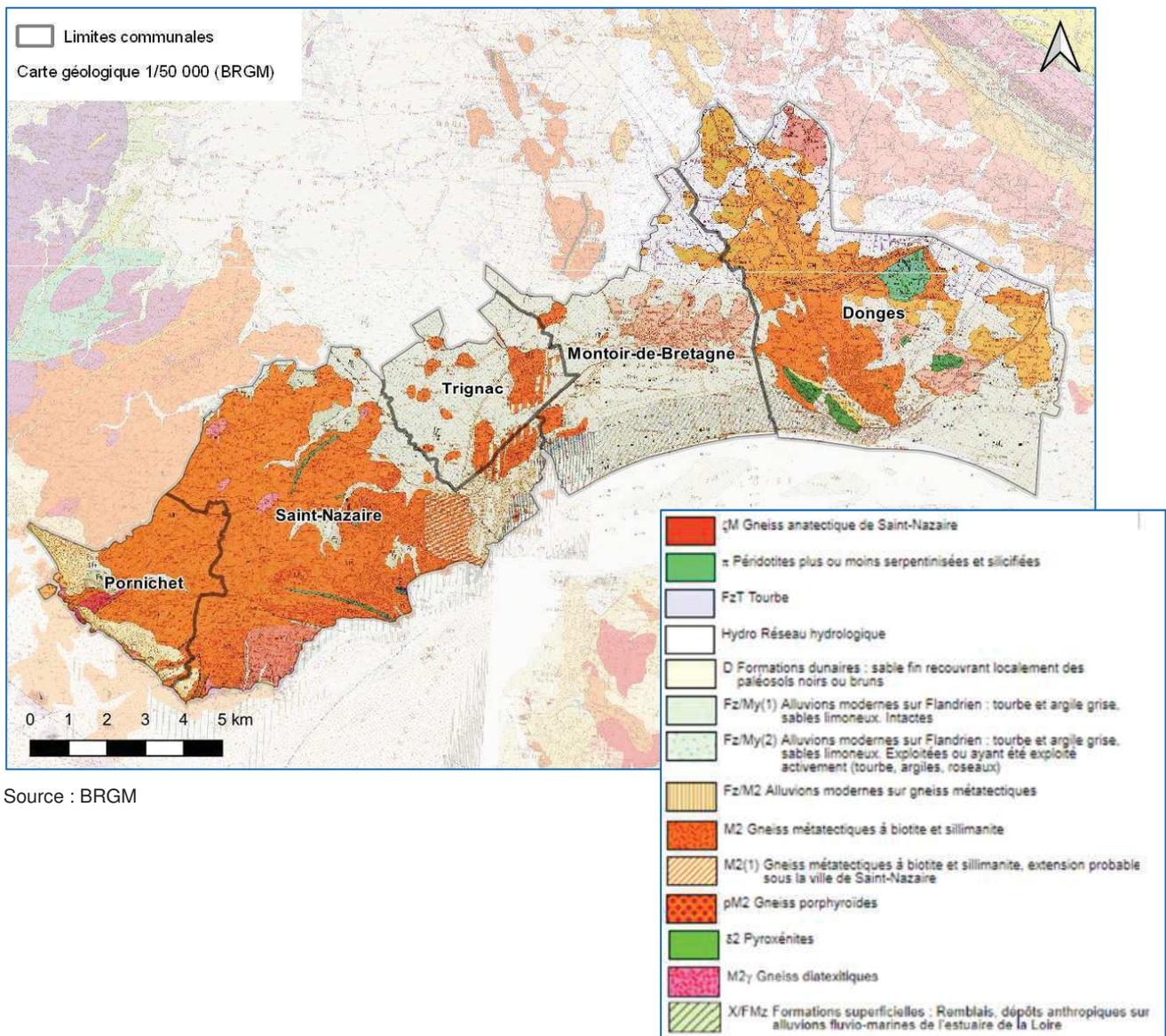
Ainsi, les communes de Pornichet et Saint-Nazaire reposent principalement sur le socle gneissique, bordé à l'ouest par des formations dunaires du littoral atlantique, et à l'est par des alluvions modernes fluvi-marines de l'estuaire de la Loire (tourbe et argile grise) reposant sur des sédiments flandriens (argile bleue à matériaux plus grossiers sur les flancs des vallées enfouies).

Les formations gneissiques se retrouvent également à l'est de la zone d'étude, sur le territoire communal de Donges, ceintées par les alluvions modernes. Quelques formations métamorphiques (amphibolites, serpentinites et migmatites) poinçonnent le gneiss de Donges.

Les communes de Montoir-de-Bretagne et Trignac, correspondant au sud du bassin d'effondrement, reposent principalement sur les alluvions modernes, et sporadiquement sur le socle gneissique qui en émerge. D'après la banque de données du sous-sol, le substratum rocheux est identifié sous les alluvions modernes à des profondeurs variables (par exemple 16 m de profondeur pour le sondage BSS001GKLU et 32 m de profondeur pour le sondage BSS001GHGH, localisés tous deux sur la commune de Montoir-de-Bretagne).

Une frange de remblais s'étire le long de la Loire, du nord-est de Saint-Nazaire, au sud-ouest de Donges, reposant sur les alluvions fluvi-marines de l'estuaire de la Loire.

Figure 21 : Contexte géologique de la zone d'étude



► Potentiel Radon

Le radon est un gaz radioactif issu de la désintégration de l'uranium et du radium présents naturellement dans le sol et les roches. En se désintégrant, il forme des descendants solides, eux-mêmes radioactifs. Ces descendants peuvent se fixer sur les aérosols de l'air et, une fois inhalés, se déposer le long des voies respiratoires en provoquant leur irradiation. Dans des lieux confinés tels que les grottes, les mines souterraines mais aussi les bâtiments en général, et les habitations en particulier, il peut s'accumuler et atteindre des concentrations élevées atteignant parfois plusieurs milliers de Bq/m³ (becquerels par mètre-cube) (Source : IRSN). Le radon est classé par le Centre international de recherche sur le cancer comme cancérigène certain pour le poumon.

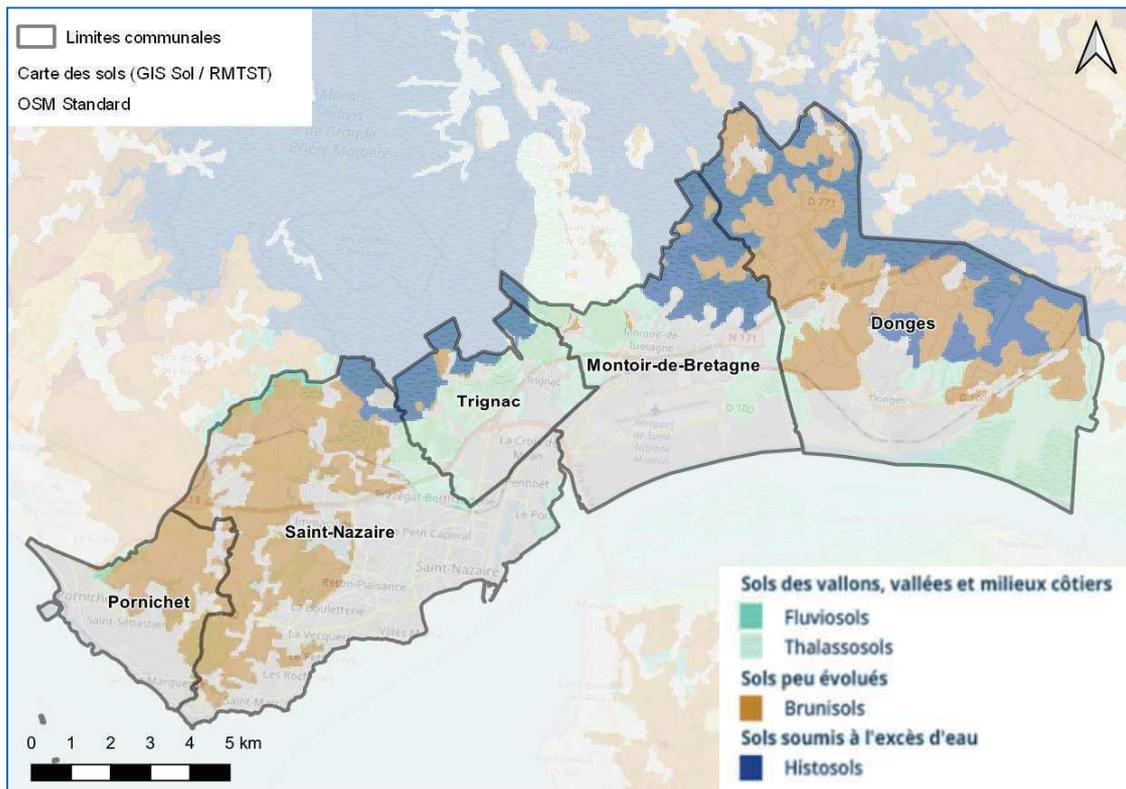
La cartographie du potentiel du radon des formations géologiques établie par l'IRSN à l'échelle communale montre que les territoires de Pornichet, Saint-Nazaire, Trignac et Montoir-de-Bretagne sont classés en potentiel de catégorie 1 (faible), et la commune de Donges en potentiel de catégorie 2 (moyen).

3.4 Le contexte pédologique

D'après les données issues du programme Inventaire, Gestion et Conservation des sols (IGCS) – volet Référentiels Régionaux Pédologiques (RRP) et la carte réalisée par le Groupement d'Intérêt Scientifique sur les Sols (GIS Sol) et le Réseau Mixte Technologique Sols et Territoires, la zone d'étude est représentée par 4 types de sols dominants :

- **Les brunisols** : sols des versants et buttes gneissiques, bordés par les alluvions fluvio-marines, constitués par des limons sableux à sables limoneux, peu à moyennement épais, bien drainés sur des pentes concaves, sinon à tendance hydromorphes. Ils sont occupés par des prairies temporaires et des grandes cultures et sont principalement localisés sur le socle gneissique à Pornichet, Saint-Nazaire et Donges ;
- **Les thalassosols** : sols argileux désalés décarbonatés soumis à une nappe douce réductrice, localisés dans des dépressions marécageuses littorales sur bri récent. Ils sont principalement localisés en bordure du marais de Brière et au niveau des marais au sud-est de Donges ;
- **Les histosols** : sols tourbeux des bas-fonds, très épais, constitués de fibres végétales, perpétuellement saturés en eau, mais souvent recouverts de matériaux. Ils sont occupés en prairie permanente ou par une lande et sont principalement localisés sur le nord de la zone d'étude (marais de Brière) ;
- **Les fluvisols** : sols alluvio-colluviaux des petites vallées évasées du massif armoricain, à fond plat et concave de bas de versants, souvent épais, hydromorphes, à texture variable mais essentiellement limono-argileuse. Ils sont occupés en prairie et sont localisés le long du ruisseau du Pont de Terre à Pornichet et le long du marais d'Ilac.

Figure 22 : Contexte pédologique de la zone d'étude



Source : GIS Sol / Réseau Mixte Technologique Sols et Territoires

3.5 Le contexte hydrologique

► Hydrographie

La zone d'étude est localisée **à l'embouchure de la Loire**, dans l'estuaire, caractérisé par le **mélange des eaux douces issues de la Loire et salées de l'océan Atlantique**. Les limites communales sud de Donges, Montoir-de-Bretagne et Saint-Nazaire sont délimitées par le fleuve, tandis que le littoral sud-ouest de Pornichet appartient la cote d'Amour sur la façade atlantique.

La commune de Trignac est traversée par la rivière le Brivet, alimenté par les marais de Brière au nord, et représentant le dernier affluent de la Loire, avec une embouchure à la limite des communes de Montoir-de-Bretagne et Saint-Nazaire.

Des canaux (du Priory, de Martigné, de la Taillée) drainent les marais de Brière sur les communes de Montoir-de-Bretagne et Donges avant de rejoindre la Loire. Quelques ruisseaux entaillent le substratum gneissique de Pornichet et Saint-Nazaire et rejoignent directement la côte atlantique. D'autres ruisseaux (des Quatre-Vents, de la Ville Heulin, du Bois Joaland, du Point du Jour) ont suivi la fracturation géologique et alimentent les marais au nord-est de Saint-Nazaire.

Des masses d'eau ont été définies dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), pour constituer un référentiel cartographique et servir d'unité d'évaluation de la qualité des eaux. Au droit de la zone d'étude, sont considérées les bassins versants / masses d'eau superficielles suivantes :

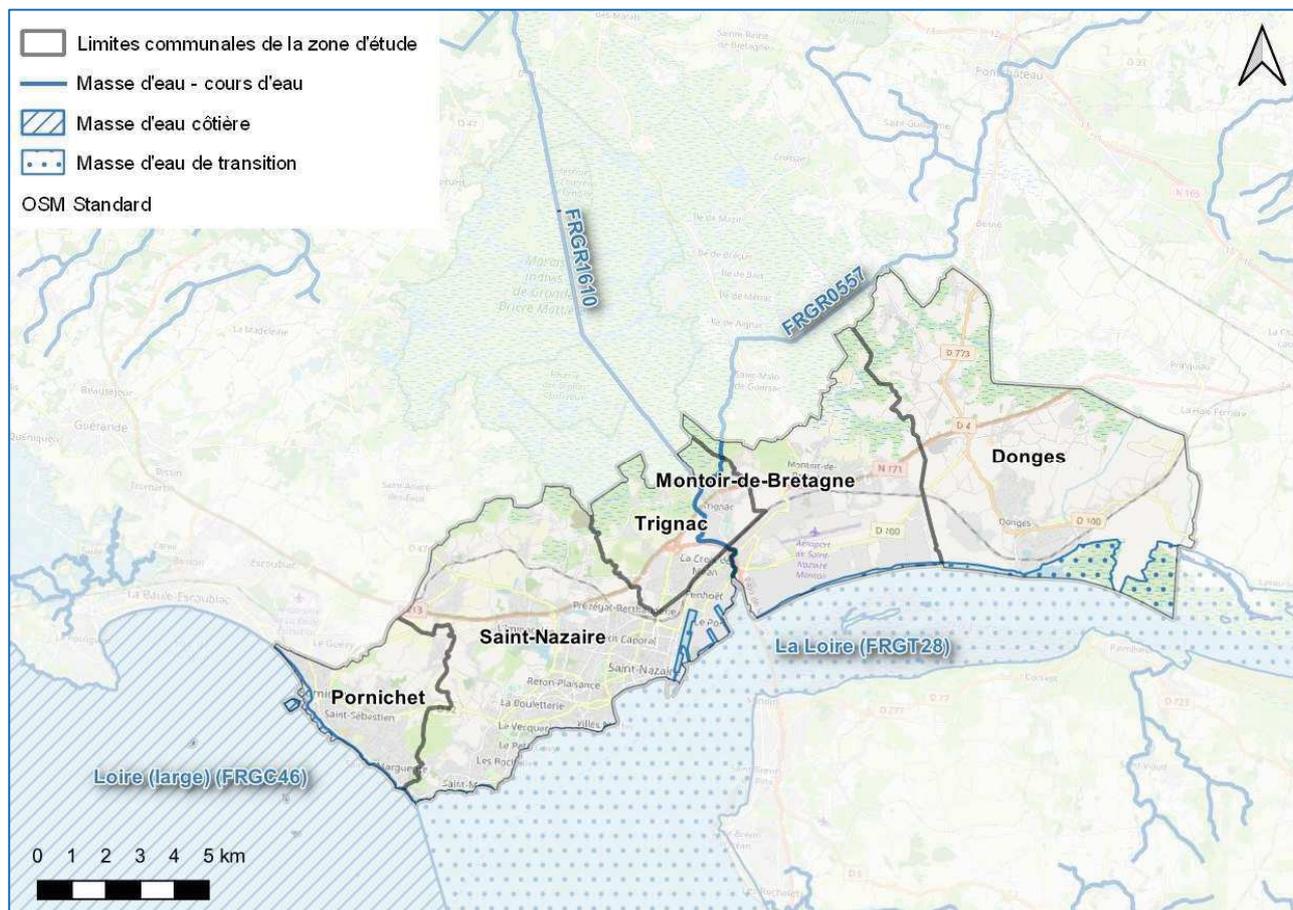
Tableau 6 : Masses d'eau superficielles sur la zone d'étude

N° de la masse d'eau	Type de masse d'eau	Nom	Contexte piscicole	Superficie	Longueur totale	Longueur sur la zone d'étude	Usages sensibles identifiés
FRGR0557	Cours d'eau	Le Brivet depuis Dreffeac jusqu'à la confluence avec la Loire	Cyprinicole	211 km ²	30,8 km	3.8 km	Pêche, activités nautiques
FRGR1610	Cours d'eau	La Grande Doué et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec le Brivet	Cyprinicole	201 km ²	87,9 km	Hors zone d'étude mais positionné en amont hydraulique immédiat et connecté au FRGR0557	Pêche, activités nautiques
FRGT28	Masse d'eau de transition	La Loire			184.7 km	25 km le long des communes de Donges, Montoir-de-Bretagne et Saint-Nazaire	Pêche, activités nautiques, baignade
FRGC46	Masse d'eau côtière	Loire (large)				6,6 km le long de la côte atlantique sur la commune de Pornichet et 0,6 km sur Saint-Nazaire	Pêche, activités nautiques, baignade

Source BD : SANDRE / Masses d'eau Métropole

Aucune masse d'eau type plan d'eau n'est recensée au droit de la zone d'étude.

Figure 23 : Localisation des masses d'eau superficielle de la zone d'étude



Source BD : SANDRE / Masses d'eau Métropole

► **Zones humides**

Excepté sur la commune de Pornichet, l'hydrographie de la zone d'étude est marquée par un important réseau de marais, constitué par :

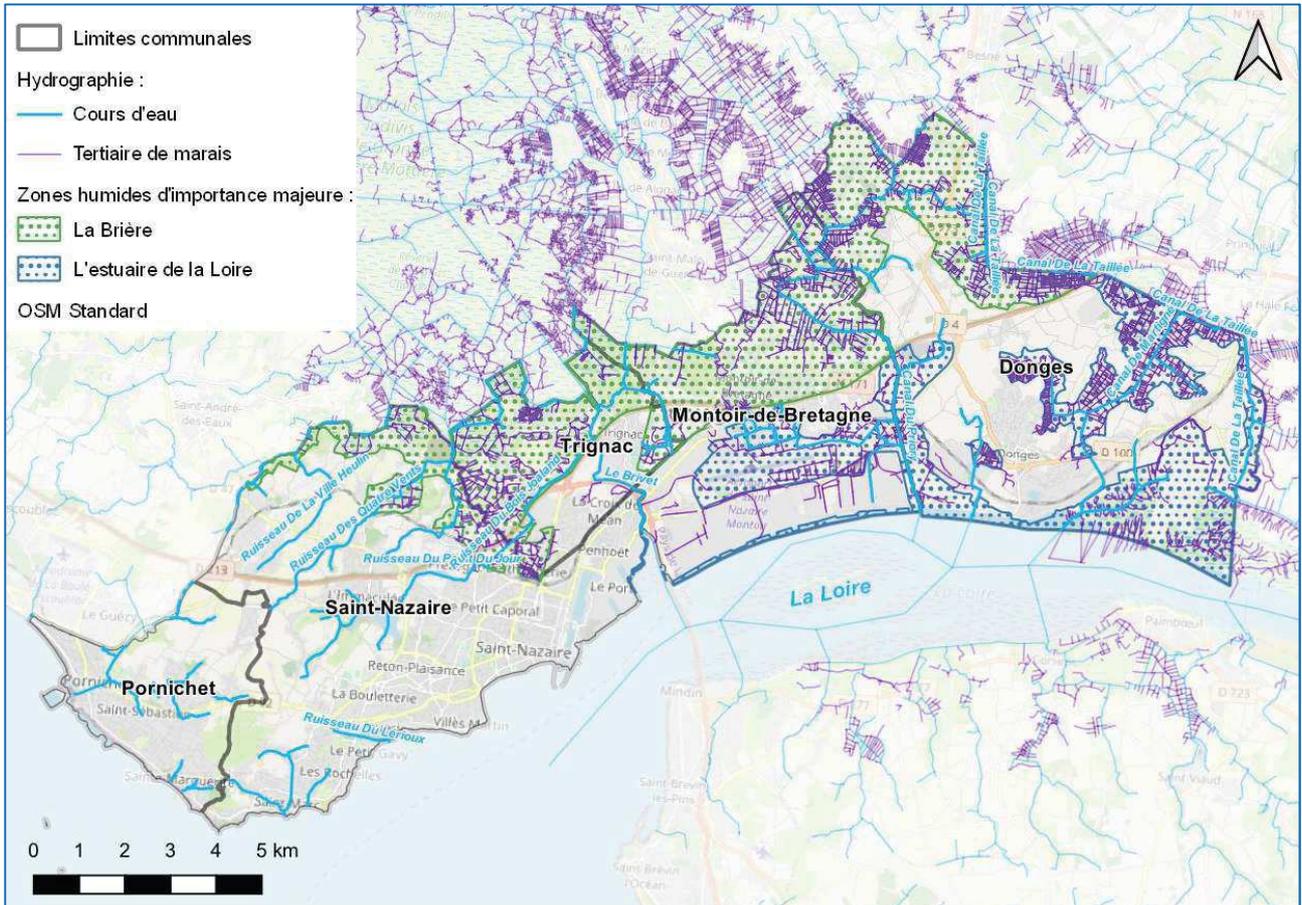
- Un réseau dit primaire : cours d'eau traversant un marais aboutissant à la rivière, au fleuve, à la mer... ;
- Un réseau secondaire, desservant ou collectant un réseau hydraulique cohérent de marais ;
- Un réseau tertiaire, dense, la plupart du temps géré par les propriétaires eux-mêmes. Ce réseau tertiaire (en violet sur la Figure 24) est un réseau hydraulique local desservant une parcelle, ou dont la gestion n'influe qu'à l'échelle de la parcelle. Le curage de ce réseau tertiaire n'est pas soumis à procédure au titre de la loi sur l'eau.

L'Observatoire National des Zones Humides (ONZH) recense ainsi deux zones humides d'importance majeure sur le territoire d'étude :

- L'Estuaire de la Loire (n°FR511003 – en bleu sur la Figure 24), sur les communes de Donges, Montoir-de-Bretagne et Saint-Nazaire ;
- La Brière (n°FR511002 – en vert sur la Figure 24), sur les communes de Donges, Montoir-de-Bretagne, Trignac et Saint-Nazaire.

Ces zones humides représentent 95,5 km² sur la zone d'étude, soit 59% du territoire étudié. La délimitation de ces zones humides est plus large que celle donnée à 14% en Tableau 7 (page 42), en incluant également des territoires agricoles, des forêts et milieux semi-naturels ainsi que des surfaces en eau.

Figure 24 : Réseau hydrographique et zones humides sur la zone d'étude



Sources BD : data.paysdelaloire.fr & geo.data.gouv.fr

► **Plans d'eau douce**

Quelques plans d'eau sont présents sur la zone d'étude, et plus particulièrement Saint-Nazaire, tels que l'étang du Bois-Joalland, l'ancienne carrière de Rouallais, le bassin de l'étang, le plan d'eau de Marsain, l'étang et les bassins de Guindreff, le Grand Marais, l'Emprunt, le Bassin de Penhoët et d'autres bassins portuaires ou cales de mise en eau. D'après le Tableau 7, ces surfaces en eau représentent 8% de la zone d'étude.

► **Marnage**

L'Océan Atlantique est soumis au phénomène des marées. Au cours d'une journée, le niveau de la mer oscille (le niveau monte et descend alternativement). Chaque jour, on observe ainsi deux périodes de pleine mer (niveau le plus haut) et deux périodes de basse mer (niveau le plus bas). La variation de hauteur entre le niveau le plus haut et le niveau le plus bas est appelé marnage.

La Loire, affluent de l'Océan Atlantique et donc en relation directe avec celui-ci, est également soumis aux marées, et donc au marnage. L'onde de marée se transmet à la masse d'eau et le niveau de la nappe alluviale (en lien avec la Loire), varie également au cours d'une journée. Dans le secteur d'étude, le niveau de la nappe alluviale (plus ou moins présente) est soumis au marnage sur les communes de Pornichet, Saint-Nazaire, Trignac, Montoir-de-Bretagne et Donges et le niveau de la nappe varie donc au cours d'une journée. Cette

zone d'influence du marnage au droit de la zone d'étude concerne les sites localisés en bordure de la Loire essentiellement, dans les zones où le sens d'écoulement des eaux souterraines est orienté vers la Loire.

En cas de pollution peu profonde des sols, le marnage signifie que les sols se retrouvent tantôt en zone saturée ou en zone non saturée au cours d'une journée. Par ailleurs, suivant la nature de la pollution (miscible/non miscible dans l'eau) et sa mobilisation (phase flottante ou coulante) dans les eaux souterraines le marnage peut influencer la migration d'une pollution. Ainsi, il est difficile de généraliser l'influence du marnage à l'échelle de la zone.

Le Brivet qui débouche dans l'estuaire est équipé d'une vanne dont la gestion peut empêcher les eaux marines de pénétrer en amont lors des marées hautes. Le dysfonctionnement de cet ouvrage peut entraîner l'inondation du quartier de Méan-Penhoët par les eaux marines (quartier situé en zone basse). Lors de la tempête Xynthia, les eaux marines ont pénétré dans le Brivet par surverse de l'ouvrage et ont inondé le quartier de Méan avec des hauteurs d'eau allant jusqu'à 0,80 m. Une digue a été construite en 2016 pour protéger ce quartier.

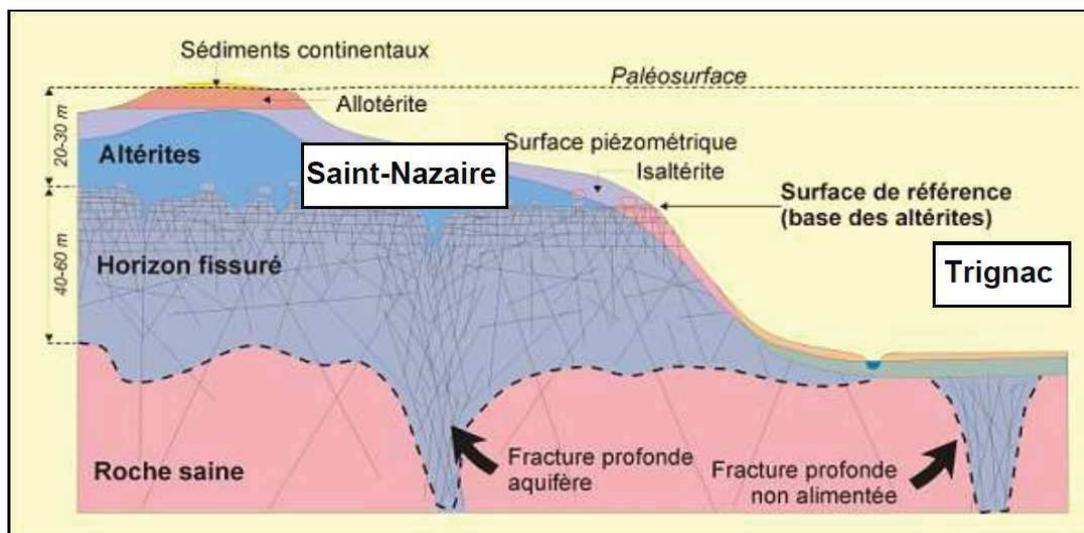
3.6 Contexte hydrogéologique

D'après la carte géologique n°479 de Saint-Nazaire au 1/50 000 du BRGM et les rapports émis par le BRGM dans le secteur de Saint-Nazaire, les ressources en eau souterraines du territoire sont très faibles au regard des besoins de l'alimentation des importantes agglomérations présentes au droit de l'étude de zone. On peut néanmoins distinguer les aquifères suivants au droit de la zone d'étude :

- Un aquifère de socle superficiel continu (contenu dans les altérites et la zone fracturée), situé à faible profondeur (moins de 10 m) ;
- Une nappe de socle peu perméable plus profonde ;
- Une nappe alluviale en bord de Loire, marquée par un biseau salé.

La figure suivante représente schématiquement les aquifères de socle présents au droit de la zone d'étude.

Figure 25 : Schéma conceptuel des aquifères de socle (Wyns et al., 2004) appliqué à la région de Saint-Nazaire et Trignac



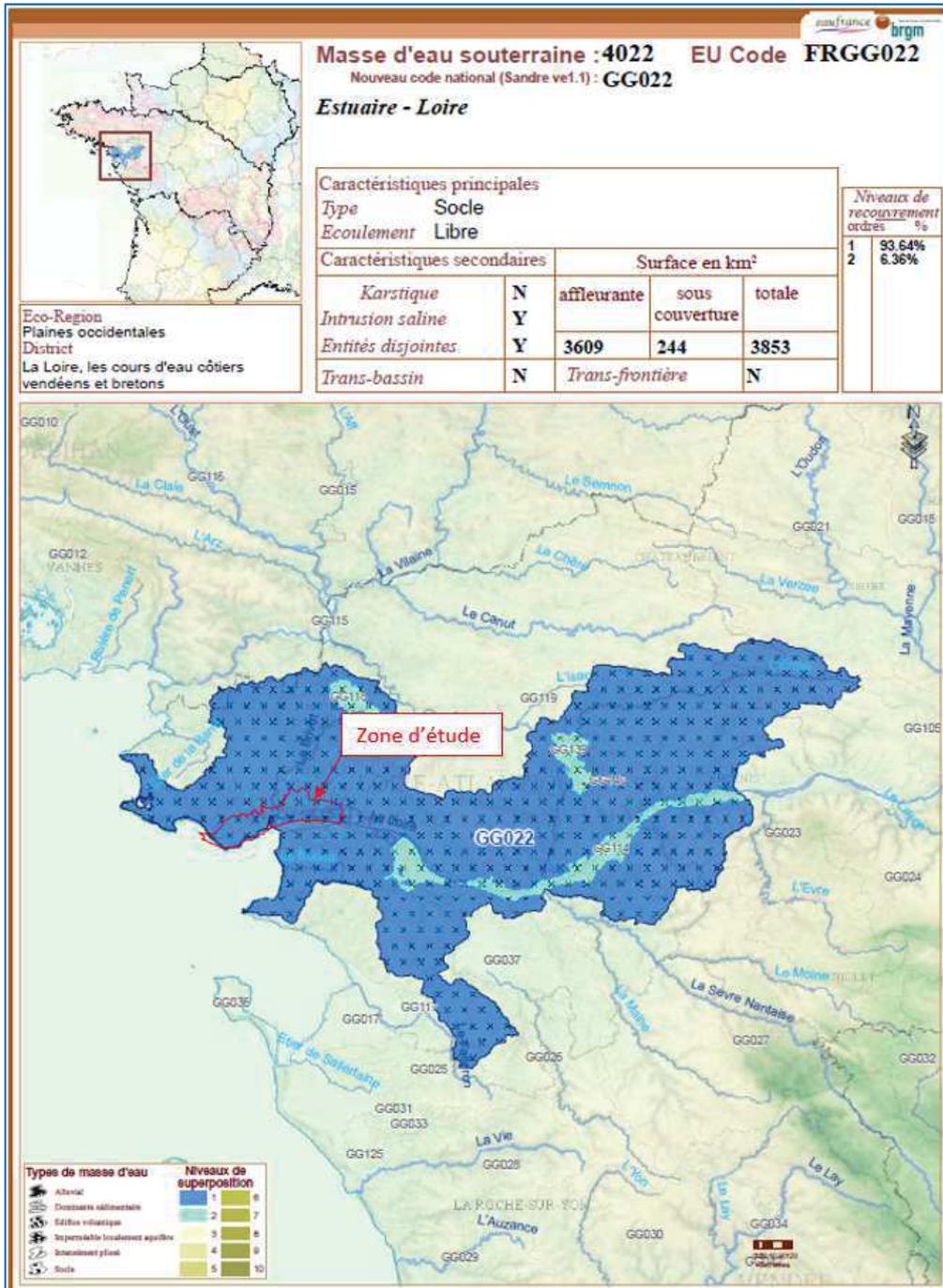
D'après les données de l'Inventaire Historique Urbain (rapport BRGM référencé BRGM/RP-60092-FR de février 2012), « l'aquifère de fracture (dans l'horizon fissuré) draine la couverture d'altérites semi-perméable sus-jacente. Cette dernière est alimentée par l'eau de pluie. Cette configuration au droit de Saint-Nazaire, conduit ainsi à la présence d'une nappe libre, d'extension limitée, plutôt utilisées pour l'alimentation privée, notamment dans l'horizon fissuré. Au droit de Trignac, la présence d'une couche d'argiles quaternaire en surface, peu perméable, protège partiellement l'eau souterraine (nappe captive).

La nappe sous-jacente à Trignac, peu perméable, est donc peu vulnérable et par ailleurs non exploitée, alors que la nappe sous Saint-Nazaire, exploitée au niveau fissuré pour des alimentations privées l'est relativement [...].

Par ailleurs, l'eau de mer salée étant plus dense que l'eau douce, le contact entre les deux milieux (interface) prend un profil en biseau (« biseau salé ») au niveau de l'estuaire de la Loire. »

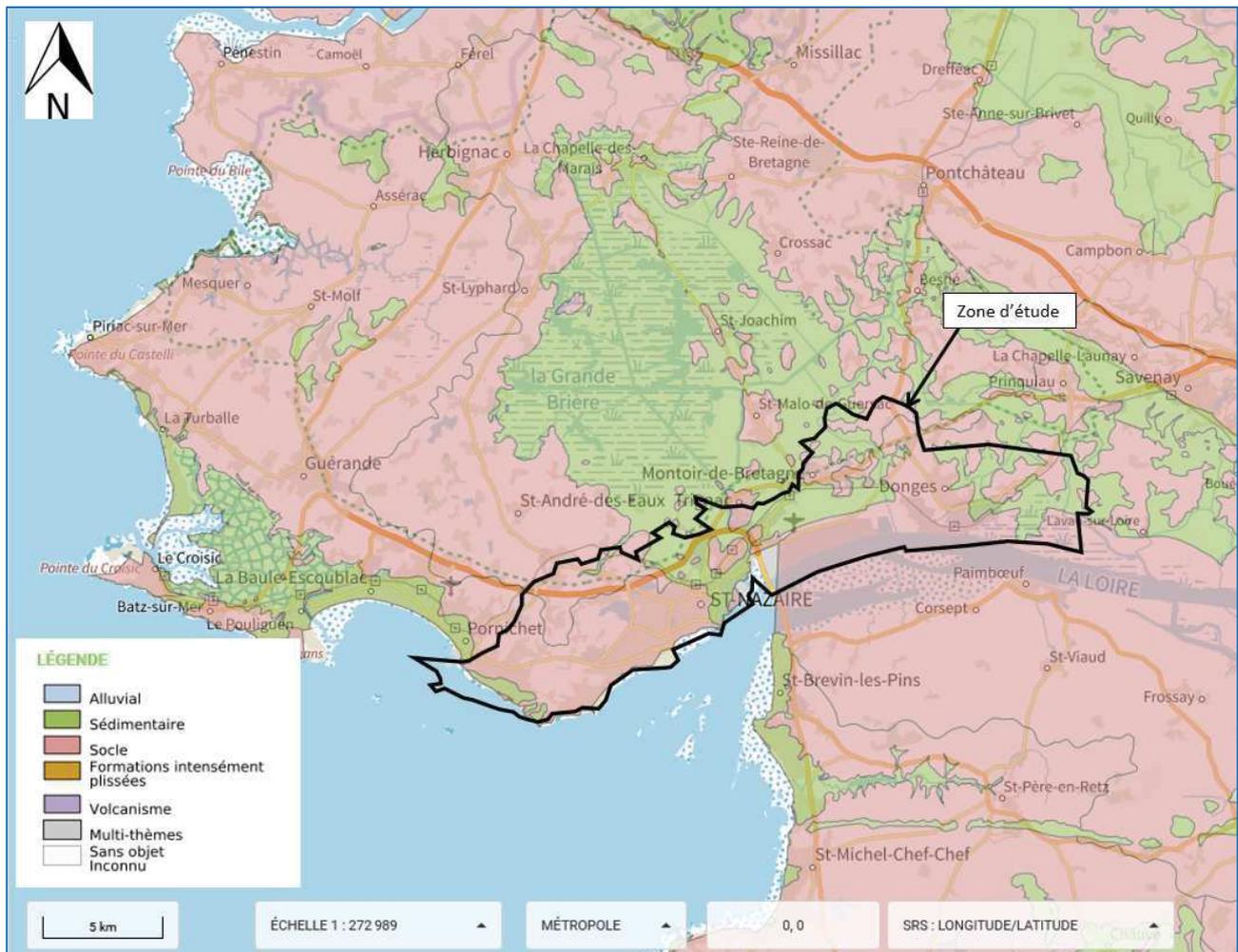
Au droit de la zone d'étude, la masse d'eau souterraine identifiée dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau est le Bassin versant de l'estuaire de la Loire (n°FRGG022).

Figure 26 : Fiche masse d'eau FRGG022 (eau France, BRGM)



La BDLISA (Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères) propose un découpage de l'ensemble du territoire national en entités hydrogéologiques (formations géologiques aquifères, semi-perméables ou imperméables). En tant que référentiel hydrogéologique national, la BDLISA prend part à la constitution des données du Système d'Information sur l'Eau en France. Au droit de la zone d'étude, la BDLISA recense deux aquifères : un aquifère de socle et un aquifère sédimentaire.

Figure 27 : BDLISA au droit de la zone d'étude (BDLISA)



La zone d'étude s'étendant sur environ 162 km², la définition d'un sens d'écoulement global des eaux souterraines à l'échelle de la zone est délicate. Le sens d'écoulement des eaux souterraines (aquifères sédimentaire et alluvial) est souvent lié à la topographie, les écoulements au droit de la zone d'étude seraient donc attendus (cf. **Ce relief peu marqué ne constitue donc pas un frein à la dispersion des masses d'air** potentiellement polluées (pas de phénomène d'accumulation lié au relief).

Figure 20) plutôt vers l'Ouest entre Pornichet et Saint-Nazaire et vers le Nord-Est entre Saint-Nazaire et Trignac. De plus, la zone d'étude est localisée en bordure de la Loire et le sens d'écoulement est donc lié au marnage pour une grande partie de la zone d'étude.

4. Les usages des milieux

4.1 L'occupation des sols

L'évaluation doit être adaptée au contexte environnemental et populationnel de la zone d'étude pour que la gestion le soit aussi. En ce sens, cette étape consiste à recenser et analyser les données pertinentes sur la zone d'étude, en particulier sur les usages des milieux, en complément des données sur les populations présentées précédemment.

L'inventaire bio-physique « Corine Land Cover » montre que l'espace de la zone d'étude est divisé en trois grandes parties.

- Un tissu urbain discontinu ;
- Des zones d'activités industrielles, commerciales, chantiers navals ;
- Des zones dédiées à l'agriculture.

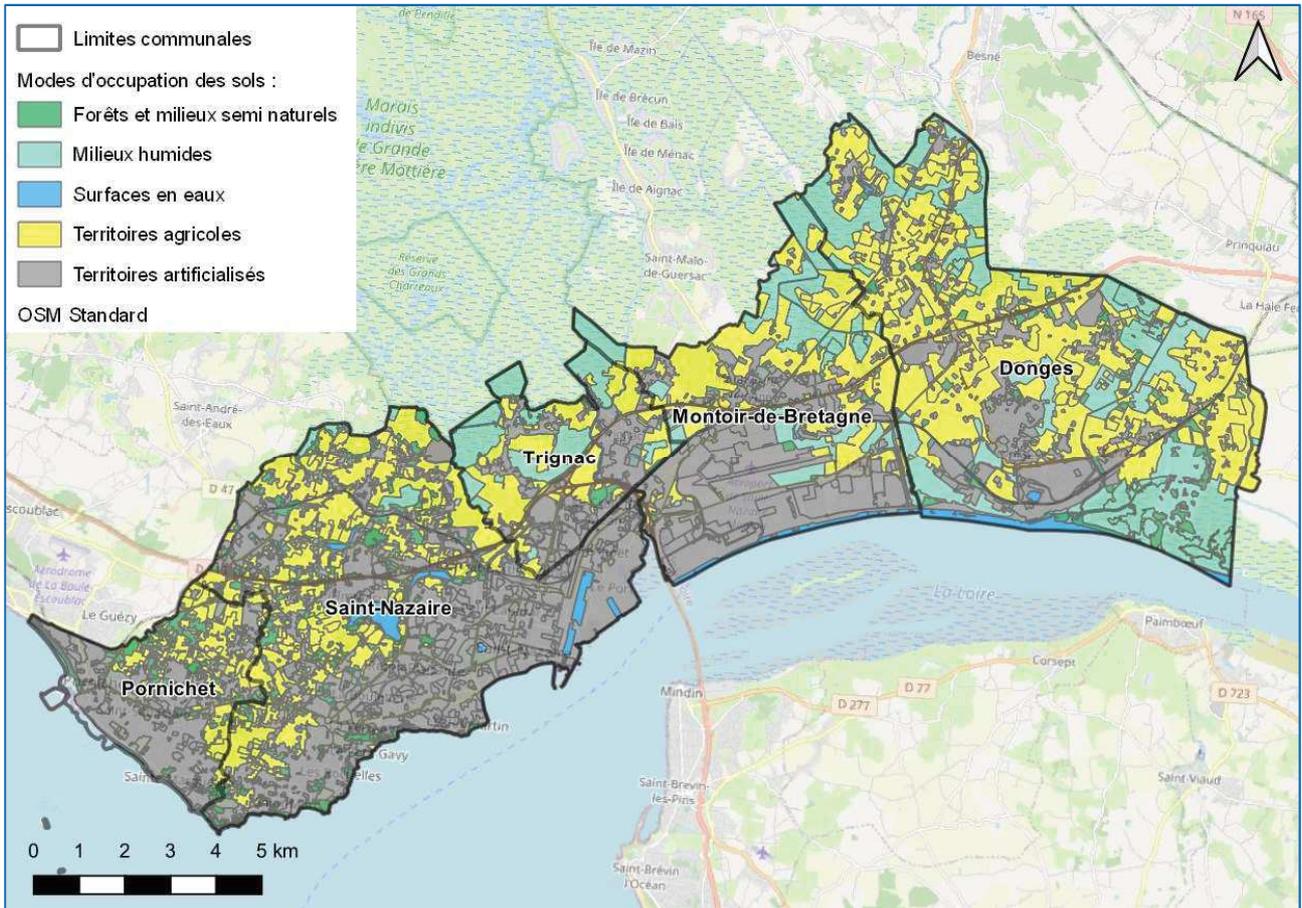
D'après la base de données fournie par data.paysdelaloire.fr sur le mode d'occupation des sols, en 2016, la zone d'étude est principalement occupée par :

- Des territoires artificialisés (37%) de type zones urbanisées liées à l'habitat, espaces libres, espaces verts, activités/équipements, infrastructures de transport ;
- Des territoires agricoles (33%) de types prairies, cultures permanentes et maraichage, terres arables.

Tableau 7 : Mode d'occupation des sols en 2016

Mode d'occupation des sols	Commune	Superficie en hectares	Répartition par commune en %	Répartition sur la zone d'étude en %
Forêts et milieux semi-naturels	Donges	334.90	6	8
	Montoir-de-Bretagne	73.91	2	
	Pornichet	216.73	17	
	Saint-Nazaire	627.75	13	
	Trignac	49.81	3	
Milieux humides	Donges	1449.90	25	14
	Montoir-de-Bretagne	550.53	15	
	Saint-Nazaire	65.49	1	
	Trignac	391.32	27	
Surfaces en eaux	Donges	623.55	11	8
	Montoir-de-Bretagne	572.49	16	
	Pornichet	0.01	0	
	Saint-Nazaire	122.61	3	
	Trignac	22.64	2	
Territoires agricoles	Donges	2499.23	42	33
	Montoir-de-Bretagne	875.97	25	
	Pornichet	348.03	27	
	Saint-Nazaire	1487.27	31	
	Trignac	466.67	33	
Territoires artificialisés	Donges	995.29	17	37
	Montoir-de-Bretagne	1485.40	42	
	Pornichet	713.40	56	
	Saint-Nazaire	2547.10	53	
	Trignac	494.38	35	

Figure 28 : Mode d'occupation des sols en 2016



Source BD : data.paysdelaloire.fr

4.1.1 Les usages industriels

La vocation industrielle de l'estuaire de la Loire, est directement liée à l'activité portuaire et le transit de matériels, matériaux, matières à transformer (gaz, pétrole) et marchandises.

Sur Saint Nazaire, Le port industriel, au contact de la ville, notamment des quartiers de Méan-Penhoët, accueille les chantiers navals et des entreprises diverses ; un tissu constitué de bâtiments tertiaires, d'entrepôts de grandes hauteurs et de dimensions importantes et de vastes zones de stationnement. Au sud, le port urbain autour du bassin de Saint-Nazaire a comme caractéristique de regrouper des fonctions résidentielles, portuaires, nautiques et touristiques en position d'interface avec le centre-ville. Site historique de la constitution du port de Saint-Nazaire, son activité s'organise autour des bassins qui qualifient le paysage du port urbain au port industriel jusqu'au quai de Méan-Penhoët.

Au cœur du port énergétique et logistique, les terminaux méthanier et pétrolier et la vaste plateforme logistique accueillent grues, engins de déchargement continu, bandes transporteuses, tours de distribution et de pesage, entrepôts et espaces

Donc, cette zone concentre de nombreuses et diverses activités industrielles et logistiques principalement entraînées par les domaines de la maintenance navale, de la pétrochimie et la production d'énergie.

Le détail des émissions liées aux activités industrielles soumises au titre de la nomenclature des ICPE figure au §5.2.1.

4.1.2 Les zones d'activités

Les zones commerciales regroupent les halles commerciales et les grandes surfaces alimentaires, positionnées le long d'axes structurants favorables à la visibilité commerciale et à l'accessibilité (entrée de ville, boulevard de ceinture, ...). Il s'agit d'un tissu d'îlot ouvert constitué de grands volumes bâtis (souvent de type entrepôts fermés sur leurs façades arrières et latérales), et de vastes espaces de parking, avec une organisation sur la parcelle qui répond, elle aussi à des critères commerciaux d'accessibilité. Un parking clientèle largement dimensionné est positionné en façade avant, les aires de stockage, de gestion des déchets et de livraison sont quant à elles à l'arrière des structures (sans attention souvent portée à la qualification de ces espaces de services).

Les zones d'activités industrielles et artisanales se constituent par le regroupement d'activités artisanales, tertiaires ou industrielles. Celles-ci sont le plus souvent implantées à distance des tissus agglomérés pour optimiser leur accès routier d'une part et minimiser les nuisances d'autre part.

4.1.3 Les usages agricoles

Les parcelles agricoles de la zone d'étude représentent une surface totale de 65 km² soit 38 % de la surface totale de la zone d'étude (171 km²), contre 60 à 64 % en Loire-Atlantique.

La majorité des parcelles sont des prairies permanentes, elles représentent 47.4 km² soit 73% des parcelles agricoles de la zone d'étude qui peuvent être assimilées à une activité d'élevage. Les marais de Donges sont quasi intégralement exploités par l'agriculture. Ces marais exploités sont des zones humides inondables et sont aménagés de longue date (creusement de douves, canaux...) pour permettre l'élevage de bovins et d'équins. Les parcelles sont pâturées par les animaux pendant la période où les sols le permettent, ou fauchées une fois par an afin de constituer des réserves de foin pour la période hivernale

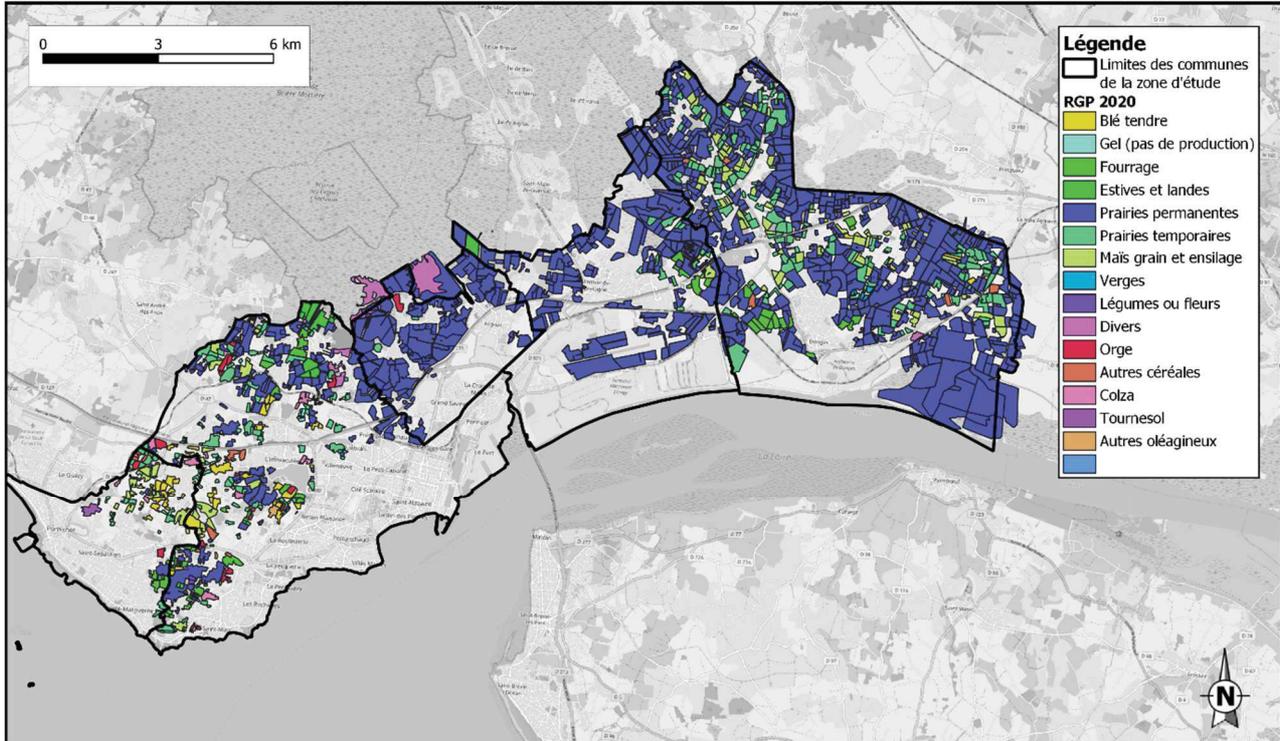
Le nombre d'exploitations (58) a diminué de 28 % de 2010 à 2020, leur taille moyenne étant de 128 ha (+41 ha en 10 ans). Plus de deux tiers des exploitations agricoles pratiquent la production bovine, contre moins d'une sur cinq pour la production uniquement végétale. Les cultures permanentes (vignes ou arboriculture) restent confidentielles. La culture du blé et du maïs représente 15 % des parcelles, avec 10% des parcelles destiné au blé et 5% au maïs.

Le secteur « littoral urbain » englobe Pornichet et le Sud de la commune de Saint-Nazaire jusqu'à la RN171. Seuls 15% de sa superficie sont agricoles (soit 700 ha exploités). Seuls 450 hectares sont classés en espaces agricoles pérennes au titre du schéma de secteur. Ce secteur a perdu plus de 60 % de ses exploitations agricoles professionnelles en 10 ans. Cette zone urbaine en frange littorale, anciennement porteuse d'une agriculture très diversifiée (lait, viande, maraîchage, lapins, volaille), est aujourd'hui spécialisée en lait.

La zone d'étude ne possède pas d'espaces forestiers notables et susceptibles de constituer une importante ressource. L'espace boisé est d'ailleurs assez limité sur l'ensemble de la zone.

Le détail des parcelles agricoles de la zone d'étude est représenté sur la Figure 29.

Figure 29 : Répartitions des parcelles agricoles de la zone d'étude



Source : Registre Parcellaire Graphique 2021 (RPG) - data.gouv.fr

Les émissions liées aux activités agricoles sont quantifiées par l'intermédiaire de l'inventaire détaillé des émissions BASEMIS® développé par Air Pays de la Loire.

Au total, 6 200 ha de surfaces agricoles sont déclarés à la PAC en 2020, dont 94 % de surfaces fourragères, 22 % de surfaces agricoles étant conduites en agriculture biologique ou en cours de conversion. Il en résulte une utilisation limitée des pesticides.

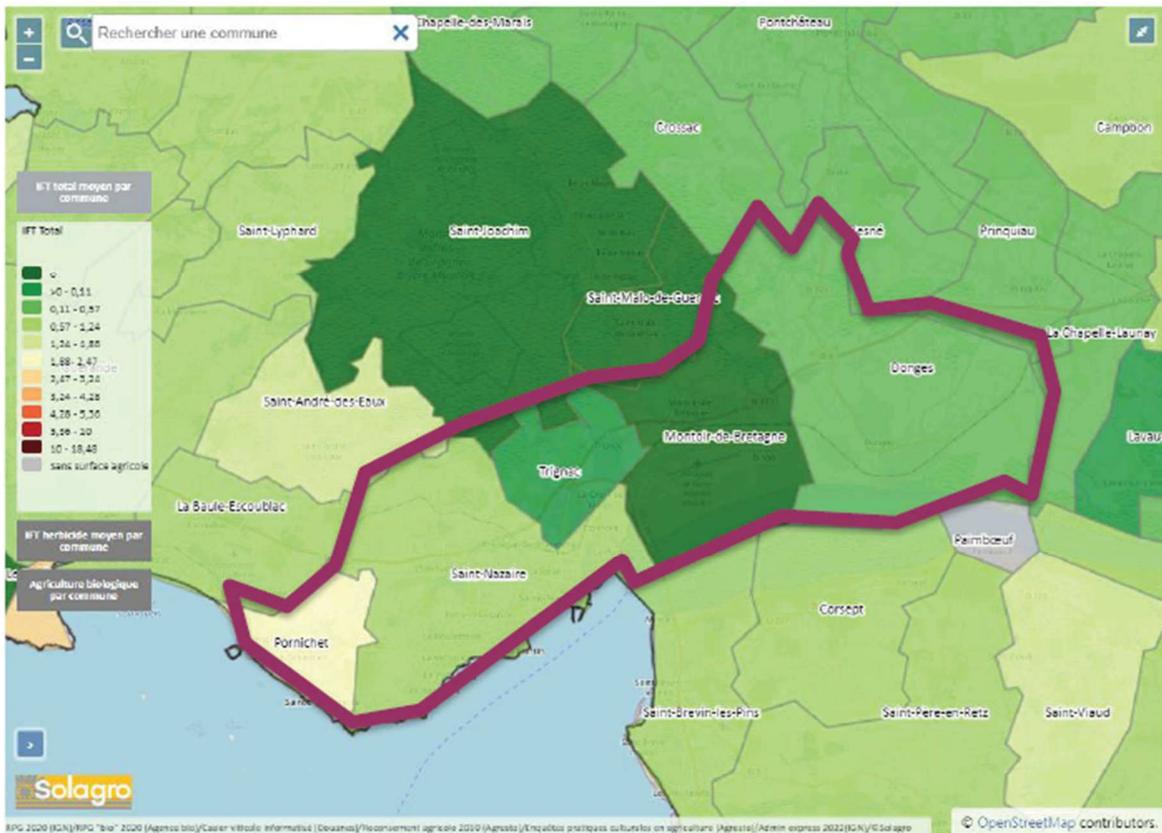
Des mesures agroenvironnementales et climatiques sont engagées sur ce territoire et 15 000 ha s'inscrivent dans la volonté de préservation de l'environnement, compte tenu des marais.

Les quantités de substances actives (QSA) achetées sur les 5 communes concernées par l'étude de zone (Pornichet, Donges, Montoir-de-Bretagne, Trignac, Saint-Nazaire) sont faibles (moins de 539 kilos pour 4 communes sur 5). Des biocides en bâtiment de stockage sont utilisés à Montoir-de-Bretagne. Peu de substances CMR sont achetées sur ce secteur.

L'assolement, l'activité prairiale et la culture fourragère ne font pas l'objet de traitement phytosanitaire.

Ce faible usage des pesticides sur la zone est confirmé par l'Indicateur de Fréquence de Traitements phytosanitaires (IFT) faible sur le territoire étudié. L'IFT est un indicateur de suivi de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques (pesticides) à l'échelle de l'exploitation agricole ou d'un groupe d'exploitations.

Figure 30 : IFT communaux



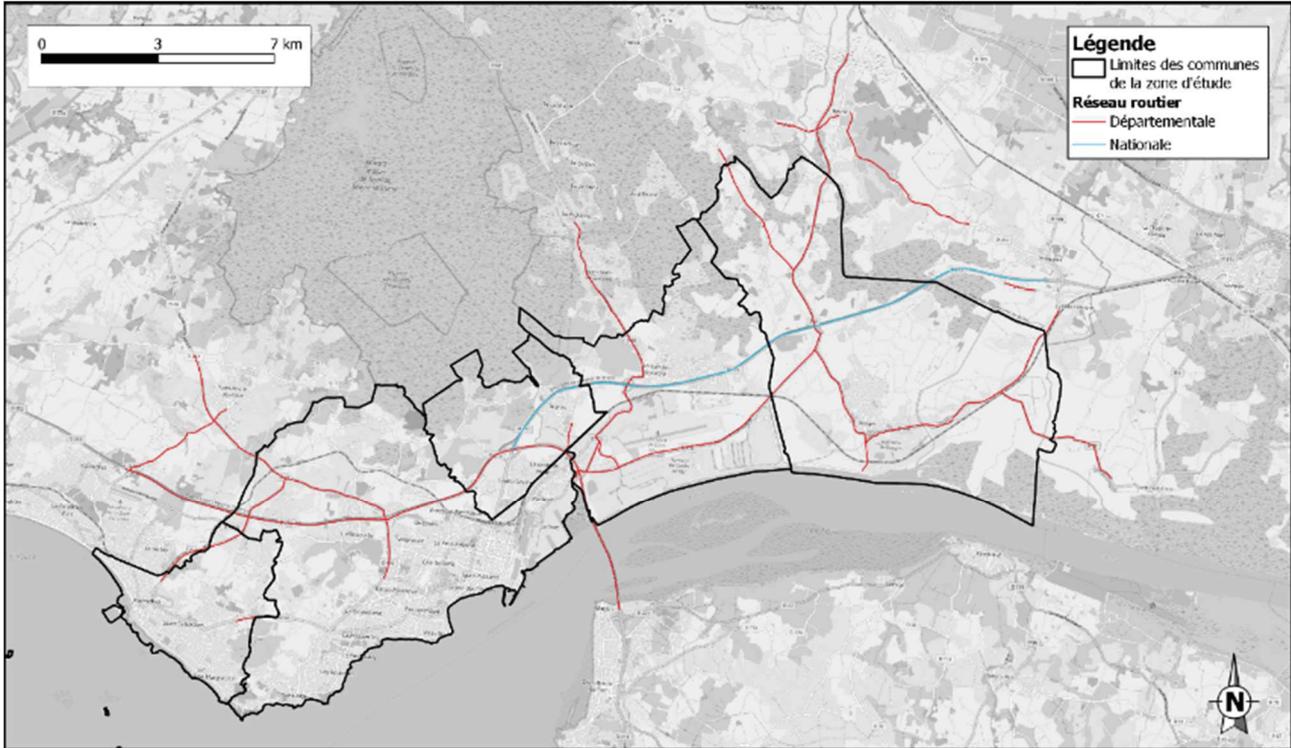
4.1.4 Les grands réseaux de transport

Les habitants de l'agglomération de Saint-Nazaire se déplacent d'abord en voiture. La mobilité automobile a même augmenté dans le territoire depuis 20 ans (+2 points de part modale). Elle représente près de 330 000 déplacements par jour en moyenne. Elle constitue pour de nombreux déplacements, en particulier hors de la bande littorale, le moyen le plus rapide pour se déplacer. Ainsi, excepté pour les déplacements liés aux études, l'automobile s'impose systématiquement comme le mode de transport privilégié.

Les principaux axes routiers sur la zone d'étude sont :

- La départementale D213 traversant sur 8 km la partie supérieure de saint Nazaire avant de séparer à Trignac pour rejoindre la rive sud de l'estuaire par le pont de Saint Nazaire ou rejoindre la nationale N171 ;
- La nationale N171 dans la continuité de la D213 longe la partie supérieure de la zone d'étude en passant par Trignac, Montoir-de-Bretagne et Donges ;
- La départementale D392 qui lie Pornichet à la D213 ;
- La départementale D492 qui lie le centre de Saint Nazaire à la D213 ;
- La départementale D100 qui traverse les zones d'activités de Montoir-de-Bretagne et Donges.

Figure 31 : Réseau routier de la zone d'étude



Source : BP TOPO ROUTE500 - data.gouv.fr

La zone d'étude est par ailleurs traversée par une ligne de chemin de fer desservant les gares suivantes :

- Gare de Donges - TER
- Gare de Montoir-de-Bretagne - TER
- Gare de La Croix de Méan à Trignac - TER
- À Saint Nazaire
 - Gare de Saint-Nazaire – TGV/TER
 - Gare de Penhoët - TER
- Gare de Pornichet – TGV/TER

Figure 32 : Réseau Ferroviaire de la zone d'étude



Source : BP TOPO ROUTE500 - data.gouv.fr

4.1.5 Les grands projets urbains

De façon à anticiper sur des expositions éventuelles futures des populations, les grands projets urbains sont présentés ci-après. Ces populations, constituant les futurs usagers de ces projets urbains, seront considérés dans le cadre des étapes ultérieures : lors de la définition des plans de mesures environnementales, de l'IEM et des phases de calculs de risques.

Selon le PLUI, Saint-Nazaire possède un potentiel de densification ne dépassant pas un an de production de logement au sens du PLH avec 371 logements envisageables à court et moyen terme et hors secteurs à projet

alors que les objectifs quantifiés par le Programme Local de l'Habitat correspondent à la réalisation de 550 logements par an. Comme pour la ville centre, Trignac et Pornichet du fait de leur caractère très urbanisé, ne bénéficient pas d'un potentiel de densification fort hors maîtrise publique puisque qu'avec respectivement 93 et 171 logements envisageables, les deux communes ne sont en capacité de répondre qu'à une année de production de logement au regard du PLH (soit 65 et 150 logements par an).

D'après la base de données fournies par la CARENE, 39 projets urbains (Figure 33), à l'étude ou dont les travaux sont en cours, sont répartis sur la commune de Saint-Nazaire :

- 1 projet de développement économique en cours d'étude, avec la création d'une ZAC de 15,5 ha, sur le secteur nord de Brais ;
- 20 projets d'équipement / aménagement, dont :
 - 9 concernant le programme d'actions « Ambition Maritime et Littorale », qui pose les grands principes de l'aménagement et du développement de la ville pour les prochaines décennies, avec notamment la revalorisation urbaine et paysagère du quartier Petit Maroc (résidence étudiante, ilot nautique), la requalification de la place Jacques Tati, des appels à candidatures sur différents sites pour par exemple des animations ludiques et pédagogiques, de la restauration et hébergement touristique, la création de parkings, logements et bureaux ;
 - 4 concernent le programme d'actions « Action cœur de ville », qui a pour objectif de redynamiser le centre-ville de Saint-Nazaire avec notamment la rénovation des halles, la création d'un campus numérique et d'un centre de santé, la réorganisation de formations supérieures ;
 - 2 projets du Programme de Renouvellement Urbain d'Intérêt Régional (PRIR), avec la requalification du centre commercial de la Trébale et de la place Henri Fogel, et la création d'un pôle d'équipement sur le site de l'école Brossolette (crèche, centre de loisirs, salle polyvalente) ;
- 18 projets d'habitat, pour la création totale de plus de 2 560 logements (logements collectifs, logements étudiants, maisons individuelles) se mêlant avec la création de bureaux, hôtel, commerces, crèche, salles associatives.

D'après les avis rendus par la Mission Régionale d'Autorité Environnementale Pays de la Loire sur les demandes d'examen au cas par cas et sur les évaluations environnementales, plusieurs projets d'aménagement urbain, de constructions de logements, de constructions photovoltaïques ou de stockage de déchets sont recensés sur la zone d'étude. Les projets à caractère industriel, d'aménagement routier ou de particulier (pêcheries), n'ont pas été considérés par la suite. Depuis 2017, les projets urbains consultés et ainsi retenus sont les suivants :

- 6 projets de constructions photovoltaïques ;
- 5 projets de constructions d'habitats et aménagement urbain (1 sur la commune de Pornichet, les 4 autres étant déjà recensés ci-dessus sur la commune de Saint-Nazaire) ;
- 1 projet d'aménagement d'une aire de stationnement ;
- 1 projet de création d'une Installation de Stockage de Déchets Inertes.

D'après la CARENE, les projets d'aménagement urbain en cours d'enquêtes publiques sont les suivants :

- 2 projets de construction d'habitats et aménagement urbain (ZAC Pornichet Atlantique et Coulevé-Québrais) ;
- 3 projets de parcs d'activités (ZAC de 6 croix, ZAE de la Providence, ZAC de Brais Nord) ;
- 1 projet de centrale photovoltaïque (Menée Lambourg - anciennes forges à Trignac).

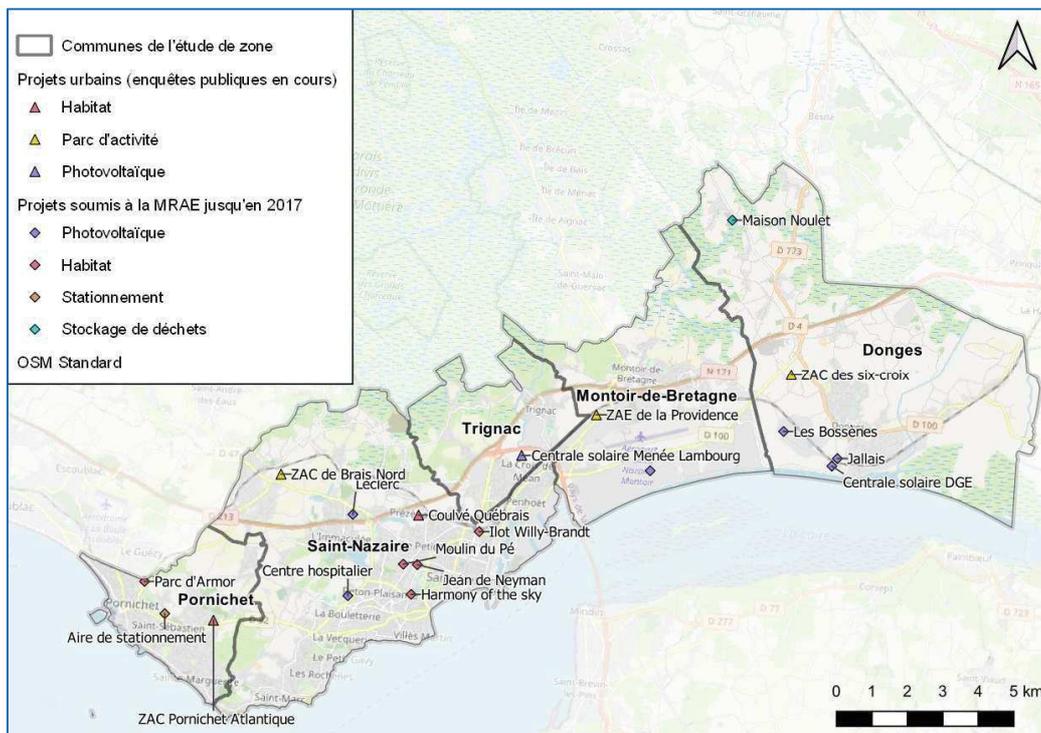
Ces projets sont localisés en Figure 34. A noter qu'il s'agit de projets, et peuvent être, à date de rédaction du rapport, réalisés, en cours de réalisation, toujours au stade projet, voire abandonnés.

Figure 33 : Projets urbains de la ville de Saint-Nazaire



Source BD : data.agglo-carene.fr

Figure 34 : Projets urbains sur la zone d'étude, ayant fait l'objet d'un avis de la MRAE ou en cours d'enquête publique



Source BD : MRAE Pays de la Loire / CARENE

4.2 Les usages des eaux

4.2.1 Les eaux de baignade et de loisirs

Dix plages principales sont recensées par l'ARS Pays de la Loire sur la zone d'étude, et sont localisées sur les 2 communes les plus occidentales :

- À Pornichet :
 - Plage des Libraires / Grande plage face Casino ;
 - Bonne Source ;
 - Saint-Marguerite ;
- À Saint-Nazaire :
 - Les Jaunais ;
 - Monsieur Hulot – Saint-Marc-sur-mer ;
 - Saint-Marc-sur-mer - La Courance ;
 - Porce ;
 - Bonne Anse ;
 - Villès Martin ;
 - Plage de Saint-Nazaire.

Figure 35 : Localisation des zones de baignade



De nombreuses autres petites plages sont réparties sur le littoral, entre ces plans de baignade principaux.

D'après les données fournies par l'ARS Pays de la Loire, **aucun plan de baignade en eau douce** n'est situé sur la zone d'étude. Des activités nautiques (voile, aviron) sont néanmoins recensées sur l'étang du Bois Joalland à Saint-Nazaire, sous la surveillance du SCHS⁹. Des activités nautiques sont également recensées sur les plages du littoral.

4.2.2 La pêche

L'estuaire et la côte atlantique sont considérés comme des lieux de pêche.

Pour les eaux douces, la fédération de pêche de Loire-Atlantique recense plusieurs sites de pêches, de différents types (carpes de nuit, no kill, pêche au coup, truite, et en embarcation légère) sur la zone d'étude, toutes dans des étangs sur le ban communal de Saint-Nazaire.

Deux associations agréées de pêche et de protection des milieux aquatiques (AAPPMA) sont recensées sur la zone d'étude :

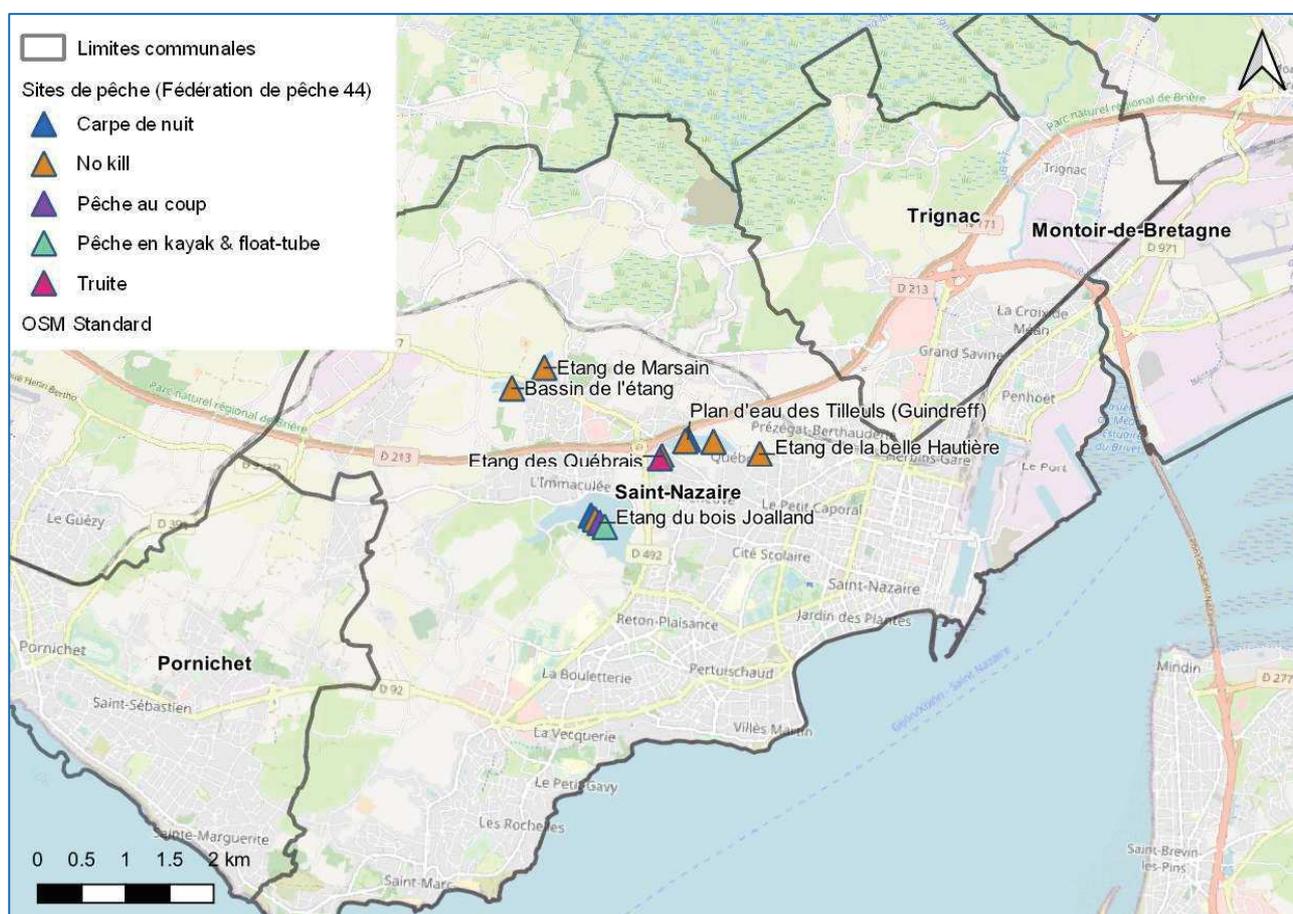
- La Brème Trignacaise (siège de l'association à Trignac), avec comme zones de pêche le bassin versant du Brivet et les marais annexes, plutôt localisées en amont de la zone d'étude :
 - Le canal de la « Boulaie » à Crossac et Saint-Joachim ;
 - La rivière « le Brivet » à Crossac ;

⁹ Le Service communal d'hygiène et de santé.

- La Gaule Nazairienne (siège de l'association à Saint-Nazaire), avec comme zones de pêche :
 - Les bassins versants littoraux de Saint-Nazaire :
 - L'étang de bois Joalland ;
 - L'étang de la belle Hautière ;
 - Le bassin de l'étang ;
 - Le plan d'eau des tilleuls ;
 - Le plan d'eau de Marsain ;
 - Le plan d'eau des québrais ;
 - Le canal de Nantes à Brest, hors zone d'étude (communes de Guenrouet, Plessé, Fégréac, Sévérac).

Le Brivet est classé cours d'eau cyprinicole (carpes, tanches, brochets...). Des activités de pêche sont également identifiées au droit de la commune de Trignac sur ce cours d'eau.

Figure 36 : Sites de pêches



Sources des données : Fédération de pêche 44

Par ailleurs, 4 sites de pêche à pied de loisir sont suivis par l'ARS sur la zone d'étude :

- À Pornichet :
 - Face aux thermes ;
 - Bonne Source ;
- À Saint-Nazaire :
 - Chemoulin ;
 - Villès Martin.

4.2.3 Les zones conchylicoles

Les communes de Saint-Nazaire et Pornichet sont concernées par des zones professionnelles de production et de reparcage de coquillages vivants.

L'ensemble des zones professionnelles de production et de reparcage de coquillages vivants (zones d'élevage et de pêche professionnelle) fait l'objet d'un classement sanitaire, défini par arrêté préfectoral. Celui-ci est établi sur la base d'analyses microbiologiques des coquillages issus de ces zones, en utilisant *Escherichia coli* (E. coli) comme indicateur de contamination fécale.

Figure 37 : Atlas des zones de production et de reparcage de coquillages



(Source : <http://www.atlas-sanitaire-coquillages.fr>)

Tableau 8. Classement des zones conchylicoles

Zones professionnelles de production et de reparcage de coquillages vivants	Groupe 1 : gastéropodes (bulots etc.), échinodermes (oursins) et tuniciers (violets), ...	Classement	
		Groupe 2 : Bivalves fouisseurs, c'est-à-dire les mollusques bivalves filtreurs dont l'habitat est constitué par les sédiments (palourdes, coques...)	Groupe 3 : bivalves non fouisseurs, c'est-à-dire les mollusques bivalves filtreurs dont l'habitat est situé hors des sédiments (huîtres, moules...)
44.08	NC	NC	B
44.09	NC	EO	EO
44.10	NC	NC	B

Zones B : Zones dans lesquelles les coquillages peuvent être récoltés mais ne peuvent être mis sur le marché pour la consommation humaine qu'après avoir été traités dans un centre de purification agréé ou après reparcage dans une zone spécifiquement agréée pour cette opération.

Zones NC (zones non classées) : en l'absence de classement sanitaire, les activités de pêche ou d'élevage n'y sont pas autorisées. Seuls les pectinidés (coquilles Saint-Jacques, pétoncles), les gastéropodes non-filtreurs (notamment bulots, ormeaux, patelles) et les échinodermes peuvent y être récoltés, sauf spécifications contraires.

Zones à exploitation occasionnelle (EO) dites "à éclipses" : zones dans lesquelles la récolte et la commercialisation de coquillages sont soumises à autorisation préalable et sous conditions particulières (arrêté préfectoral spécifique lors de l'exploitation).

4.2.4 Les usages des eaux souterraines

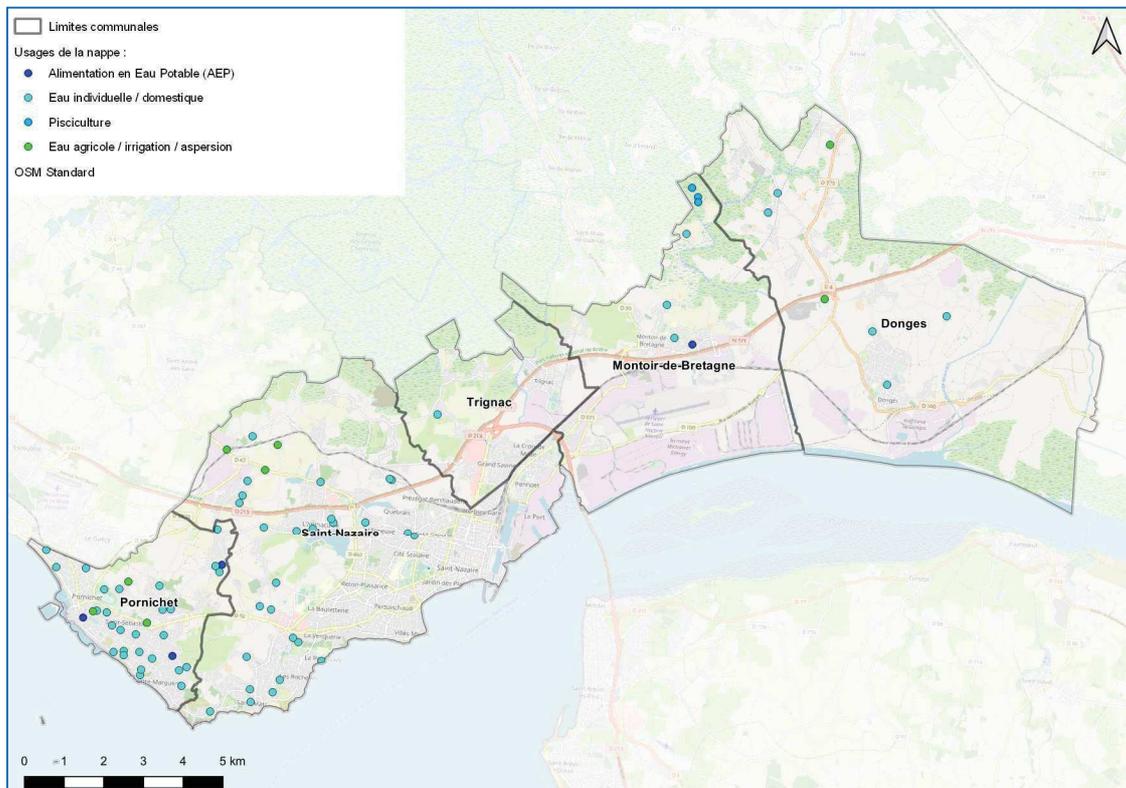
En Loire-Atlantique, la nature du sous-sol est peu propice à la présence d'eaux souterraines. Il en résulte un très faible nombre d'unités de production au regard de la moyenne nationale.

Au droit de la zone d'étude 268 ouvrages sont recensés par la banque de données du sous-sol :

- 4 captages d'alimentation en eau potable (3 sur la commune de Pornichet, 1 sur Montoir-de-Bretagne) – **ces captages ne sont pas recensés par l'ARS comme des captages AEP**. D'après les informations indiquées sur chaque fiche, le captage localisé sur la commune de Montoir-de-Bretagne (105 m de profondeur, captant la nappe du socle) sert à l'alimentation de chaudières industrielles et les 3 captages localisés sur la commune de Pornichet sont des puits publics sans usages (entre 4 et 6 m de profondeur, captant la nappe d'altération du socle) ;
- 63 forages destinés à de l'alimentation individuelle / domestique ;
- 3 forages pour de la pisciculture ;
- 8 forages à usage agricole / irrigation / aspersion ;
- 3 forages industriels ;
- 62 forages destinés à de la géothermie (pompe à chaleur, sonde géothermique) / chauffage ;
- 79 piézomètres pour des suivis qualitatifs de la nappe ;
- 46 ouvrages dont l'usage n'est pas connu.

Les ouvrages sensibles sont localisés en Figure 38. Ils sont principalement localisés sur Pornichet et Saint-Nazaire. Les forages pour la pisciculture sont localisés sur la commune de Montoir-de-Bretagne, dans les marais de Brière.

Figure 38 : Usages sensibles de la nappe sur la zone d'étude



Sources BD : Infoterre / BRGM / BSS TOTAL

Aucun captage d'alimentation en eau potable n'est localisé sur le territoire de la CARENE. L'eau potable provient uniquement de ressources localisées à l'extérieur du territoire. Celles-ci sont au nombre de trois : la nappe phréatique de Campbon, Férel sur la Vilaine, et le captage sur la Loire de Nantes Métropole.

À moyen terme, aucun projet d'exploitation de nouvelle ressource n'est prévu.

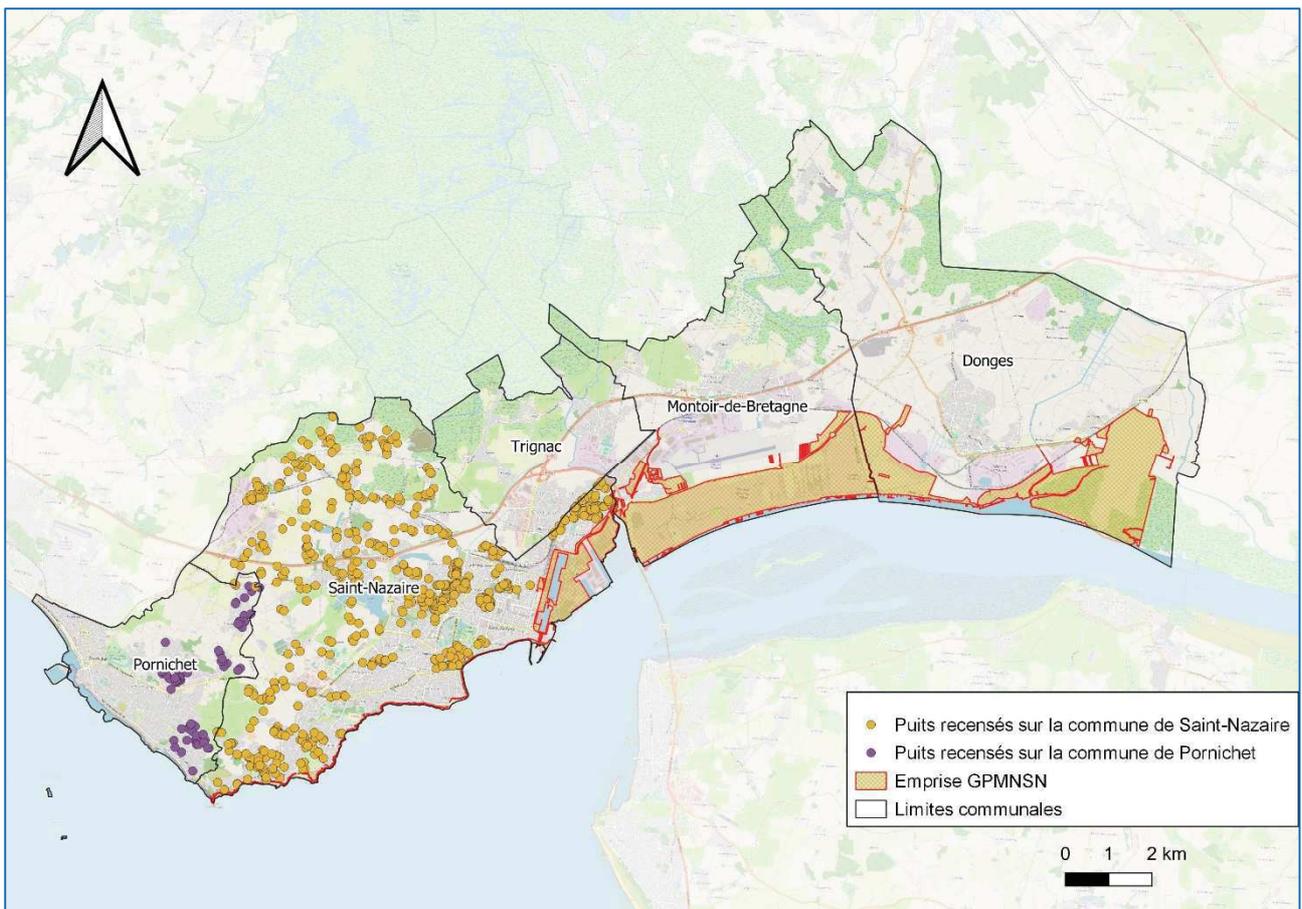
4.2.5 Les puits privés

En ce qui concerne le recensement des puits privés dans le secteur, l'ARS nous a indiqué ne pas avoir de recensement. Les mairies de la zone d'étude, contactées par téléphone, nous ont également indiqué ne pas avoir connaissance de registre recensant les puits privés. D'après notre connaissance du secteur à travers la réalisation d'études historiques à l'échelle de la parcelle, les puits privés sont parfois indiqués sur les matrices cadastrales.

Pour les communes de Saint-Nazaire et Pornichet, le cadastre a mis à disposition une couche SIG recensant les puits répertoriés sur ces communes. Ces données ne sont pas exhaustives et ne garantissent en rien l'accessibilité des ouvrages pour d'éventuels prélèvements.

La figure ci-dessous (Figure 39) présente la localisation des puits recensés sur le cadastre sur les communes de Saint-Nazaire et Pornichet. La répartition des puits recensés sur la commune de Saint-Nazaire apparaît de manière relativement uniforme sur l'ensemble de la commune.

Figure 39 : Puits recensés par le cadastre sur les communes de Saint-Nazaire et Pornichet



La profondeur et les usages de ces puits ne sont pas indiqués. D'après notre connaissance du secteur, il s'agit de puits peu profonds (entre 5 et 10 m) captant la nappe d'altération du socle. **La majorité des puits n'ont pas d'usage.** Lorsqu'il y a un usage, celui-ci concerne l'arrosage des potagers et/ou des plantes et rarement un usage pour une eau de boisson.

Sur la commune de Saint-Nazaire, peu de puits sont recensés en aval hydrogéologique de la zone industrielle du port, celle-ci étant localisée en bordure de la Loire et les écoulements souterrains étant supposés dirigés vers la Loire.

Ainsi, peu de puits sont susceptibles d'être impactés par une éventuelle pollution provenant de cette zone.

5. Inventaire et caractérisation des sources d'émissions atmosphériques

5.1 Choix des sites / activités

La première étape de l'inventaire des sources de pollutions environnementales a consisté à faire le choix des activités et sites industriels qui seront retenus dans le cadre de l'étude. Ce choix des sites/activités est issu d'une **concertation entre les différentes parties prenantes**. La démarche mise en œuvre pour retenir la liste de site a été présentée aux réunions du COS de février et de mars 2022, a fait l'objet d'échanges à ces occasions avec les membres du COS, pour aboutir à une liste arrêtée au 24 mars 2022.

Le choix réalisé s'est basé en premier lieu sur :

- La liste des ICPE¹⁰ relevant du régime d'autorisation (renseignées sous OSMOSE, l'espace de travail pour partage entre les membres du Comité d'Orientation Stratégique développé par la DREAL) ;
- La liste des ICPE relevant du régime d'enregistrement ;

Les activités sont soumises à enregistrement ou à autorisation en fonction de l'importance des risques ou des inconvénients qui peuvent être engendrés :

- **Autorisation (A)** : pour les installations présentant les risques ou pollutions les plus importants. L'exploitant doit faire une demande d'autorisation avant toute mise en service, démontrant l'acceptabilité du risque.
- **Enregistrement (E)** : conçu comme une autorisation simplifiée visant des secteurs pour lesquels les mesures techniques pour prévenir les inconvénients sont bien connues et standardisées ;

Afin d'être le plus exhaustif possible sur les sources d'exposition possibles de la population, le choix des sites/activités à intégrer dans l'étude de zone a été complété sur la base :

- D'une liste d'établissements fournie par les associations ;
- D'une liste d'établissements utilisant potentiellement des produits CMR, ou intéressants dans le cadre de l'étude de zone, transmise par la médecine du travail ;
- De la liste des notifiants REACH du secteur ;
- D'une liste des sites soumis à déclaration (DC) établie à partir de l'outil de la préfecture et retravaillée par la DREAL, pour sélectionner les activités potentiellement émettrices de polluants atmosphériques disposant de données d'émissions (2910, 2940, 2565 ...) ;
- De la liste des sous-traitants d'Airbus, des Chantiers de l'Atlantique, de l'AILE (Association des Industriels de Loire Estuaire) et de l'APIM (Association de la Plateforme Industrielle de Montoir-de-Bretagne), notamment dans les domaines d'activités de la mécanique, chaudronnerie et peinture.

La liste ainsi constituée comprenait **217 sites**. Parmi cette liste,

- 8 établissements ne sont plus en activité ;
- 14 établissements sont considérés comme susceptibles d'avoir des rejets atmosphériques négligeables, ou de ne pas avoir d'une influence significative sur l'état des milieux dans la zone. Parmi ces établissements, il est possible de noter par exemple ceux exerçant les activités de :
 - Contrôle technique automobile ;
 - Casse automobile ;
 - Concessionnaire automobile ;
 - Artisans électriciens ou peintres ;
 - Location de logements ;

¹⁰ ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

5. Inventaire et caractérisation des sources d'émissions atmosphériques

L'ensemble des établissements exerçant une activité considérée comme spécifique du territoire (i.e, activités de soudure et de chaudronnerie) de la CARENE ont été retenus.

Ainsi, **195 établissements** ont été conservés dans l'étude :

63 sites industriels soumis au titre de la nomenclature des ICPE ;

132 Activités non soumises au titre de la nomenclature des ICPE

Le mode d'intégration de ces établissements et la caractérisation de leurs émissions est alors fonction des données disponibles et de leur statut au titre de la nomenclature des ICPE. En complément de ces critères, il a également été tenu compte de l'intégration ou non des différentes activités dans l'inventaire des émissions atmosphériques réalisé par Air Pays de la Loire : BASEMIS® (Cf. paragraphe 5.3).

La liste des **63 sites** industriels soumis au titre de la nomenclature des ICPE et la description succincte de leurs activités sont présentées dans les tableaux suivants.

Tableau 9 : Liste des ICPE considérées

Industriel	Commune	Activités
Arcelor Mittal Steal	Saint-Nazaire	Parachèvement produits métallurgiques
APMI		Traitement de surface et application peinture
ARQUUS		Réparation de véhicules
CARENE station OM		Station de transfert des déchets ménagers et assimilés
CARGILL SN		Production d'huile brute et raffinée de tournesol et tourteaux de tournesol
Chantiers de l'Atlantique		Construction navale
Chantiers de l'Atlantique – Zone de Brais		Fabrication de cabines
Cité sanitaire CHARPAK		Etablissement sanitaire
Cité sanitaire HEINLEX		Psychiatrie, EHPAD, USLD, Blanchisserie Hospitalière
COLAS		Broyage, concassage, ... et autres produits minéraux ou déchets non dangereux inertes
CARENE CUNEIX		Déchetterie et plateforme de compostage de déchets verts
DAHER AEROSPACE		Logistique aéronautique
ENGIE		Chaufferie
EXXELIA		Fabrication de condensateurs électrochimiques au tantale et aluminium
FAMAT		Construction aéronautique et spatiale
GERB		Fabrication de structures métalliques
IDEA Logistique		Stockage de céréales
IDEA SN		Manutention et Stockage de marchandises vrac agroalimentaires
LYDALL		Usinage
MAN ENERGY SOLUTIONS		Assemblage et essais de moteurs diesel et gaz de forte puissance, et fabrication de pièces de rechange
Ouest Coating		Projection thermique
Rabas Protec		Traitement de surface de pièces en aluminium
SIDES		Conception ,fabrication de véhicules de lutte contre l'incendie, services associés et rénovation
AIRBUS SN (ex-STELIA)		Production de pièces élémentaires et assemblages de sous-ensembles métalliques pour les aérostructures.
SUEZ RV OSIS OUEST		Collecte et traitement des eaux usées
SUEZ RR IWS		Tri, transit, regroupement de déchets industriels dangereux
Air Liquide		Fabrication de gaz industriels
AIRBUS		Construction aéronautique et spatiale (assemblage, protection et équipement d'aéronefs)
Atlantique Emulsions	Fabrication d'émulsions de bitume	
CARGILL	Fabrication d'huiles et graisses brutes	
CETRA Granulats	Autres activités extractives n.c.a	
CHARIER TP	Recyclage déchets routiers, bitumes	
	Montoir de Bretagne	

5. Inventaire et caractérisation des sources d'émissions atmosphériques

Industriel	Commune	Activités
DAHER AEROSPACE		fabrication de pièces techniques à base de matières plastiques
ELENGY		Production de combustibles gazeux
EQIOM Holcim		Broyage, concassage,... et autres produits minéraux ou déchets non dangereux inertes
EQIOM Kercim		Fabrication de ciments
GDE		Démantèlement d'épaves
Grand Port Maritime de Nantes - Saint-Nazaire		Port maritime
IDEA La Barillais		Manutention et Stockage de marchandises vrac agroalimentaires
IDEA TMV		Manutention et Stockage de marchandises vrac agroalimentaires
IMERYS		Stockage, broyage et séchage de minerai (argile et houille)
LASSARAT		Travaux de peinture et vitrerie
Les Sablières de l'Atlantique		Broyage, concassage
OTCM		Réception, stockage et expédition de charbon en vrac
PBN		Exploitation de gravières et sablières, extraction d'argiles et de kaolin
PROMENS		Transformation de polymères par rotomoulage
ROMI Pays de la Loire		Installations de transit, regroupement ou tri de déchets d'équipements électriques et électroniques
SAIPOL ¹¹		Production de biodiesel
Sea Invest		Terminaux pour le vrac sec, les fruits et aliments, le breakbulk, le vrac liquide et les conteneurs.
SPEM		Production d'électricité
SPEM Pointe		Production d'électricité
Terminal du Grand Ouest		Plateforme de tri - transit des métaux
UNION INVIVO	Manutention portuaire	
YARA	Fabrication de produits azotés et d'engrais	
ANTARGAZ	Donges	Commerce de gros (commerce interentreprises) de combustibles et de produits annexes
CHARIER CM		Extraction de gravières et sablières, extraction d'argiles et de kaolin
TOTAL		Raffinerie
CARENE Pornichet	Pornichet	Broyage de déchets verts, collecte de déchets
Auchan	Trignac	Grande distribution
Grandjouan-Saco		Centre de tri/transfert de déchets non-dangereux
RFS		Fabricant de câbles, antennes et pylônes
STEPS CARENE	Saint-Nazaire Montoir Donges	Traitement des eaux usées en station d'épuration
E.S.P.A.C.E.	Saint-André-des-Eaux	Fabrication d'ensembles et sous-ensembles de programme développant une expertise en usinage, tôlerie, assemblage et contrôle 3D

Outre les industries soumises à autorisation, enregistrement, ou déclaration, mentionnées dans les tableaux précédents, les autres activités retenues dans l'étude de zone sont celles dont les rejets ont été jugés potentiellement significatifs compte-tenu de leur activité ou représentatifs de la zone d'étude (émissions spécifiques liées aux activités de soudage par exemple). **Ces activités sont au nombre de 132.**

► Cas de la centrale de Cordemais

Concernant les émissions de la centrale EDF de Cordemais, hors périmètre de la zone, GINGER BURGEAP a analysé les résultats de la dernière étude d'impact réalisée par EDF (en particulier ceux des modélisations,

¹¹ Le site Saipol a été arrêté et les ateliers de production mis sous cocon, il n'y a donc plus d'activité sur le site. Comme il s'agit d'une cessation partielle et temporaire d'activité du site, avec éventuelle reprise dans 3 ans, le site reste intégré dans l'étude de zone.

5. Inventaire et caractérisation des sources d'émissions atmosphériques

des mesures environnementales et de l'évaluation des risques sanitaires) pour évaluer si les émissions sont susceptibles d'avoir une influence significative sur l'état des milieux dans la zone.

Un programme de mesures de l'impact de l'activité de la centrale EDF de Cordemais a été mis en œuvre afin de répondre aux exigences de l'arrêté préfectoral complémentaire du 21 janvier 2014. La surveillance est réalisée semestriellement en utilisant la technique de biosurveillance faisant appel à des bryophytes terrestres comme indicateurs de la qualité environnementale.

L'étude a été réalisée sur cinq zones choisies en fonction des conditions de vents habituellement rencontrées sur la zone d'étude et du programme de surveillance précédent. Les résultats sont appréciés grâce aux données acquises sur un témoin servant de référentiel local.

Les concentrations métalliques mesurées lors des dernières campagnes, sont homogènes entre les différentes stations et inférieures ou équivalentes à celles mesurées sur la station témoin, à l'exception du Cd et du Se sur la station la plus proche (environ 700 m des sources d'émissions). Au-delà de 2 km, l'ensemble des concentrations appartiennent à des gammes de concentrations caractéristiques d'un bruit de fond, et ne traduisent pas d'impact significatif de l'usine EDF de Cordemais sur son environnement¹².

Le projet Ecocombust a fait l'objet d'un dossier de demande d'autorisation d'exploiter de la part d'EDF. Dans le cadre de ce dossier, il a été réalisé une étude de dispersion atmosphérique.

Au vu de cette modélisation et de l'analyse de la rose des vents, il apparaît que l'impact futur de la centrale de Cordemais ne peut excéder 10 km et ne peut donc atteindre le territoire de l'étude de zone.

A l'issue de cette analyse, il a été conclu que la centrale de Cordemais n'avait pas d'influence marquante sur les communes de la CARENE.

Figure 40 : Cartographie de l'impact du projet Ecocombust de la centrale de Cordemais.

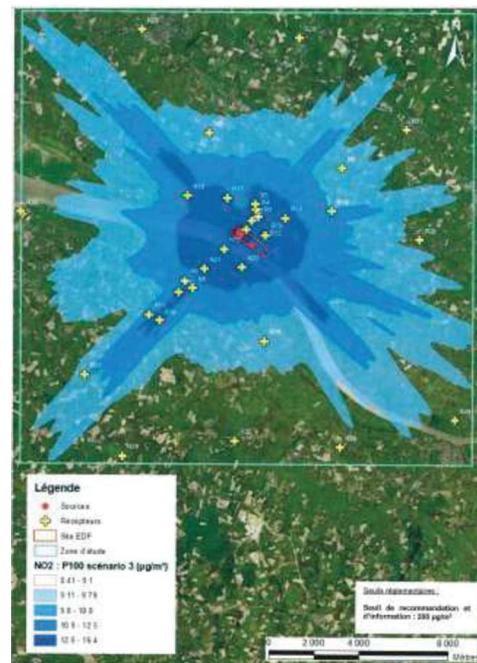


Figure 4-38: Cartographie des Percentiles 100 horaires du dioxyde d'azote (NO₂) pour le scénario 3

Dans une première approche, **il n'a pas été jugé pertinent d'intégrer** ce site dans l'étude. Nous confirmerons ce positionnement après la modélisation des émissions de la zone d'étude qui devrait logiquement démontrer l'absence de zone de cumul.

¹² EVADIES, 2022. BIOSURVEILLANCE DES RETOMBÉES ATMOSPHÉRIQUES DANS L'ENVIRONNEMENT DU SITE EDF DE CORDEMAIS. Synthèse du programme de surveillance environnementale 2020-2021 selon la méthode de biosurveillance NF EN 16414

5.2 Caractérisation des émissions atmosphériques

Les années de référence retenues pour la collecte des données sont **les années 2017 à 2019** ; les chiffres de ces années étant les plus consolidés et les plus complets au démarrage de l'étude. Ces années sont également considérées comme les plus représentatives du fonctionnement actuel et futur des sites à l'étude tout en s'affranchissant des modifications de fonctionnement liées à la crise sanitaire.

En l'absence d'information sur les rejets pour les années de référence, les données les plus récentes et les plus représentatives du fonctionnement actuel ont été prises en compte.

5.2.1 ICPE soumises au titre de la nomenclature des ICPE

La phase d'estimation des émissions atmosphériques a consisté à réaliser un inventaire le plus complet possible des rejets atmosphériques des sites industriels concernés par l'étude. Cette phase est primordiale puisqu'elle permet l'estimation du terme source.

Les émissions de 14 autres établissements, seront considérées via leur intégration dans BASEMIS®.

Tableau 10 : Liste des ICPE retenues via BASEMIS®

Société	Commune d'activité	Activité
Air Liquide France Industrie	Montoir de Bretagne	Fabrication de gaz industriels
ANTARGAZ	Donges	Commerce de gros (commerce interentreprises) de combustibles et de produits annexes
COLAS	Saint-Nazaire	Broyage, concassage, ... et autres produits minéraux ou déchets non dangereux inertes
Engie Bouletterie	Saint-Nazaire	Chaufferie
FAMAT	Saint-Nazaire	Sous-traitant d'Airbus / construction aéronautique et spatiale
Grand Port Maritime de Nantes - Saint-Nazaire	Montoir de Bretagne	Port maritime
LYDALL	Saint-Nazaire	usinage
Les Sablières de l'Atlantique	Montoir de Bretagne	installation de broyage, concassage
PBN	Montoir de Bretagne	Exploitation de gravières et sablières, extraction d'argiles et de kaolin
ROMI Pays de la Loire	Montoir de Bretagne	Installations de transit, regroupement ou tri de déchets d'équipements électriques et électroniques
Sablières	Montoir de Bretagne	Terminal sablier
SUEZ RV OSIS OUEST	Saint-Nazaire	Collecte et traitement des eaux usées
Terminal du Grand Ouest (TGO)	Montoir de Bretagne	Plateforme de tri - transit des métaux
CARENE	Pornichet	Broyage de déchets verts, collecte de déchets

Pour les autres industriels (**48 industriels**), la collecte des données des émissions atmosphériques concernés a été réalisée par le biais d'une base de données créée et pré-complétée par GINGER BURGEAP puis fournie à chaque industriel qui avait en charge de la valider et/ou la renseigner avec les données manquantes.

Ainsi, la démarche pour la collecte des données a été la suivante :

- Collecte par GINGER BURGEAP des informations disponibles auprès de la DREAL :
 - Déclaration GEREP.
 - Bilan de fonctionnement ;
 - Données d'auto-surveillance ;
 - Evaluation quantitative des risques sanitaires ;
 - Plan de Gestion Solvants...
 - Tout autre donnée déposée sur la plateforme OSMOSE.
- Pré-remplissage de la base de données (BDD) par GINGER BURGEAP puis transmission de la base de données renseignée de façon individuelle pour chaque site ;

Le pré remplissage de cette base de donnée s'est appuyé sur le travail préparatoire réalisé par la DREAL ayant conduit à l'identification des documents utiles à l'étude de zone et disponibles dans les archives ICPE de la DREAL (PGS, EQRS, IEM, rapports de rejets atmosphériques, surveillance des eaux souterraines, ...)

- Réunion de présentation de l'étude, de ses objectifs et de la base de données en visioconférence ;
- Echanges téléphoniques ou en visioconférence avec les responsables en charge de l'environnement des sites en question.

Cette base a pour objectif de collecter pour chaque industriel et pour chaque rejet atmosphérique :

- La localisation ;
- Les caractéristiques du rejet (le type de source, la hauteur d'émission, les caractéristiques géométriques de la source, la vitesse d'éjection, la température de rejet) ;
- La nature et la quantité des polluants émis ainsi que les éventuelles variations d'émissions mensuelles ;
- Les conditions de fonctionnement (type de fonctionnement : continu ou ponctuel, les périodes d'arrêt, le temps de fonctionnement).

Chaque industriel avait en charge de compléter et de valider la base de données fournie dans un délai de 4 semaines.

Comme mentionné précédemment, la base de données a été complétée pour une ou plusieurs années entre 2017 et 2019, en fonction de la disponibilité des données. Dans un premier temps, la moyenne des quantités annuelles émises sur les années de références 2017-2019 a été retenue. Ainsi, si aucune donnée n'est disponible pour ces années, la moyenne des quantités annuelles émises pour les autres années est prise en compte.

Pour chaque industriel, GINGER BURGEAP a procédé à une **analyse critique des données**. Celle-ci s'est appuyée sur notre retour d'expérience, notre expertise, sur les données issues de la bibliographie pour les activités à l'étude, sur le croisement des données transmises avec les données disponibles auprès de la DREAL (déclaration GEREP notamment). Les données transmises ont été corrélées, en termes d'ordres de grandeurs, avec des calculs basés sur l'utilisation de facteurs d'émissions (CITEPA, CORINAIR, US EPA...) lorsque ceux-ci étaient disponibles.

Des visites de site ont également été réalisées afin de valider les sources considérées et l'inventaire des émissions. Ces visites ont concerné les sites suivants :

- Les chantiers de l'Atlantique,
- Airbus Saint Nazaire,
- GERB,

5. Inventaire et caractérisation des sources d'émissions atmosphériques

- L'Institut de Soudure,
- Cargill Saint Nazaire.

Ces sites ont été retenus car ils constituent pour les 2 premiers, les principaux sites émetteurs et les principaux donneurs d'ordre sur la zone. Il est également à noter que ces sites sont ceux qui ont accepté nos demandes de visites.

Pour chaque site retenu dans le cadre de l'étude, une fiche spécifique a été complétée mentionnant l'ensemble des documents consultés, les éléments collectés relatifs au site et l'ensemble des hypothèses de travail retenues. L'ensemble des fiches synthétiques est fourni en Annexe 9. Les flux à l'émission retenus pour chaque site y sont reportés.

Une synthèse des flux quantifiés est fourni en Annexe 12.

L'identification et la quantification des émissions de polluants est basée :

- Sur le retour et le traitement des bases de données fournies par les industriels ;
- Sur le traitement des bases de données réalisées par GINGER BURGEAP suite aux visites de sites et aux entretiens téléphoniques réalisés ;
- Sur le traitement des bases de données réalisées par GINGER BURGEAP à partir des données initialement disponibles.

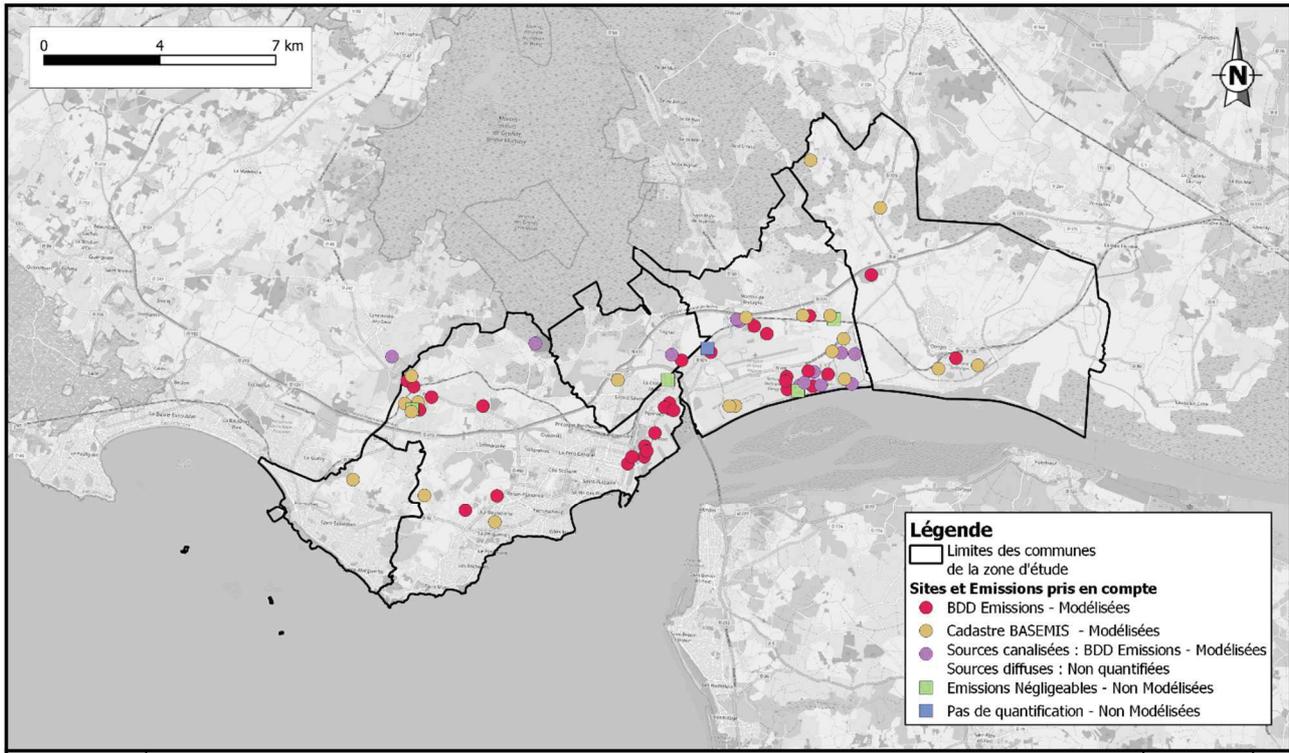
La liste des activités dont la base de données a été intégrée est présentée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 11 : Liste des activités dont la base de données a été intégrée

1. AIRBUS ATLANTIC NZ	2. CARENE CUNEIX	3. MAN ENERGY Solutions
4. AIRBUS MONTOIR	5. DAHER AEROSPACE	6. OTCM terminal Charbonnier
7. APMI	8. LASSARAT	9. Ouest Coating
10. ARECELOR MITTAL CS France	11. ELENGY	12. PROMENS
13. ARQUUS	14. EQIOM Holcim	15. RABAS PROTEC
16. Atlantique Emulsions	17. EQIOM KERCIM	18. RFS
19. Auchan	20. ESPACE	21. SAIPOL
22. CARENE Station OM	23. EXXELIA	24. SEA-INVEST MONTOIR
25. CARGILL Montoir	26. GERB	27. SIDES
28. CARGILL Saint Nazaire	29. GRANDJOUAN-SACO	30. SPEM
31. Centre Hospitalier (cité sanitaire) Heinlex	32. IDEA LA BARILLAIS	33. SPEM Pointe
34. CETRA Granulats	35. IDEA LOGISTIQUE	36. STEP Carene
37. Chantiers de l'Atlantique	38. IDEA SN	39. SUEZ RR IWS ST NAZAIRE
40. Chantiers de l'Atlantique - Zone de Brais	41. IDEA TMV	42. TOTAL
43. CHARIER CM – MA	44. IMERYS	45. UNION INVIVO
46. Cité Sanitaire Nazairienne (Charpak)	47. AFM RECYCLAGE (GDE)	48. YARA

La carte ci-après synthétise le mode de prise en compte des activités dans le cadre de l'étude. Elle permet également de mettre en évidence les sites pour lesquels certaines sources, diffuses notamment, n'ont pu être quantifiées. Cela, permettra dans la suite de l'étude, d'apporter une attention particulière à ces sources potentielles d'émissions et d'ajuster au mieux le plan de mesures complémentaires à envisager.

Figure 41 : Synthèse des ICPE considérées.



5.2.2 Activités non soumises au titre de la nomenclature des ICPE

Le logigramme ayant conduit au choix des sites/activités et leur mode d'intégration est présenté en Annexe 5.

Ces activités auraient pu être considérées uniquement via l'inventaire BASEMIS®. Cependant, au vu de la spécificité de la zone d'étude et des activités exercées (notamment soudage, chaudronnerie), il a été retenu d'interroger plus spécifiquement certains sites de manière à pouvoir estimer de façon plus précise leurs émissions.

Ainsi, pour ces activités, un questionnaire a été élaboré afin de collecter les informations nécessaires pour détailler ou estimer leurs émissions. Ce questionnaire a également été transmis aux activités identifiées dans BASEMIS comme émettant plus de 1% des COV émis sur la zone. Ainsi, 95 questionnaires ont été transmis.

Ce questionnaire visait à collecter les informations suivantes :

- Description des activités ;
- Volume d'activité ;
- Effectif dans la société ;
- Description des modes de production ;
- Produits utilisés/stockés sur site ;
- Activités susceptibles d'être à l'origine d'émissions atmosphériques : présence d'émissaire(s) et le cas échéant, mesures à l'émission ;
- Suivi de l'exposition travailleurs
- 1 annexe dédiée spécifiquement à l'activité de soudage ; activité particulièrement présente dans la zone d'étude.

Ce questionnaire a été transmis par courrier à **94 sites** et a fait l'objet d'une présentation auprès des représentants des activités concernées lors de réunions en visioconférence. **36 activités** ont été considérées via BASEMIS et il est à noter que les émissions de **2 établissements** sont prises en compte par leur intégration dans les émissions de leur donneur d'ordre (Airbus). La liste est fournie en Annexe 6.

Parmi les 94 établissements interrogés, 16 ont répondu au questionnaire.

Tableau 12 : Liste des activités ayant répondu au questionnaire

Industriel	Commune	Activités
Atlantique Tôlerie Soudure	Saint-Nazaire	Soudure
Chouteau Atlantique		Activité de chaudronnerie, de serrurerie, de tôlerie, de mécano-soudure et de mécanique
Fab'Academy – Pôle formation UIMM		Centre de formation - travail mécanique des métaux et alliages
KERMAR		Soudure
SMCT		Soudure
TISSOT		Chaudronnerie
CNI sur mesure métallique	Montoir de Bretagne	Soudure
ENDEL		Réparation de machines et équipements mécaniques
Institut de soudure		Centre de formation
SERVISOUD		Soudure
Caddac Atlantique Service	Donges	Fabrication de béton prêt à l'emploi
Caddac Centrale BPE La Belle fille		Fabrication de béton prêt à l'emploi
Institut de soudure		Centre de formation
OMEGA Atlantique		Electricité industrielle
MASER ENGINEERING	Trignac	Réparation de machines et équipements mécaniques
STIVAL	Saint-André-des-Eaux	Soudure

Ces 16 réponses nous permettent de considérer 11 activités supplémentaires non intégrées dans BASEMIS.

Parmi les 94 activités interrogées via le questionnaire, 36 ne sont pas intégrées dans BASEMIS. Cependant, les émissions de 8 de ces activités sont intégrées dans le bilan d'Airbus, et 6 dans le bilan des chantiers. Il en est donc déduit que seules 15 activités ne peuvent pas être prises en compte dans l'étude, soit 7% des sites. Néanmoins, il peut être considéré que ces activités représentent une faible part des émissions globales de la zone d'étude.

5.2.3 Les émissions liées aux activités de soudage

L'estimation des émissions des activités de soudage est basée sur le traitement des données fournies par les différentes activités ayant renseigné la base de données ou le questionnaire fourni.

Tout d'abord, comme mentionné dans le document de l'INRS¹³, une immense majorité (95%) des constituants des fumées provient du **produit d'apport**, et quasiment pas du matériau de base. Ainsi, le travail de quantification des émissions est priorisé sur ce paramètre qu'est le produit d'apport dans le soudage.

Il a ensuite été considéré les facteurs d'émissions issus de l'AP42¹⁴, qui indique des facteurs d'émission pour les soudures à l'arc électrique, fonction du type de soudage. Ces facteurs d'émission sont exprimés en **quantité émise par électrode consommée (matériau d'apport)**, soit en gramme par kilogramme de matériau d'apport consommé, pour un grand nombre de type d'électrode.

¹³ INRS, 2018. Les fumées de soudage et des techniques connexes – ED6132

¹⁴ **Compilation of Air Pollutant Emissions Factors**, has been published since 1972 as the primary compilation of EPA's **emissions factor** information. It contains emissions factors and process information for more than 200 air pollution source categories.

La quantification des émissions des différents polluants liées aux émissions de soudage sur la zone de la CARENE est ainsi basée :

- Sur les facteurs d'émissions présentés précédemment, et exprimés en kg/kg de matériau d'apport consommé
- Sur les quantités de matériau d'apport consommées et renseignées par les différentes activités
- Sur la présence de torches d'aspiration et d'efficacité de traitement des torches :
 - Estimation du taux de captation des torches :
 - 90% pour les chantiers de l'Atlantique : valeur issue des caractéristiques techniques fournies (90 à 95%)
 - 90% en première approche pour les activités ayant indiqué un système d'aspiration par torche (valeur identique en première approche)
 - Estimation du taux d'abattement des systèmes de filtration :
 - 99% pour les chantiers de l'Atlantique : valeur issue des caractéristiques techniques fournies (> 99.9%)
 - 90% pour les autres installations : valeur approximative estimée par GINGER BURGEAP

Une présentation de la méthodologie et des calculs réalisés est proposée en Annexe 11.

Cette méthodologie appliquée aux principales activités de soudage permet de faire apparaître que :

- Hormis les chantiers de l'Atlantique, les émissions à l'atmosphère des fumées issues des soudages sont généralement de quelques kilos par an, et la part des métaux que sont le chrome, le cobalt, le manganèse, le nickel, le plomb au plus de l'ordre de quelques centaines de grammes.
- Sur les chantiers de l'Atlantique, ces données apparaissent comme plus importantes (plusieurs kilos pour les métaux) et restent en majorité émises de façon diffuse à proximité de l'activité de soudure, dans les bâtiments ou celles-ci sont effectuées. Elles sont de l'ordre :
 - De quelques kilos de chrome, dont environ 4 kg de Chrome VI principalement « diffus » (soit non capté par la torche et présent à proximité de l'activité de soudage)
 - D'environ 40 kg de manganèse et de nickel, métaux les plus présents d'après les facteurs d'émission disponibles.

En ce qui concerne la part « manquante » entre la quantité totale de fumée émise et la somme des métaux quantifiée, au vu des principaux matériaux d'apport utilisés et soudés (acier), la différence a été affectée **au fer** afin de pouvoir spécifier l'intégralité des fumées quantifiées.

En ce qui concerne les émissions de soudage d'AIRBUS, il est indiqué que « seul le tungstène est utilisé comme matériau d'apport sur les opérations de soudure ». Or, le tungstène ne fait pas partie des métaux dont les émissions peuvent être quantifiées à partir des données bibliographiques de l'AP42. De plus, il s'agit d'une électrode non fusible, ce qui signifie qu'elle ne fond pas durant la soudure. Ceci est confirmé dans le graphique de l'AP42 qui représente le GTAW comme une « non consommable electrode ».

Ainsi, il apparaît que les émissions de tungstène peuvent être négligées. En effet, il est estimé à environ 460 « pièces » la consommation annuelle d'électrodes. AIRBUS n'ayant pu indiquer de masse totale consommée ou de masse unitaire d'une pièce, celle-ci a été estimée à partir des informations disponibles sur les vents d'électrodes à environ 100 grammes par pièce, soit une consommation totale d'environ 46 kg/an. En appliquant, en première approche, un facteur d'émission identique à celui des fumées pour les soudures de type GMAW (9.2E-03 kg/kg d'électrode consommée), la quantité de tungstène issue des soudures est de l'ordre de 400g/an, et ceci sans considérer la captation des émissions par les systèmes de traitement et les abattements effectifs. Aussi, il apparaît que d'après les données fournies, les émissions issues de l'activité de soudage issues d'AIRBUS Saint Nazaire peuvent être négligées.

Les émissions des activités de soudages ont été quantifiées pour les sites suivant :

- Atlantique Tôlerie Soudure
- Institut de soudure Montoir
- CHANTIERS DE L'ATLANTIQUE
- KERMAR
- CNI Montoir de Bretagne
- MAN ENERGY Solutions
- GDE

La synthèse des émissions estimées est reportée dans le tableau suivant :

Tableau 13 : synthèse des émissions du soudage

Emissions totales	(kg/an)
Quantité de Chrome émise (kg/an)	25,9
Quantité de Chrome VI émise (kg/an)	4,6
Quantité de Cobalt émise (kg/an)	0,1
Quantité de Manganèse émise (kg/an)	43,9
Quantité de Nickel émise (kg/an)	45,9
Quantité de Plomb émise (kg/an)	1,2
Quantité de Fer émise (kg/an)	1064,1

5.2.4 Cas particulier des produits phytosanitaires

L'information concernant l'usage par certains industriels de produits phytosanitaires dans leur process, a été collectée et synthétisée dans le tableau ci-après.

Tableau 14 : Utilisation des produits phytosanitaires

Site	Commune	Produits	Composés	%	Qtés (tonnes/an)
Union Invivo	Montoir de Bretagne	PIRIGRAIN 50	Hydrocarbures, C11-C14, n-alcanes, isoalcanes, cycliques, < 2 % aromatiques	> 50	1,400
			(2-méthoxyméthyléthoxy)propanol	25	
			Pyrimiphos-méthyl	5,8	
		K-OBIOL ULV 6	Deltaméthrine	0,68	
			Pipéronyl butoxide	6,1	
IDEA	Saint Nazaire	PIRIGRAIN 50	Hydrocarbures, C11-C14, n-alcanes, isoalcanes, cycliques, < 2 % aromatiques	> 50	0,774
			(2-méthoxyméthyléthoxy)propanol	25	
			Pyrimiphos-méthyl	5,8	
		PHOSTOXIN BAG	phosphure d'aluminium	57	0,071
			phosphine	0	
		HARMONIX INSPYR	Chrysanthemum cinerariaefolium	2,5	0,021
			Méthanol	0,165	
			Dipropylène Glycol Monométhylrique Ether	1	

Site	Commune	Produits	Composés	%	Qtés (tonnes/an)
		AQUAPY	Chrysanthemum cinerariaefolium	3	0,002
			Pipéronyl butoxide	13,5	
			Ether polyglycolique d'alcool gras 16-20 EO	< 3	
			Heptaméthyltrisiloxane modifié polyalkylène oxide	< 3	
			Distillats légers (pétrole), hydrotraités	< 10	
			Octadecan-1-ol, ethoxylated	< 0,25	
			masse de réaction de 5-chloro-2-méthyl-2H-isothiazol-3-one et de 2-méthyl-2H-isothiazol-3-one (3:1)	< 0,0015	
			Alcool cétylique	> 1	
		FENOX EC	ETOFENPROX (ISO); 2-(4-ETHOXYPPHENYL)-2-METHYLPROPYL 3-PHENOXYBENZYL ETHE	0,3	0,00031
			Pyréthrinés	1	
Montoir de Bretagne	PHOSTOXIN BAG	phosphure d'aluminium	57	0,117	
		phosphine	0		

Aucun de ces composés n'est classé CMR.

Hormis pour le PIRIGRAIN 50, les quantités mise en œuvre peuvent être considérées comme faibles voir négligeables.

Pour le PIRIGRAIN 50, les informations toxicologiques mentionnent :

- H304 Peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires (Asp. Tox. 1).
- H315 Provoque une irritation cutanée (Skin Corr. 2).
- H373 Risque présumé d'effets graves pour le système nerveux à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée (STOT RE 2).
- H410 Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme (Aquatic Chronic 1).
- EUH066 L'exposition répétée peut provoquer des dessèchement ou gerçures de la peau.

Ce composé n'est pas CMR et il ne dispose pas de VTR pour des effets par inhalation.

En ce qui concerne les activités de Cargill, les graines stockées ne reçoivent aucun traitement par produit phytosanitaire sur site.

Les produits « Cargill » sont fabriqués « conformément aux normes de sécurité alimentaire du Groupe, aux codes de bonnes pratiques FEDIOL (The EU Vegetable Oil and Meal Industrie) et à la réglementation européenne sur les pesticides. L'ensemble des produits fabriqués par Cargill se doivent de répondre aux **normes de sécurité alimentaires**. Ainsi, le système de sécurité alimentaire de CARGILL est basé sur l'évaluation des risques HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point), méthode qui se traduit par un système d'analyse des dangers et points critiques pour leur maîtrise.

5. Inventaire et caractérisation des sources d'émissions atmosphériques

Cette analyse de risques, révisée régulièrement, permet de déterminer un monitoring des graines c'est-à-dire : en fonction du type de graines (exemple colza ou tournesol) et de son origination (exemple : France ou autre pays) de définir la fréquence d'analyses de pesticides ; Ceci afin de vérifier que les résidus de pesticides sont conformes aux seuils réglementaires définis dans le Règlement 396/2005 et ses amendements.

- 86 % des graines reçues par Cargill sont d'origine françaises et elles respectent toutes scrupuleusement les LMR¹⁵ Européennes.
- En ce qui concerne les graines d'origines étrangères, les analyses sont réalisées au cours du trajet en bateau, ce qui permet d'avoir les résultats d'analyse avant déchargement. En cas de non-conformité, le déchargement n'est pas autorisé.

Ainsi, au vu des quantités mises en œuvre et de la toxicité de ces composés, il a été retenu de ne pas considérer les produits phytosanitaires dans la suite de l'étude.

Des analyses de produits phytosanitaires pourront faire l'objet de prescriptions spécifiques aux sites qui les mettent en œuvre, mais il est ici considéré qu'il ne s'agissait pas d'une thématique majeure dans le cadre de l'étude de zone.

¹⁵ LMR : Limites Maximum de Résidus

5.3 Caractérisation des autres émissions atmosphériques

Outre les émissions industrielles actuelles liées aux ICPE, les autres sources considérées, sont :

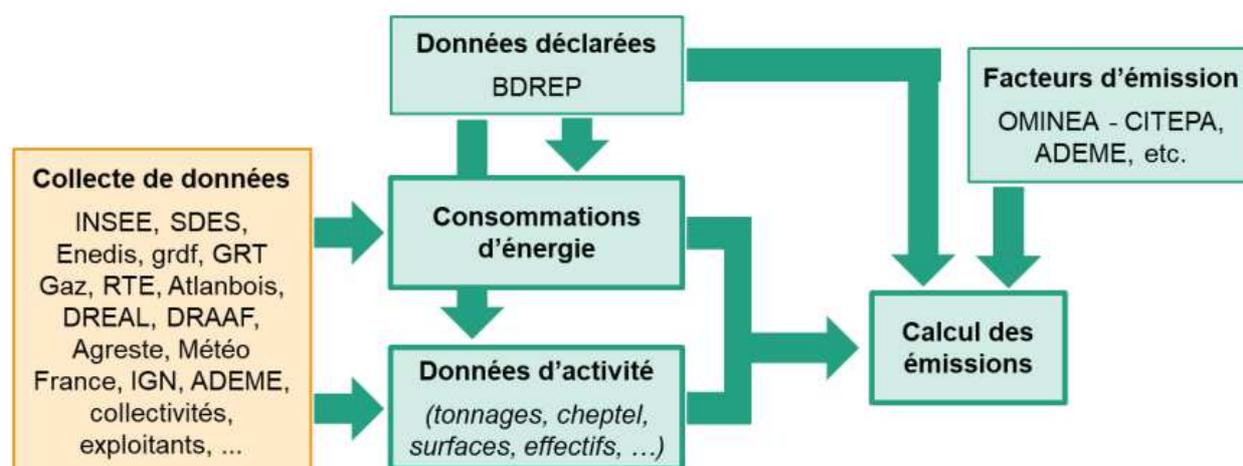
- Le trafic routier, aérien, ferroviaire, maritime ou fluvial ;
- Les activités industrielles hors ICPE,
- Les activités artisanales,
- Les activités résidentielles ou tertiaires (chauffage, ...) ;
- Les activités agricoles ;

Ces émissions ont été prises en compte à partir des rapports et données issus de l'inventaire détaillé des émissions BASEMIS® développé par Air Pays de la Loire.

Le cadastre des émissions ou inventaires spatialisés correspond à un inventaire des émissions où les émetteurs ont été spatialisés, le plus précisément possible, sur une grille d'espace. D'une manière générale, les émissions sont estimées à partir de données d'activité représentative du secteur d'émission étudié (consommation d'énergie, comptages routiers, surfaces agricoles...) et de facteurs d'émissions spécifiques à chaque type d'émetteur.

Le principe général de l'inventaire BASEMIS® est de calculer les émissions d'un territoire à partir de données d'activité. Ces données d'activité sont collectées auprès de différentes sources de données, en favorisant en priorité les données locales.

Figure 42 : Méthodologie générale de calcul des consommations d'énergie et émissions dans BASEMIS®



Source : BASEMIS® V6, guide méthodologique – Air Pays de la Loire – octobre 2021

La méthodologie détaillée de calcul des émissions est présentée dans le guide méthodologique « BASEMIS® » d'Air Pays de la Loire d'octobre 2021.

Les calculs sont effectués pour une année civile, et sont actuellement disponibles pour les années 2008 à **2018**. C'est cette dernière année disponible (2018) qui sera retenue dans la présente étude.

5.3.1 Substances considérées

Les émissions de polluants comprises dans BASEMIS® sont exprimées en masse de l'espèce chimique émise par an (kg/an) :

- Les gaz acidifiants et précurseurs d'ozone : le dioxyde de soufre (SO₂), les oxydes d'azote (NO_x), le monoxyde de carbone (CO), les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM), l'acide chlorhydrique (HCl), l'acide fluorhydrique (HF) et l'ammoniac (NH₃) ;
- Les particules de diamètre inférieur à 10 µm (PM10), de diamètre inférieur à 2,5 µm (PM2,5) et diamètre inférieur à 1 µm (PM1), ainsi que le carbone suie (BC) ;
- Les composés organiques cancérigènes : le benzène (C₆H₆), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les polychlorobiphényles (PCB) et les dioxines et furannes (PCDDF) ;
- Les métaux lourds : le plomb (Pb), l'arsenic (As), le nickel (Ni), le cadmium (Cd), le mercure (Hg), le chrome (Cr), le cuivre (Cu) et le Zinc (Zn).

5.3.2 Activités prises en compte

L'inventaire des émissions est réalisé suivant la nomenclature SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution) développée par l'Union Européenne dans le cadre du programme CORINAIR¹⁶. Cette nomenclature est la référence en matière d'inventaires nationaux produits notamment par le CITEPA¹⁷ (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique). L'ensemble des activités émettrices est regroupé en 11 grands secteurs. Cette nomenclature est structurée en trois niveaux, le dernier niveau (niveau 3) contenant plus de 400 catégories. Un quatrième niveau est introduit ces dernières années pour prendre en compte certaines particularités des secteurs concernés.

Le tableau suivant présente les 11 grands secteurs de niveau 1 :

Tableau 15 : nomenclature SECTEN utilisée dans BASEMIS®

N° SNAP	Description
01	Combustion dans les industries de l'énergie et de la transformation de l'énergie
02	Combustion hors industrie
03	Combustion dans l'industrie manufacturière
04	Procédés de production
05	Extraction et distribution de combustibles fossiles/énergie géothermique
06	Utilisation de solvants et autres produits
07	Transports routiers
08	Autres sources mobiles et machines
09	Traitement et élimination des déchets
10	Agriculture et sylviculture
11	Autres sources et puits

¹⁶ <https://www.eea.europa.eu/themes/air/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook/emep>

¹⁷ <http://www.citepa.org>

Les données nécessaires à l'élaboration de l'inventaire sont nombreuses et très diverses (statistiques publiques, comptages, littérature, etc.). Air Pays de la Loire s'appuie pour chaque activité sur des organismes officiels et reconnus afin de garantir la fiabilité et la pérennité des informations collectées (Fournisseurs d'énergie, SDeS, INSEE, DREAL, AGRESTE...).

► Echelle communale

L'inventaire BASEMIS® possède une résolution communale. Il permet d'agréger les résultats à différentes échelles : EPCI, Pays, Départements, territoires de projets, etc.

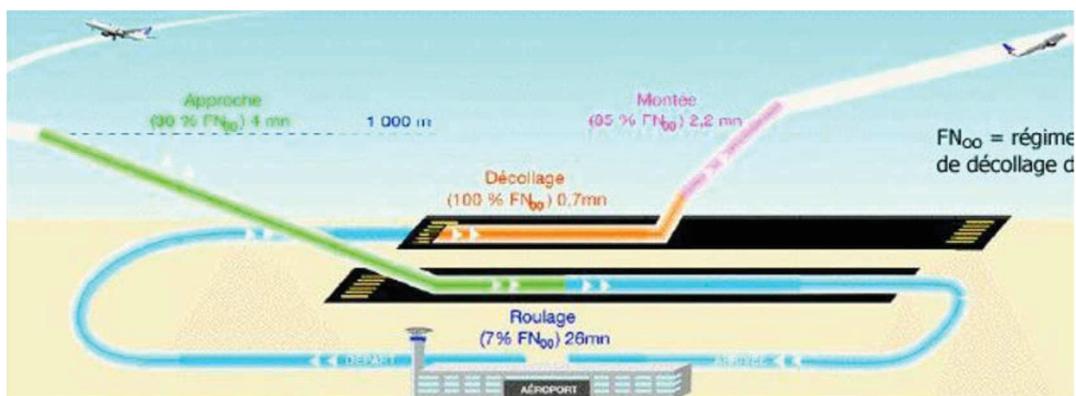
A l'échelle communale, le nombre d'emplois communaux par activité économique NAF¹⁸ est une donnée utilisée aussi bien pour le tertiaire que pour le secteur industriel pour répartir les émissions associées. Les codes NAF considérés par communes sont reportés en Annexe 5. Dans BASEMIS V6, pour les communes de la zone d'étude, cette base de données communale est réalisée au moyen du traitement de la base de données ACCOS de l'URSSAF.

L'analyse de ces codes NAF a permis de s'assurer que l'ensemble des activités présentant des émissions significatives seraient bien prises en compte dans le cadre de l'étude.

De manière spécifique, il est à noter que :

- Les émissions du crématorium sont considérées par l'intermédiaire du code NAF 9603Z (Services funéraires) ;
- Les émissions des stations-services sont incluses dans le secteur « production d'énergie » ;
- Les émissions du Grand Port Maritime sont quant-à elles considérées par l'intermédiaire de 2 rubriques :
 - Les émissions liées aux navires sont intégrées dans « autres_transports » ;
 - Les émissions liées aux chargements/déchargements sont intégrées via le code NAF 5222Z ;
- Le secteur « traitement des déchets » intègre :
 - Les émissions de NH₃ en lien avec l'épandage de boue ;
 - Les émissions de COV en lien avec les STEP ;
- Pour le secteur aérien, l'ensemble des émissions de polluants correspondant au cycle LTO (landing and takeoff) du trafic aérien international est pris en compte dans ce format.

Figure 43 : Cycle LTO



(source : BASEMIS®, 2021)

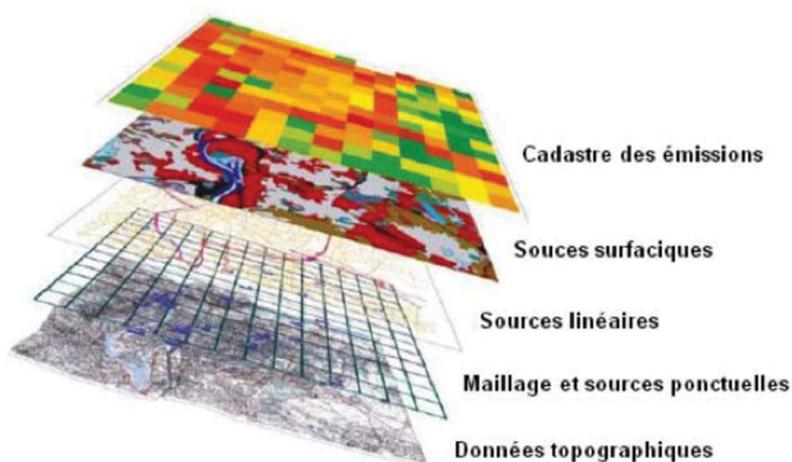
¹⁸ Le code NAF ou nomenclature d'activité française est issu de la nomenclature française et permet de déterminer l'activité principale de l'entreprise ou du travailleur indépendant.

► Cadastre des émissions

Afin de pouvoir considérer les émissions de l'inventaire BASEMIS® dans le modèle de dispersion atmosphérique qui sera utilisé dans le cadre de la phase 2, la réalisation d'un cadastre des émissions est nécessaire.

Dans un cadastre des émissions, les données sont localisées géographiquement aussi précisément que possible au niveau de leur source à l'aide d'un Système d'Information Géographique. Il s'agit alors de réaliser la projection de données des émissions sur une occupation des sols et de découper ensuite cette projection via une grille régulière recouvrant le territoire à modéliser.

Figure 44 : Réalisation d'un cadastre des émissions de polluants à l'atmosphère



Le cadastre des émissions a été réalisé à partir de l'inventaire des émissions BASEMIS® V6 :

- **Echelle géographique** : les 5 communes composant actuellement l'étude de zone de la CARENE : Pornichet, Saint-Nazaire, Montoir de Bretagne, Trignac et Donges. Il inclut également pour partie les communes limitrophes à cette zone.
- Année de référence : 2018
- **Echelle sectorielle** : tous les secteurs et sous-secteurs inclus dans l'inventaire BASEMIS® (secteurs du format SECTEN).
- **Format de restitution** : la restitution des résultats se fera par activité polluante de type SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution)
- **Maillage de la grille** : la grille utilisée sera le km² (maille régulière de 1 km par 1 km).
- **Occupation des sols utilisées** : Corine Land Cover version 2018, dernière version d'occupation des sols disponible.

Trois types de sources sont considérées :

- **Les sources linéaires** : les transports routiers, maritimes et ferroviaires. Ces sources sont définies par un segment linéaire ;
- **Les sources ponctuelles** : il s'agit des grands émetteurs géolocalisés qui notamment déclarent leurs émissions dans le cadre de l'Inventaire du Registre des Emissions Polluantes (IREP). A ces sources seront soustraites les émissions précédemment caractérisées dans le cadre de la base de données des émissions des ICPE précédemment constituée.

5. Inventaire et caractérisation des sources d'émissions atmosphériques

- **Les sources surfaciques** : toutes les autres sources en particulier les secteurs résidentiels et tertiaire, l'agriculture, l'industrie hors sources ponctuelles...

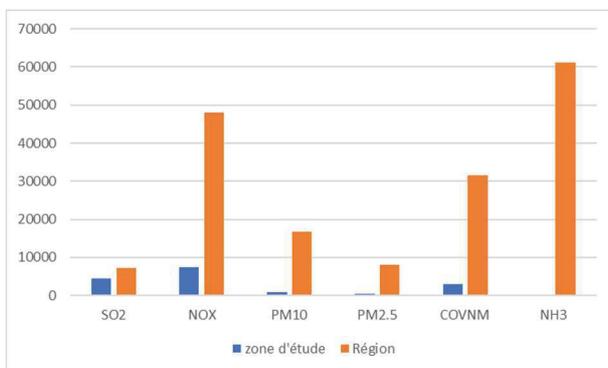
Il est à noter que le cadastre à l'échelle kilométrique ne peut faire référence aux codes NAF utilisés dans le cadre de l'inventaire à l'échelle communale. Cette approche constitue une limite méthodologique pour statuer sur l'éventuelle prise en compte en doublon de certaines activités (hors ICPE). L'approche retenue reste toutefois majorante.

5.3.3 Synthèse des émissions considérées

La synthèse des émissions considérées par secteur est reportée en Annexe 9.

A titre indicatif, le graphe ci-après représente les émissions de la zone d'étude par rapport aux émissions régionales :

Figure 45 : Comparaison des émissions de la zone d'étude par rapport à la région Pays de la Loire (en T/an)

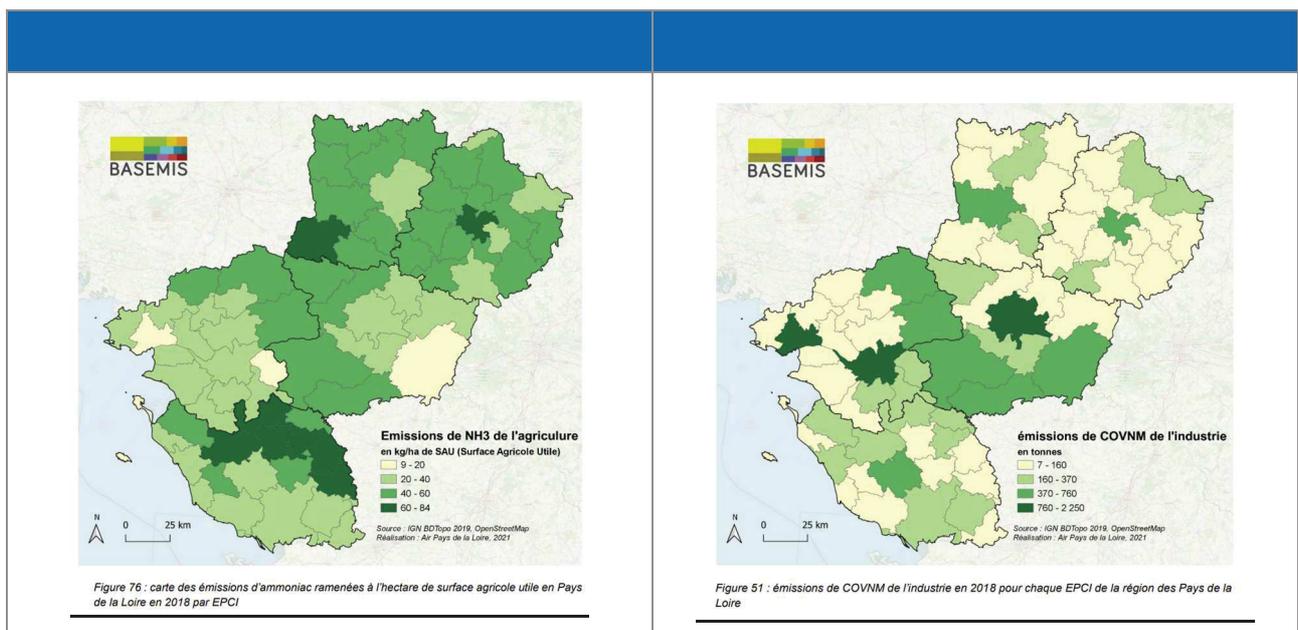


Par rapport à la région, la part provenant de la zone d'étude représente pour le SO₂ : 38 %. Ce polluant est celui qui représentent la part la plus importante. Puis viennent ensuite les NO_x (13%). Les particules émises sur la zone représentent 5 % des émissions régionales le NH₃ représente moins de 0,5%.

Les COVNM représentent 9% des émissions régionales. Le territoire de la Carène représente un des EPI les plus émetteurs de COV, en lien essentiellement avec les activités industrielles.

Les émissions de polluants du secteur agricole représentent 98 % des émissions régionale de NH₃. Le territoire se situe dans les plus faibles émetteurs de NH₃ de la région. (Cf. Figure 46)

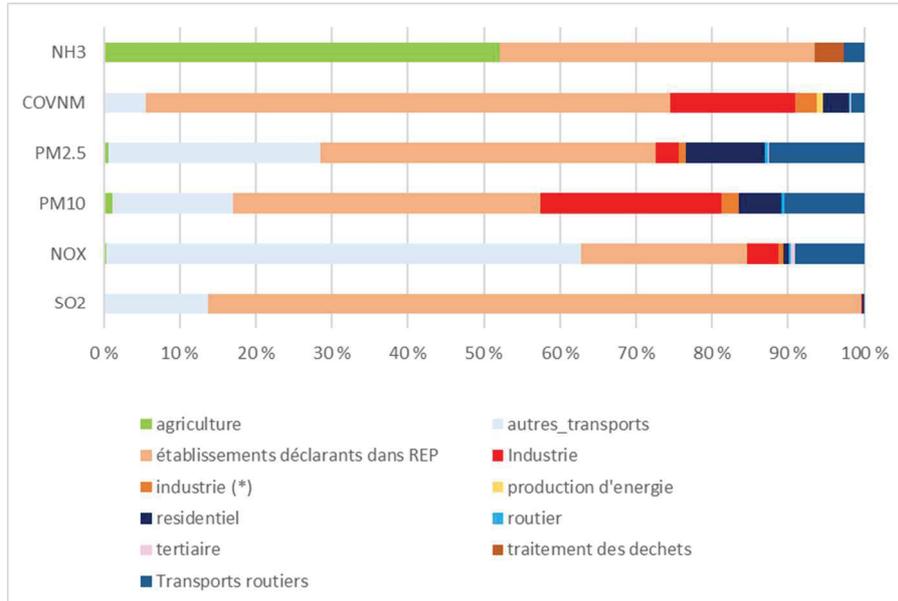
Figure 46 : Emissions de NH₃ et de COV en 2018 pour chaque EPCI de la région des Pays de la Loire.



5. Inventaire et caractérisation des sources d'émissions atmosphériques

Chacun des polluants présentés affiche des spécificités dans son profil sectoriel d'émission, et réciproquement, chaque secteur est caractérisé par un spectre d'émission.

Figure 47 : répartition des émissions de polluants par secteur pour l'année 2018, sur la zone d'étude



A l'échelle régionale, l'agriculture, et particulièrement l'élevage, est, de loin, le principal émetteur d'ammoniac. Le secteur contribue également de manière significative à la pollution particulaire et aux émissions d'oxyde d'azote, avec la particularité d'être une source d'émissions majoritairement non énergétiques. A l'échelle de la zone d'étude, cette part est beaucoup moins significative : pour le NH₃, l'agriculture ne représente que 50% des émissions, les autres 50% étant représentés par les émetteurs industriels ICPE (40%) et dans une moindre mesure, le traitement des déchets et le transport routier. La mise en place en 2015 d'un système de traitement des rejets d'ammoniac sur un procédé de l'usine Yara a contribué à diminuer de 41 % les rejets de NH₃ de la région des pays de la Loire.

Les secteurs des transports sont, quant à eux, des émetteurs de NO_x, de PM 10 et PM 2.5, polluants émis lors de la combustion ou de l'usure des routes, des freins...

Le secteur résidentiel est un fort émetteur de particules, issu de la combustion incomplète dans des installations de chauffage peu efficaces (bois-énergie notamment), ainsi que de COVNM, engendrés par l'utilisation de solvants dans les activités domestiques et la combustion du bois. Sur la zone d'étude, cette part reste toutefois très mineure au vu des autres grands contributeurs.

Enfin l'industrie se caractérise à la fois par des émissions spécifiques à la combustion (NOX, CO) et par des émissions propres aux procédés de production (PM10 et COVNM, liés à l'utilisation de solvants). Il est à noter qu'à l'échelle régionale, les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) ont diminué de 30% entre 2008 et 2018, suite à l'augmentation des traitements des émissions de COV industrielles, les moindres teneurs en solvants des produits émissifs, les réglementations REACH ayant modifié les pratiques sur l'utilisation de ces solvants.

5.4 Synthèse de la caractérisation des émissions

Une liste de **124 substances** a pu être extraite de ces différentes bases de données., pour lesquelles les flux annuels sont présentés dans le Tableau 16.

Tableau 16 : Synthèse des flux par substance

Substances	Flux (kg/an)
1,2-dichloroéthylène	27 651,2
1,3-butadiène	919,6
1,3-Propanediol,2-ethyl-2-(hydroxymethyl) -,polymer	64,3
1.2.3 triméthylbenzène	3 421,5
1-6-Bis (2.3-epoxypropoxy)hexane	10 317,3
1-méthoxy-2-propanol	109 623,5
2,2-bis[p-(2,3-epoxypropoxy)phényl]propane,étherdiglycidique du bisphénol A	119,4
2-butoxyéthanol	13,5
2-méthoxy-1-propanol	3,3
2-methylpropane-1-ol	1 005,3
2-propylheptanol ethoxylate	6,1
3-butoxy-2-propanol	1 093,9
4-hydroxy-4-méthyl-2-pentanone	189,6
4-methylpentane-2-one	469,7
Acétaldéhyde	106,7
Acétate de 2-méthoxy-1-méthyléthyle	23 442,9
Acétate de n-butyle	3 524,5
Acétate d'éthyle	35,8
Acétone	6 378,9
Acide Butyrique	0,01
Acide cyanhydrique	60 543,3
Alcool benzylique	9 837,9
Aliphatiques > C16	21 770,7
Aliphatiques C9-C16	52 344,9
Aluminium	6,0
Amines	2,7
Anthracène	0,03
Antimoine	1,6
Aromatiques C9-C16	7 737,69
Arsenic	12,7
Benzène	45 890,9
Benzo(a)Anthracène	8,7
Benzo(a)Pyrène	6,1
Benzo(b)Fluoranthène	7,1
Benzo(ghi)pérylène	8,7
Benzo(k)Fluoranthène	5,3
Black Carbon	51 495,7
Butane-1-ol	16 362,7

5. Inventaire et caractérisation des sources d'émissions atmosphériques

Substances	Flux (kg/an)
Butane-2-ol	5 750,7
Butanone	3 855,5
Cadmium	1,5
Chrome	110,3
Chrome VI	9,0
CO	2 062 996,6
CO2	819 386 443,4
Cobalt	18,3
COV totaux	1 647 427,3
COVNM	1 046 392,5
Cuivre	378,4
Cumene	1,5
Cyanures	4,0
Cyclohexane	243,3
Dibenzo(ah)Anthracène	1,0
diisocyanate d'hexaméthylène	348,3
Dioxines/furanes	0,022
Dioxyde de titane	271,6
Etain	5,9
Ethanol	11 157,8
Ether de méthyle et de nonafluorobutyle	16 590,7
Ether de méthyle et de nonafluoroisobutyle	16 590,7
Ether monométhyle du propylène-glycol	10 452,8
Ethylbenzène	2 525,7
éthylènediaminetétraacétate de tétrasodium	6,1
Ethylmercaptan	38,5
Fer	1 064,1
Fluoranthène	82,4
Formaldéhyde	8 775,4
gamma-Butyrolactone	31,6
H2S	7 352,2
HCB	0,005
HCl	0,8
Hexane	1 340 136,2
HF	205,7
HFC	123 006,5
Hydroxyde de potassium	6,1
indéno(1,2,3-cd)pyrène	4,9
Manganèse	113,0
Mercaptans	13,5
Mercuré	2,5
Méthane	1 810 957,3
Méthanol	3,0

5. Inventaire et caractérisation des sources d'émissions atmosphériques

Substances	Flux (kg/an)
Methoxy-3-propionitrile	7,1
Methylisobutylcétone	1 741,8
Méthylmercaptan	38,5
N2O	102 637,8
Naphtalène	2,6
NF3	7,2
NH3	258 634,2
Nickel	467,1
Nitroéthane	5 658,8
N-méthylpyrrolidone	4,1
NO2	854 040,8
NOx	7 417 619,9
PCB	0,026
p-cumènesulfonate de sodium	12,2
PFC	9,1E-09
Phénol	2,0
Plomb	146,1
PM totales	1 126 680,4
PM1	184 484,2
PM10	580 605,6
PM2.5	253 899,8
polyisocyanates aliphatiques	1 935,5
Propan-2-ol	15 028,5
Pyrophosphate tétrapotassique	12,2
Sélénium	6,1
SF6	268,7
Silice cristalline	8 254,8
SO2	4 062 529,0
Styrène	1 914,9
Sulfurol	0,001
Tellure	0,6
Terphényl hydrogenated	36,7
Tetraborate de disodium	78,6
Tétraméthylammonium hydroxyde	0,4
Thallium	0,3
Toluène	30 367,0
Triéthylamine	1,9
Tungstène	42,4
Vanadium	61,5
Xylènes	80 331,4
Zinc	672,7
Zinèbe	3,1
Zirconium	0,6

5. Inventaire et caractérisation des sources d'émissions atmosphériques

Dans la suite de l'étude :

- Les émissions de chromate de strontium seront assimilées à des émissions de Chrome VI ; le chromate de strontium est classé Carc. 1B comme le CrVI, forme de valence sous laquelle le chrome est présente dans le chromate de strontium
- Les émissions atmosphériques d'aldéhydes non spécifiées seront assimilées à des émissions d'acétaldéhyde ; l'acétaldéhyde peut être retenu pour tracer les aldéhydes non spécifiés dans la mesure où il s'agit du composé présentant la VTR pour les effets à seuil (intégrant les effets cancérigènes) la plus pénalisante
- Les émissions de « brouillard d'huile » seront assimilées à des émissions de composés aliphatiques, C8-C16 en référence aux travaux du TPHWG
- Les émissions de « Solvant naphta léger » et de « naphta lourd » seront assimilées à des émissions de composés aliphatiques C8-C16 en référence aux travaux du TPHWG
- Les émissions de « cyanures » seront assimilées à des émissions d'acide cyanhydrique. En effet, le cyanures émis sous forme gazeuse se trouve sous la forme d'acide cyanhydrique. Le cyanure d'hydrogène est un liquide qui passe à l'état gazeux dès 25 °C, les autres dérivés sont des solides.

6. Inventaire des autres sources de pollution

6.1 Les sols pollués par des activités « anciennes »

6.1.1 Sites SIS et BASOL

Cette phase consiste à rassembler et à synthétiser les informations et documents disponibles sur les installations qui sont ou ont été abritées sur la zone d'étude dans le but d'identifier les activités et de localiser les zones à risques de pollution, et donc d'exposition pour les populations vivant sur la zone d'étude.

L'objectif étant ici d'évaluer l'exposition des populations, nous ne réaliserons pas une étude historique détaillée de chacune des installations classées localisées sur la zone d'étude, mais un historique général réalisé via les bases de données Géorisques :

- **SIS** : Secteurs d'Information sur les Sols publiés par l'Etat, recensant les terrains où la pollution avérée du sol justifie, notamment en cas de changement d'usage, la réalisation d'études de sols et sa prise en compte dans les projets d'aménagement. Ces parcelles sont alors soumises à obligations réglementaires ;
- Information de l'administration concernant des pollutions suspectées ou avérées (ancienne base **BASOL**) : terrains avec une connaissance et une prise en charge d'une pollution (suspectée ou avérée) avec la mise en place d'actions (diagnostics, mesures de gestion, ...).

Ainsi, au droit de la zone d'étude (hors emprise du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire – GPMNSN et hormis les sites où une activité industrielle est toujours en cours), ce sont **6 sites SIS, et 7 sites qui sont recensés dans BASOL (dont 4 en commun avec les SIS)**. Ils sont détaillés en Tableau 17 et localisés en Figure 48. Ces sites sont principalement concernés par des pollutions dans les sols et/ou nappe et/ou eaux superficielles en :

- Hydrocarbures totaux (HCT) : 7 sites ;
- Eléments Traces Métalliques (notamment plomb, arsenic, zinc, cuivre) : 4 sites ;
- BTEX : 3 sites ;
- HAP (notamment du naphtalène) : 4 sites ;
- Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV) : 1 site ;
- Cyanures : 1 site ;
- PCB : 1 site ;
- Ammonium/ammoniac : 1 site ;
- Produits phytosanitaires : 1 site.

A noter que les pollutions de ces sites ont été déterminées à un instant t. La DREAL a été interrogée afin de mettre à jour l'état des milieux sur ces sites avec des données récentes. Les données en sa possession sont antérieures à 2010. Seul le site des Transports de la Brière a fait l'objet d'un diagnostic de pollution en 2015, mais depuis, des opérations de dépollution ont été menées pour lesquelles des compléments d'informations sont attendus.

Tableau 17 : Caractéristiques des sites BASOL et SIS sur la zone d'étude (hors emprise GPMNSN et hormis les sites présentant toujours une activité industrielle en cours)

N° identifiant SSP	N° identifiant BASOL	N° identifiant SIS	Nom usuel	Adresse principale	Commune principale	Etat du site selon la fiche BASOL/SIS vis-à-vis des études de pollution	Etat d'occupation du site	Polluants identifiés	Milieux impactés
SSP000701001	44.0012	44SIS11647	ANCIEN DEPOT SHELL	BOULEVARD DE LA LIBERTÉ	44600 Saint-Nazaire	Site traité avec restrictions d'usages, travaux réalisés, restrictions d'usages ou servitudes imposées ou en cours	Non précisé. Projet d'affectation en 2001 : zone d'activités Street view septembre 2021 : une partie du site construite (la Poste), et une autre en friche	HCT	Sols, eaux souterraines
SSP000640701	-	44SIS11015	Ancienne décharge de Donges	LA BOUE	44480 DONGES	-	Non précisé Street view août 2021 : Tas de terres sur site	Non précisé	Non précisé
SSP001186801	44.0088	-	Ancienne station-service TOTAL	VOIE EXPRESS RN 171 CÔTÉ NORD	44550 MONTOIR DE BRETAGNE	Site traité avec restrictions d'usages, travaux réalisés, restrictions d'usages ou servitudes imposées ou en cours	Site en friche. Suivi nappe cessé (piézomètres comblés) Street view septembre 2021 : Site en friche.	BTEX, HCT	Sols, eaux souterraines
SSP000701801	44.0004	44SIS11655	ANCIENNE USINE A GAZ de Saint-Nazaire	RUE PHILIPPE LEBON	44600 Saint-Nazaire	Site mis à l'étude, diagnostic prescrit par arrêté préfectoral Site en cours de traitement	Réaménagement en cours pour de l'habitat	HCT, BTEX, naphthalène, ammonium/ammoniac, cyanure, plomb, arsenic, zinc	Sols, eaux souterraines
SSP000843701	44.0019	-	Ancienne zone des sous traitants des CHANTIERS DE L'ATLANTIQUE (ex-STX, ex-Aker	AVENUE BOURDELLE	44600 Saint-Nazaire	Site traité avec surveillance, travaux réalisés, surveillance imposée par Arrêté Préfectoral ou en cours (projet d'AP présenté au CODERST)	Non précisé. Était destiné à recevoir des sous-traitants des chantiers (parking, restaurants...) Doute sur la localisation du site BASOL	ETM	Sols

N° identifiant SSP	N° identifiant BASOL	N° identifiant SIS	Nom usuel	Adresse principale	Commune principale	Etat du site selon la fiche BASOL/SIS vis-à-vis des études de pollution	Etat d'occupation du site	Polluants identifiés	Milieux impactés
SSP000801801 SSP000707501	44.0013	44SIS11714	LES FORGES DE TRIGNAC	ZAC Altitude - Les Forges	44570 TRIGNAC	Site traité avec restrictions d'usages, travaux réalisés, restrictions d'usages ou servitudes imposées ou en cours	Non précisé. Projet de création d'une ZAC en 1990 Pas de localisation précise. Il est possible que la ZAC soit construite sur une partie. Projet photovoltaïque également en cours sur la friche de Menée Lambourg (zonage NPv au PLU)	ETM, HAP, HCT, cyanures	Sols, eaux souterraines
SSP000730701	-	44SIS11981	Site petite pâture	22 RUE DE LA PETITE PÂTURE	44600 Saint-Nazaire	-	Non précisé. Un projet de rachat des parcelles est évoqué Street view aout 2012 : un site industriel toujours en activité Google : peut-être un resto dessus	HCT, PCB, naphthalène, ETM, COHV, benzène	Sols, eaux souterraines
SSP000690901	44.016	44SIS11534	TRANSPORTS DE LA BRIERE - groupe KEOLIS - ex CARIANE	7 RUE PIERRE VERGNIAUD	44600 Saint-Nazaire	Site nécessitant des investigations supplémentaires	Non précisé. Cessation d'activité télédéclarée en novembre 2016 (projet de déménagement en 2015). Février 2019 : arrêt et sécurisation des installations de la station-service Street view juin 2018 : parkings et bâtiments semblant être inoccupés	HAP, HCT	Sols
SSP000698401	44.0075	44SIS11611	VM MATERIAUX	42 rue Pasteur	44570 TRIGNAC	Site "banalisable" (pour un usage donné), pas de contrainte particulière après diagnostic, ne nécessite pas de surveillance	Activité cessée en 2010. Lotissement construit depuis	HCT, phytosanitaires	Sols, eaux de surface

6.1.2 Servitudes d'Utilité Publique

La CARENE a été consultée pour connaître les SUP liées à d'éventuelles pollutions du sous-sol. Aucune SUP liées à d'éventuelles pollutions du sous-sol n'a été recensée.

Aucune Servitude d'Utilité Publique liée à une pollution du sous-sol n'est recensée par Géorisques.

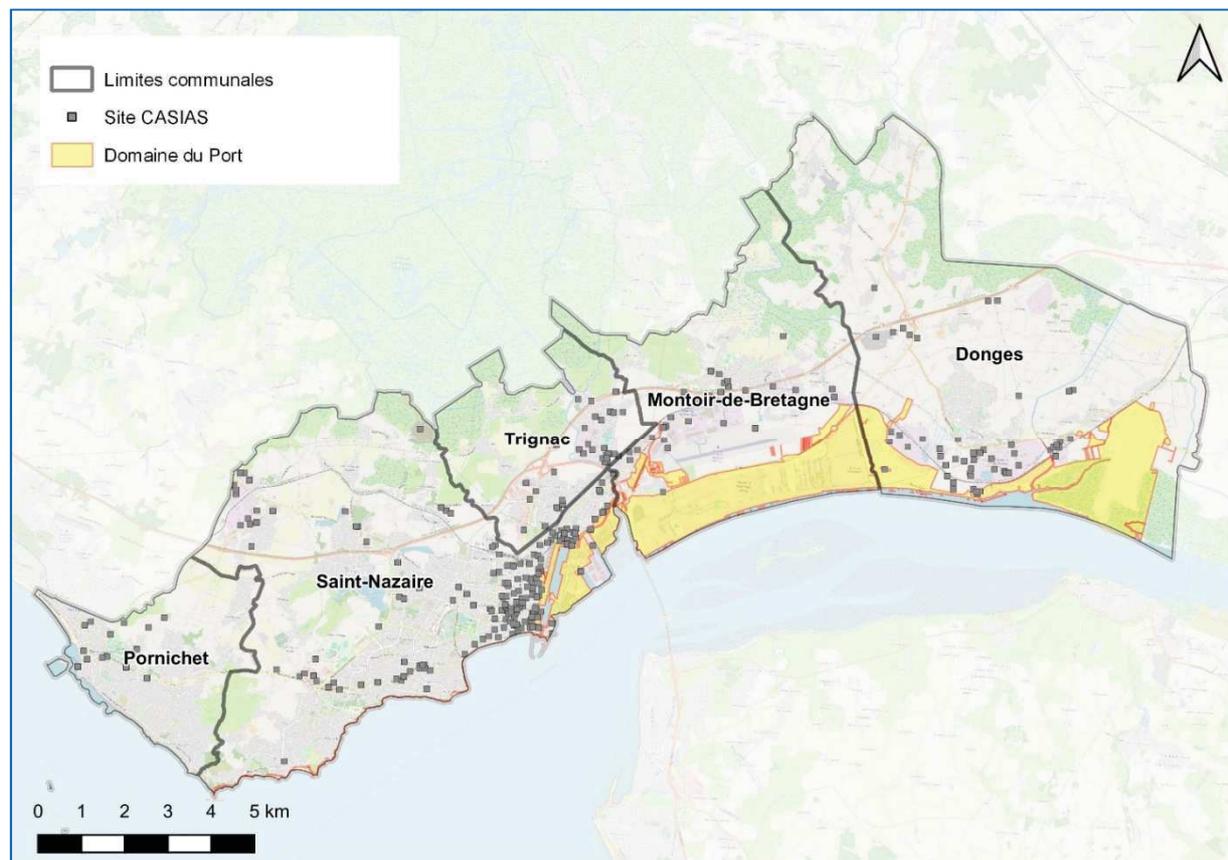
6.1.3 Recensement des sites CASIAS

La carte des anciens sites industriels et activités de service (CASIAS) permet de recenser les anciennes activités susceptibles d'être à l'origine d'une pollution des sols.

Ainsi, au droit de la zone d'étude, **416 sites sont recensés par CASIAS**. Hors emprise du port de Saint-Nazaire (zone exclue dans le cadre de cette étude en raison de son caractère industriel), ce sont 327 sites qui sont recensés. Ces sites sont principalement concentrés au niveau :

- De l'hyper-centre de Saint-Nazaire,
- Du parc d'activités Cadréan à Montoir-de-Bretagne, en périphérie de l'aéroport ;
- Du parc d'activités Altitude à Trignac (anciennes forges) ;
- De la raffinerie de Donges et de la zone industrielle Bonne Nouvelle ;
- De la zone industrielle de Brais et le long de la RD92 à Saint-Nazaire.

Figure 49 : Localisation des sites CASIAS sur la zone d'étude



Sources BD : georisques.gouv.fr

Le tableau suivant présente la répartition des sites CASIAS par commune.

Tableau 18 : Sites recensés par CASIAS sur la zone d'étude

Commune	Nombre total de site CASIAS recensés sur la commune
Donges	52
Montoir-de-Bretagne	30
Saint-Nazaire	194
Trignac	37
Pornichet	14
5 communes	327

Source des données : CASIAS

Les sites CASIAS représentent les « anciens sites industriels et activités de service recensant les anciennes activités susceptibles d'être à l'origine d'une pollution des sols ».

Aucune pollution n'est a priori établie au droit de ces sites et ceux-ci ne permettent en rien d'établir de zones de pollution au droit de la zone d'étude.

6.1.4 Inventaire Historique Urbain (IHU)

L'Inventaire Historique Urbain a été réalisé par le BRGM sur les communes de Saint-Nazaire et de Trignac en 2012 (rapport BRGM référencé BRGM/RP-60092-FR de février 2012). Celui-ci répertorie ainsi 235 sites BASIAS (nouvellement CASIAS) (hors emprise du port Nantes-Saint-Nazaire) et indique pour 72 composés la présence **potentielle** ou non de ces composés dans les sols. Parmi ces 72 composés, 11 composés ont été évincés car le nom indiqué en abrégé dans la table attributaire n'a pas permis de définir précisément de quel composé il s'agissait.

Pour les 61 composés restants, seuls ceux étant « potentiellement présents » sur plus de 30% des sites (soit sur plus de 71 sites) ont été retenus afin d'établir une cartographie. A l'issue de ce tri, 28 composés ont été retenus.

Rappelons que l'étude d'inventaire historique urbain a été réalisée sur les communes de Saint-Nazaire et Trignac uniquement et ne couvre donc pas l'ensemble du territoire concerné par l'étude de zone. Par ailleurs, étant donné le volume de données recueillies, seules les informations ponctuelles (1 point moyen par site) ont été utilisées dans la suite de l'étude. Aucun détail par site ne sera réalisé.

Les cartographies de la répartition des 28 composés retenus (potentiellement présents) sont présentés en Annexe 13.

Celles-ci ne semblent mettre en évidence **aucune zone de pollution potentielle préférentielle**, les sites présentant des « présences potentielles » étant répartis de manière uniforme sur les communes de Saint-Nazaire et Trignac.

6.1.5 Consultation des plans d'épandage

La Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire a été consultée dans le cadre cette étude. Elle n'est pas habilitée à nous transmettre des plans d'épandage sur les parcelles agricoles.

A ce stade, les agriculteurs n'ont pas été contactés un par un pour obtenir ces données.

Les émissions atmosphériques en lien avec les plans d'épandage sont considérées dans le cadre de l'inventaire des émissions BASEMIS réalisé par Air Pays de la Loire. Et au vu des activités agricoles mise en œuvre sur les 5 commune de l'étude de zone, l'épandage ne constitue pas un enjeu majeur de l'étude.

6.1.6 Pollutions accidentelles

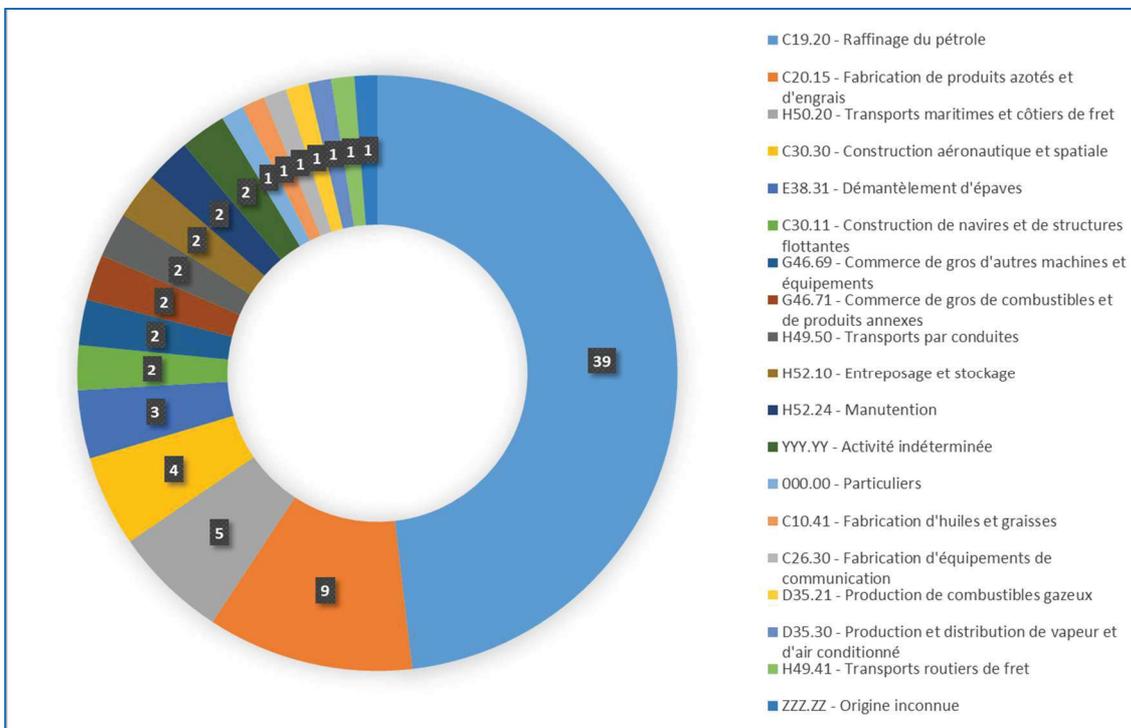
L'étude de zone est axée sur les expositions dites chroniques. Les expositions en liens avec d'éventuels accidents technologiques ne rentrent pas dans le champ de la présente étude. Néanmoins, certains accidents peuvent avoir un impact environnemental significatif perdurant dans le temps au travers de dépôts au sol par exemple. Dans ce cadre uniquement, la base de données ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) a été consultée. Elle répertorie les incidents technologiques ou accidents en France et à l'étranger, qui ont, ou auraient, pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publiques ou à l'Environnement. A la date de rédaction de ce rapport, ce sont 178 accidents qui y sont recensés sur la zone d'étude, dont 75 qui ont eu des conséquences environnementales (Tableau 19).

Tableau 19 : Accidents recensés par ARIA sur la zone d'étude

Commune	Nombre total d'accidents recensés sur la commune	Nombre d'accidents recensés sur la commune avec des conséquences environnementales
Donges	80	46
Montoir-de-Bretagne	50	16
Saint-Nazaire	43	12
Trignac	4	1
Pornichet	1	0
5 communes	48	13

Source des données : ARIA

Figure 50 : Nombre d'accidents avec des conséquences environnementales recensés sur la zone d'étude et origine



Source des données : ARIA

Près de la moitié de ces accidents sont issus de l'industrie de raffinage de pétrole sur la commune de Donges, et 11% sont issus de la fabrication d'engrais et produits azotés sur la commune de Montoir-de-Bretagne.

Parmi les 39 accidents liés aux activités de raffinage du pétrole, 24 concernent des pollutions aux hydrocarbures, et concernent différents milieux : les eaux de surface (Loire, bassins, étier, canal, plages), les sols, les eaux souterraines et l'air atmosphérique. D'autres accidents liés à cette activité ont occasionné des rejets de sulfure d'hydrogène (4 accidents), de dioxyde de soufre (3 accidents), de mercaptans et d'ammoniac (2 accidents) dans l'air atmosphérique, d'acide sulfurique (1 accident) dans les réseaux d'eaux usées et eaux souterraines et d'acide fluorhydrique (milieu impacté non précisé).

Parmi les 9 accidents liés à la fabrication de produits azotés et d'engrais, 1 rejet d'arsenic, et 1 accident à l'acide phosphorique ont pu impacter les sols.

6.2 Inventaire des émissions polluantes dans l'eau

Il n'est pas jugé pertinent pour l'étude de recueillir les données relatives aux émissions dans les eaux. En effet :

- Compte-tenu des usages dans la zone (en particulier, les eaux utilisées pour l'alimentation en eau potable proviennent de pompages en-dehors de la zone d'étude (Campbon, la Roche et Férel)), les voies d'exposition consécutives aux rejets dans les eaux sont à faible enjeu par rapport aux rejets atmosphériques ;
- Ces données ne pourraient pas être utilisées pour réaliser une modélisation de la dispersion des rejets aqueux (telle que prévue pour les rejets atmosphériques en phase 2) en raison de la complexité particulière des transferts hydrogéologiques en bordure d'estuaire (effets de la marée notamment).

La qualité des eaux et l'exposition des populations par cette voie seront évaluées à partir des données disponibles relatives à la qualité des eaux.

Pour information, le registre des émissions polluantes fournies sur le site Géorisques recense sur la période 2017-2020 :

- Sur Saint-Nazaire : 4 industries avec émissions vers les eaux. Les polluants suivis avant 2007 sont le chlore, le fluor et ses composés, la DBO5, le cadmium et ses composés ;
- Sur Montoir-de-Bretagne : 2 industries avec émissions vers les eaux. Les polluants suivis sont l'azote total et le chlore ;
- Sur Donges : 1 industrie avec émissions vers les eaux. Les polluants suivis sont les fluorures, le manganèse et ses composés, le nickel et ses composés, le zinc et ses composés, les sulfates, les phénols, l'arsenic et ses composés, le Di(2-éthylexyle)phtalate (DEHP), l'hydroxyde d'ammonium, la DCO, les hydrocarbures, la DBO5, le carbone organique total, le phosphore total, le fluor et ses composés, l'acide fluorhydrique ;
- Sur les communes de Pornichet et Trignac : aucune industrie avec émission vers les eaux.

Il est à noter que les données ne sont pas continues dans le temps. Concernant les industries sur Saint-Nazaire, les polluants renseignés ont été fournis pour les années avant 2007. Après, 2007, les suivis ne sont plus renseignés, ou des valeurs à "0" sont renseignées. Pour les autres communes, de nombreuses valeurs à "0" sont également renseignées. Ces valeurs à "0" dans les tableaux d'émissions de la fiche établissement correspondent soit à :

- Une valeur nulle ;
- Une valeur en dessous du seuil de déclaration ;
- Une donnée inexacte ou non disponible.

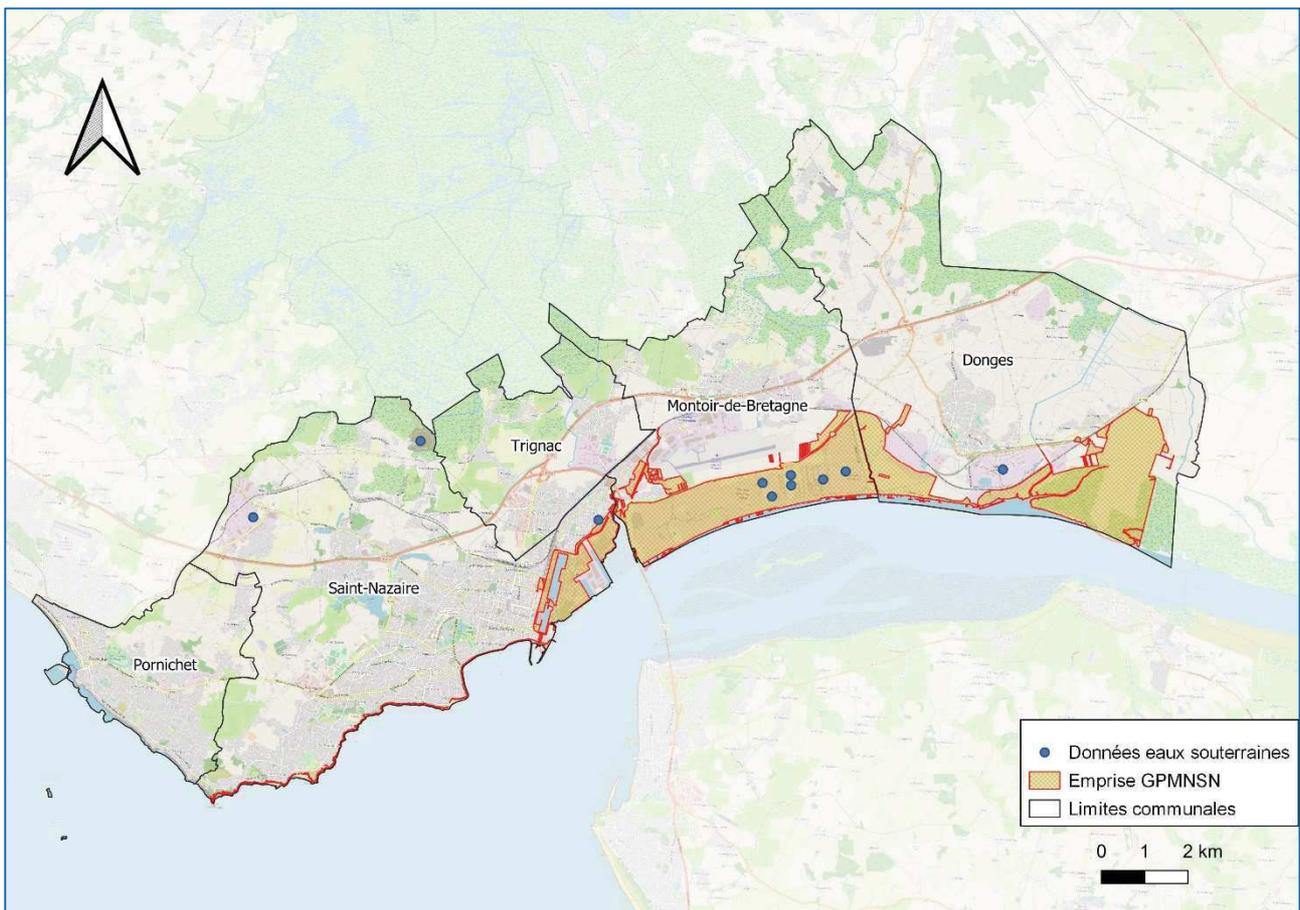
6.2.1 Suivis piézométriques industriels

Lors de la collecte des émissions atmosphériques auprès des sites industriels soumis au titre de la nomenclature des ICPE, il a également été collecté les informations relatives à leurs suivis piézométriques.

Parmi les 9 ICPE soumises à autorisation ou enregistrement et qui ont à notre connaissance un suivi réglementaire de la qualité de la nappe, les données relatives à la qualité des eaux souterraines (pour les ICPE soumis à autorisation/enregistrement ou autre) nous ont été fournies par 6 sites industriels localisés sur la commune de Montoir-de-Bretagne : CARGILL, IDEA Services Vrac, OTCM, SAIPOL, SPEM et YARA, 2 sites localisés sur la commune de Saint-Nazaire : FAMAT et RABAS PROTEC, et 1 site sur la commune de Donges : TOTAL. Les analyses de la qualité des eaux souterraines nous ont également été transmises par la CARENE sur l'ancien centre de stockage de CUNEIX (commune de Saint-Nazaire).

La figure suivante (Figure 51) présente la répartition géographique des suivis sur les eaux souterraines fournies par les industriels. Les 10 suivis sont localisés majoritairement dans l'emprise du port (terminal méthanier ou charbonnier - 6 sites) ou dans des zones industrielles (3 sites). Seul le site de CUNEIX est localisé dans une zone rurale.

Figure 51 : Localisation des suivis sur les eaux souterraines transmis par les industriels



La période de référence prise en compte pour la collecte des informations sur le suivi de la qualité des eaux souterraines auprès des industriels est 2017-2019. Seuls les composés chimiques sont reportés dans le tableau de synthèse suivant.

► CARGILL

Les mesures de qualité des eaux souterraines sur le site de CARGILL sont effectuées annuellement au droit de 4 piézomètres depuis 2009. Les composés analysés sont les suivants : hydrocarbures C10-C40, COHV, chlorures.

Les résultats des campagnes réalisées entre 2017 et 2019 par SEREA mettent en évidence « l'absence de trace d'hydrocarbures C10-C40 pour les quatre ouvrages prélevés. Des teneurs en chlorures sont relevées pour les quatre piézomètres. Néanmoins, les teneurs observées restent du même ordre de grandeur que le seuil eau potable pour les eaux brutes. De plus, les teneurs les plus élevées sont rencontrées en Pz1, situé en amont hydraulique.

Des traces en Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV) ont été observées lors de la campagne de 2018 mais ces teneurs sont ponctuelles et ne sont pas retrouvées depuis cette date. »

► IDEA Services Vrac

Une étude environnementale complémentaire a été menée en 2021 par le bureau d'études GEOREM pour le site IDEA Services Vrac au lieu-dit « la Barillais », ancienne propriété de la société GRANDE PAROISSE (ancienne production d'ammonitrates).

D'après cette étude, les campagnes de mesures de la qualité des eaux souterraines effectuées depuis 1994, mettent en évidence une baisse globale et constante des composés azotés, des sulfates et des métaux lourds analysés. Les teneurs sont globalement inférieures aux valeurs limites de potabilité et/ou aux valeurs de référence des eaux brutes destinées à la production d'eau potable, définies par l'arrêté ministériel du 11/01/2007. Les nitrates constituent un des traceurs chimiques majeurs de l'activité de l'ancienne usine LA GRANDE PAROISSE. Pour rappel, les teneurs mesurées en 1994 pouvaient dépasser 10 000 mg/l.

L'arsenic, le chrome et le nickel faisaient également partie du processus de fabrication des engrais azotés. Or, un impact vis-à-vis du nickel reste visible depuis 1994 sur l'ouvrage Pz5, implanté sur l'espace en friche au nord du bâtiment B1 et à l'est du bâtiment B5.

La campagne de février 2021 a montré une qualité correcte des eaux, avec des teneurs en composés azotés, sulfates, chlorures, hydrocarbures et métaux lourds très majoritairement inférieures aux valeurs limites de potabilité et/ou aux valeurs de référence des eaux brutes destinées à la production d'eau potable. Des dépassements ponctuels des valeurs limite de potabilité sont toutefois à noter pour l'arsenic, le nickel, le plomb, les nitrites et l'ammonium.

► OTCM (Opérateur du Terminal Charbonnier de Montoir-de-Bretagne)

Les mesures de qualité des eaux souterraines sur le site de l'OTCM sont effectuées semestriellement au droit de 10 piézomètres depuis 1995. Les composés analysés sont les suivants : nitrites, nitrates, ammonium, HAP, BTEX, COT, chlorures, cyanures totaux, cadmium, chrome, cuivre, mercure, plomb, nickel, manganèse.

Les résultats des campagnes réalisées entre 2018 et 2020 mettent en évidence que « des dépassements des valeurs limites de référence de qualité des eaux brutes ou des valeurs limites d'évaluation de l'état chimique des masses d'eaux souterraines ont, comme les années précédentes, été constatés sur la période 2018-2020 (3 ans). Ces dépassements concernent uniquement les paramètres suivants, à savoir :

- la Conductivité à 25 °C (valeur limite de 1100 µS/cm),
- le Carbone Organique Total (valeur limite de 10 mg/L),
- l'Ammonium (valeur limite de 4 mg/L),
- les Sulfates (valeur limite de 250 mg/L),
- les Chlorures (valeur limite de 250 mg/L),
- l'Arsenic (valeur limite de 0,1 mg/L),
- le Fer (valeur limite de 0,2 mg/L),
- le Manganèse (valeur limite de 0,05 mg/L).

Pour les autres paramètres analysés chaque semestre, il n'y a eu aucun dépassement des valeurs limites de référence de qualité des eaux brutes ou des valeurs limites d'évaluation de l'état chimique des masses d'eaux souterraines (à l'exception d'une seule mesure pour le Plomb sur un piézomètre au second semestre 2019). Les résultats sont dans la majorité des cas inférieurs aux seuils de détection analytique. »

► SAIPOL (anciennement DIESTER jusqu'en 2009)

D'après l'arrêté préfectoral du 27/08/2007, le site DIESTER INDUSTRIE ATLANTIQUE est soumis à une surveillance annuelle de la qualité des eaux souterraines. Les rapports de suivis de nappe de 2017 et 2018 mis à disposition montrent qu'il existe sur site deux réseaux piézométriques parallèles :

- un 1^{er} réseau de 3 piézomètres (Pz1, Pz3, Pz5) permettant de suivre la nappe des remblais ;
- un 2nd réseau de 3 piézomètres (Pz2, Pz4, Pz6) permettant de suivre la nappe alluviale.

Le suivi réglementaire porte uniquement sur les piézomètres de la nappe alluviale avec les paramètres analysés suivants : HCT, CAV et HAP.

Entre 2007 et 2011, des traces de certains de ces paramètres ont été mises en évidence ponctuellement. Depuis 2012, jusqu'en 2018, la qualité des eaux souterraines est stable et satisfaisante au droit des ouvrages de la nappe alluviale, avec des concentrations toutes inférieures aux seuils de quantifications analytiques pour les paramètres suivis.

La qualité de la nappe des remblais (nappe perchée, non pérenne) n'est pas renseignée dans les documents fournis.

► SPEM

Les mesures de qualité des eaux souterraines sur le site de SPEM sont effectuées annuellement au droit de 5 piézomètres depuis 2014. Les composés analysés sont les suivants : HCT (C10-C40), HAP (16), Indice phénols, Chlorures, Sulfates, Cyanures totaux, Métaux (As, Cr, CrVI, Pb, Zn, Cd, Cu, Hg).

Les résultats des campagnes réalisées entre 2017 et 2019 par GINGER BURGEAP mettent en évidence *une dégradation de la qualité des eaux souterraines par de l'arsenic dissous. Au droit de l'ensemble des piézomètres du réseau de surveillance des teneurs en chlorures supérieures à la valeur de référence. Ces teneurs semblent diminuer en se rapprochant de la Loire et sont très probablement liées à la **nature saumâtre des eaux prélevées** (site étudié localisé au droit de l'estuaire de la Loire).*

► YARA

Les mesures de qualité des eaux souterraines sur le site de YARA sont effectuées annuellement au droit de 10 piézomètres depuis 2015. Les composés analysés sont les suivants : hydrocarbures C10-C40, 8 métaux et fer, ammonium, nitrates et nitrites, azote kjeldahl, sulfates, anions et cations.

Les résultats des campagnes réalisées entre 2017 et 2019 par ANTEA GROUP mettent en évidence *« l'absence de traces d'hydrocarbures au regard des seuils de quantification du laboratoire, à l'exception d'une teneur en P3 inférieure à la valeur de référence prise en considération (566 µg/l contre 1 000 µg/l), des anomalies en arsenic, fer et manganèse sur l'ensemble du site en partie **lien probable avec le fond géochimique local**. Un impact globalement généralisé en cations et anions majeurs (dont composés azotés) sur la majorité des piézomètres. »*

► FAMAT

Les mesures de qualité des eaux souterraines sur le site de FAMAT sont effectuées trimestriellement au droit de 17 ouvrages depuis 2013 ou 2015 suivant les ouvrages. Des actions de remédiation des sols et des eaux souterraines ont été réalisées entre 2016 et début 2017. Les informations sur les sols ne sont pas reprises dans ce rapport en raison du caractère industriel du site. Les composés analysés dans les eaux souterraines sont les suivants : hydrocarbures C10-C40, COHV, paramètres du suivi de l'atténuation naturelle.

Le bilan annuel 2018 de la surveillance de la qualité des eaux souterraines par JACOBS met en évidence « *des conditions réductrices [...] toujours présentes dans la majeure partie de l'aquifère. Aucune injection de substrat supplémentaire n'est recommandée pour le moment, sur la base des éléments suivants :*

- Les concentrations en COHV totaux ont diminué de plus de 99% au droit des puits PP1, PP2 et PP5 et sont actuellement inférieures au seuil de l'APC ;
- Les concentrations en carbone organique total ont progressivement diminué mais restent convenablement élevées pour soutenir les processus de biodégradation dans la zone où les concentrations les plus élevées avaient été détectées avant injection (puits PP1, PP2 et PP5) ;
- Les conditions biogéochimiques sont également suffisantes pour maintenir des conditions réductrices et accroître la déchloration réductrice des COHV (de l'éthylène et de l'éthane sont toujours générés, l'oxygène dissous et le potentiel Redox sont maintenus bas, les concentrations augmentent en fer, méthane et chlorures et diminuent en sulfates et en nitrate). »

► RABAS PROTEC

Les mesures de qualité des eaux souterraines sur le site de RABAS PROTEC sont effectuées semestriellement au droit de 3 piézomètres depuis 2016. Les composés analysés sont les suivants : hydrocarbures C10-C40, COHV, BTEX, chlorures, sulfates, nitrates, fluorures, 8 métaux, CrVI, orthophosphates, pH.

Les résultats de la campagne réalisée en 2019 par DEKRA mettent en évidence :

- « Un maintien des teneurs en arsenic au droit des différents ouvrages et la confirmation de l'absence ou de teneurs faibles en métaux lourds,
- Le maintien d'une teneur en benzène depuis octobre 2018 au droit de Pz3 (suite à une limite de quantification plus faible du laboratoire) et en léger dépassement d'une valeur réglementaire lors des deux dernières campagnes,
- L'apparition d'une teneur faible en hydrocarbures totaux au sein de Pz1 lors de la campagne d'octobre 2018 et infirmée lors des campagnes d'avril et d'octobre 2019,
- Le maintien d'une teneur faible en composés organo-halogénés volatils (cis-1,2-dichloroéthylène) depuis octobre 2018 au droit de Pz1 et Pz2 (ces composés n'étaient pas analysés antérieurement à octobre 2018). »

► CUNEIX

Les mesures de qualité des eaux souterraines sur le site de CUNEIX sont effectuées semestriellement au droit de 4 piézomètres. La date de début de suivi n'est pas connue. Les composés analysés sont les suivants : coliformes totaux, escherichia coli, Entérocoques, Salmonelles, Indice hydrocarbures (C10-C40), indice phénol, BDO5, DCO, fluorures, AOX, chlorures, COT, CrVI, cyanures, MES, azote global, nitrites, azote nitreux, azote kjeldahl, phosphore total, ammonium, sulfates, nitrates, azote nitrique, aluminium, arsenic, cadmium, chrome, cuivre, nickel, étain, fer, manganèse, mercure, plomb, zinc.

Les résultats des campagnes réalisées entre 2017 et 2019 mettent en évidence les points suivants d'après le suivi réalisé par SUEZ : « *La mesure des nitrates est inférieure à 1,1 mg/L. La moyenne sur les piézomètres est plus faible qu'en 2018 avec 0,64 mg/L (0,69 en 2018). L'ammoniaque maintient une moyenne faible, sauf pour le P1 où on note un pic à 4,38 mg/L en Septembre 2019, ce phénomène était déjà observé en 2018 avec un pic à 6,3 mg/L. Les sulfates ont une moyenne de 419 mg/L sur 2019 soit une valeur légèrement supérieure à celle de 2018 (394 mg/L en moyenne). [...] Les mesures réalisées sur les autres paramètres (DCO, DBO5, fluorures, métaux lourds, hydrocarbures totaux, phénols, composés organohalogénés) montrent un maintien de la qualité des eaux. Nous observons toujours une présence de Fer et de Manganèse à des niveaux de quelques mg/l en tendance historiques sur les quatre piézomètres ».*

► TOTAL DONGES

Les mesures de qualité des eaux souterraines sur le site de TOTAL DONGES sont effectuées trimestriellement au droit de 18 piézomètres depuis 2014. Les composés analysés sont les suivants : HCT (C10-C40), BTEX, HAP (16), COT.

Les résultats des campagnes réalisées en 2018 par ANTEA GROUP mettent en évidence :

- « Zone 1 - Secteur Epandage Moulin (Pz 1.1, Pz 1.6, Pz 1.7) : Absence d'impacts significatifs par des hydrocarbures pour les paramètres recherchés (HCT C10-C40, BTEX, HAP).
- Zone 2 - Secteur Martigné (Pz 2.12, Pz 2.31, Pz 2.32, Pz 2.33) : Impact significatif par des hydrocarbures (présence de surnageant et concentrations soutenues) en Pz2.32 (présence de surnageant entre 6 et 18 cm d'épaisseur) et Pz2.33 (teneurs comprises entre 7,302 et 27,8 mg/l en 2018).
- Zone 3 - Secteur Caverne à Propane / GRN (Pz 3.4 ; Pz 3.6 ; Pz 3.11) : Impact faible en HCT C10-C40.
- Zone 4 - Secteur Bossènes (Pz 4.1, Pz 4.4, Pz 4.6) : Absence d'impacts significatifs par des hydrocarbures pour les paramètres recherchés (HCT C10-C40, BTEX, HAP et COT).
- Zone 5 - Secteur Feu du Môle (Pz 5.6, Pz 5.10, Pz 5.19, Pz 5.28, Pz 5.30) : Impact significatif en hydrocarbures.

Aucune évolution significative n'est à signaler en 2018 dans les secteurs 1 à 4. **Une amélioration de la qualité des eaux souterraines est observée dans le secteur 5 depuis 2015.** »

6.2.2 Synthèse

Le tableau ci-après présente en synthèse les suivis piézométriques en fonction des substances suivies et de leur conformité réglementaire associée au code couleur suivant :

- Composés en conformité
- Dépassements ponctuels
- Impact significatif

Tableau 20. Synthèse des suivis piézométriques « industriels » sur la zone d'étude

Site	Commune	Piézomètres	Substances suivies
CARGILL	Montoir-de-Bretagne	4 piézomètres	Hydrocarbures C10-C40, COHV, Chlorures.
IDEA Services Vrac		-	Hydrocarbures, Composés azotés (Nitrates), Sulfates, Chlorures, Métaux : arsenic, chrome, nickel, plomb, nitrites, ammonium.
OTCM		10 piézomètres	Nitrites, nitrates, ammonium, Sulfates, HAP, BTEX, COT, Chlorures, Cyanures totaux, Arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, plomb, nickel, manganèse, fer,
SAIPOL		6 piézomètres	HCT, CAV, HAP
SPEM		5 piézomètres	HCT (C10-C40), HAP (16),

Site	Commune	Piézomètres	Substances suivies
			Indice phénols, Chlorures, Sulfates, Cyanures totaux, Métaux (As, Cr, CrVI, Pb, Zn, Cd, Cu, Hg).
YARA		10 piézomètres	Hydrocarbures C10-C40, Métaux : <i>arsenic, fer, manganèse</i> , Ammonium, nitrates et nitrites, azote kjeldahl, sulfates,
FAMAT		17 piézomètres	Hydrocarbures C10-C40, COT, COHV, Ethylène, éthane, méthane, Chlorures, Fer, Sulfates, nitrate
RABAS PROTEC	Saint-Nazaire	3 piézomètres	Hydrocarbures C10-C40, COHV (<i>cis-1,2-dichloroéthylène</i>) BTEX, Benzène, Chlorures, sulfates, nitrates, fluorures, 8 métaux, CrVI, Orthophosphates
CARENE CUNEIX		4 piézomètres	Indice hydrocarbures (C10-C40), fluorures, chlorures, cyanures, azote global, nitrites, azote nitreux, azote kjeldahl, nitrates, azote nitrique, phosphore total, ammoniacque, sulfates, AOX, COT, Métaux : aluminium, arsenic, cadmium, chrome, cuivre, nickel, étain, fer, manganèse, mercure, plomb, zinc. CrVI,
TOTAL	Donges	18 piézomètres	HCT (C10-C40), BTEX, HAP (16), COT

Les suivis des eaux souterraines chez les industriels mettent en évidence des pollutions en divers composés (hydrocarbures et/ou métaux principalement), **la plupart du temps de manière ponctuelle au droit du site**.

Dans le cadre de ces suivis ou des diagnostics mis à disposition, **aucune information sur la présence d'une pollution hors-site n'a été portée à notre connaissance**.

L'impact des rejets industriels sur les eaux souterraines **ne semblent donc pas être un enjeu majeur sur la zone d'étude**.

7. Données disponibles sur l'Etat des Milieux

7.1 Qualité de l'air sur la zone d'étude

7.1.1 Carte stratégique air (CSA) de la CARENE

La CSA (Carte Stratégique Air) est un outil cartographique qui permet d'établir simplement et rapidement un diagnostic « air/urbanisme » et in fine de contribuer à la prise en compte effective de l'exposition de la population à la pollution atmosphérique dans la conception de l'urbanisme.

La règle de priorisation des communes vis-à-vis de l'élaboration de la CSA est définie suivant le tableau ci-dessous :

	Commune dans périmètre PPA	Commune hors périmètre PPA
Commune sensible	CSA obligatoire Possibilité de déroger sur la base d'une argumentation étayée	CSA facultative (selon analyse locale)
Commune non sensible	CSA non nécessaire (l'expertise territoriale prévaut)	

Sur le territoire de la CARENE, les communes de Donges, Montoir-de-Bretagne, Pornichet, Saint-Nazaire et Trignac sont directement concernées par l'élaboration d'une CSA.

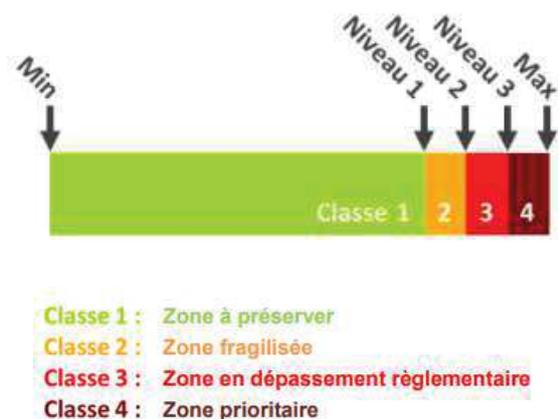
La construction de la CSA est basée sur l'intégration d'un ensemble de cartes modélisées de qualité de l'air dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Cartes des concentrations modélisées par polluant (NO₂, SO₂, PM10, PM2.5, benzène, CO) pour l'année 2015 ;
- Valeurs limites disponibles pour les polluants.

Pour chaque concentration, la valeur (moyenne annuelle, percentile 90,4...) est convertie en pourcentage de valeur limite afin de calculer un taux d'atteinte de la valeur limite pour chaque indicateur. Ensuite, une agrégation des différents taux d'atteinte des valeurs limites est réalisée, en sélectionnant pour chaque point géographique le polluant dont le taux est maximum.

La carte stratégique air présente quatre classes de qualité de l'air : deux classes au-dessous des valeurs limites et deux classes au-dessus. La figure ci-dessous présente les seuils (niveaux) et classes pris en compte dans les cartes stratégiques air d'Air Pays de la Loire.

Figure 52 : Echelle de qualité de l'air pour produire la CSA

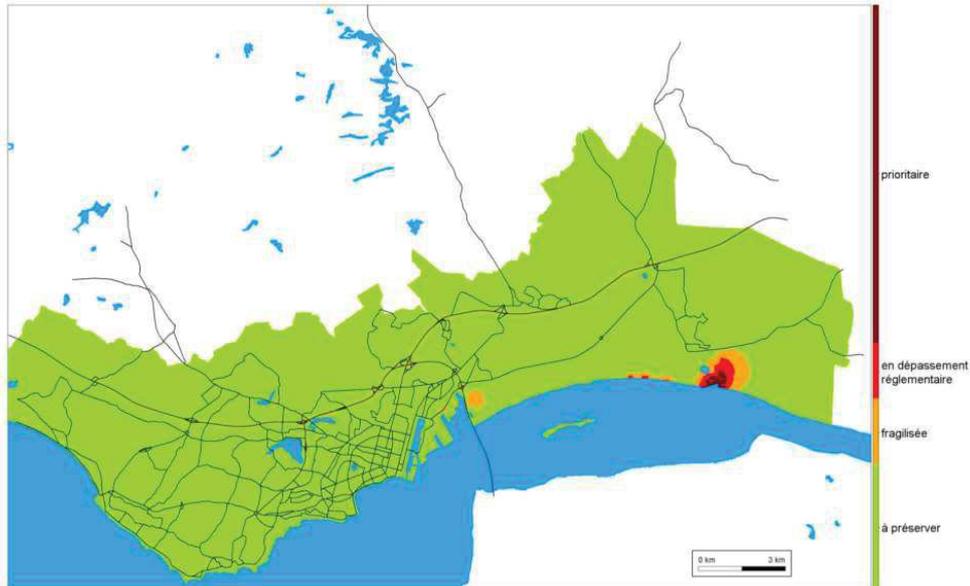


Air Pays de la Loire a réalisé la carte stratégique air (CSA) sur le territoire de la CARENE.

Une très large majorité du territoire de la CARENE se trouve dans la classe 1 correspondant à une situation favorable du point de vue de la qualité de l'air. Aucune population ne réside au sein des zones les plus fragilisées.

La CSA finale est présentée ci-dessous.

Figure 53 : CSA de la CARENE



Environ 4,8 km² de la surface de la métropole approchent les seuils réglementaires. Une superficie cumulée de 1,5 km², dans laquelle ne réside pas de population, se trouve en situation de dépassement réglementaire. Dans cette aire se trouve une zone prioritaire de moins de 0,6 km², située au sein de la raffinerie de Donges et qui correspond à la situation la plus exposée.

Figure 54 : Zoom sur la commune de Saint-Nazaire

A **Saint-Nazaire**, ce sont les secteurs à proximité des voies rapides (RD 213, RD 492, RN 171 et RN 471) qui sont les zones les plus fragilisées ou en dépassement réglementaire d'une des valeurs limites.

Sur la commune de **Montoir-de-Bretagne**, les zones suivantes sont fragilisées : centre sablier (rue des Evens), croisement entre le boulevard des Apprentis et la rue Clément Ader, avenue de Penhoët, avenue Antoine Bourdelle.

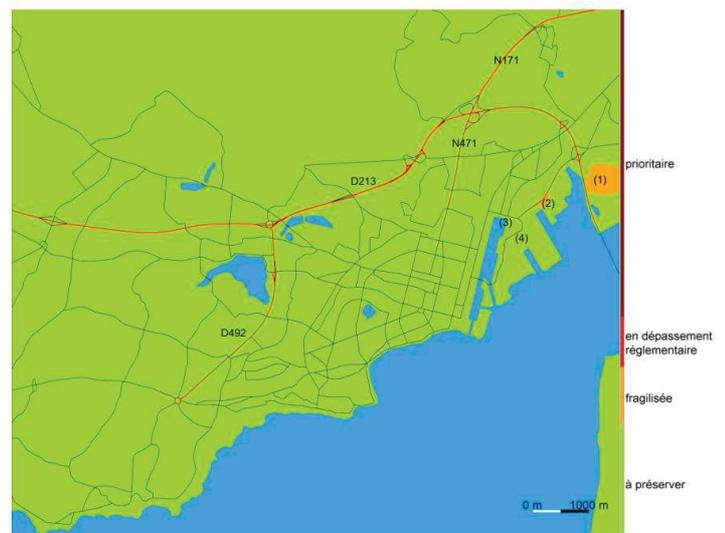
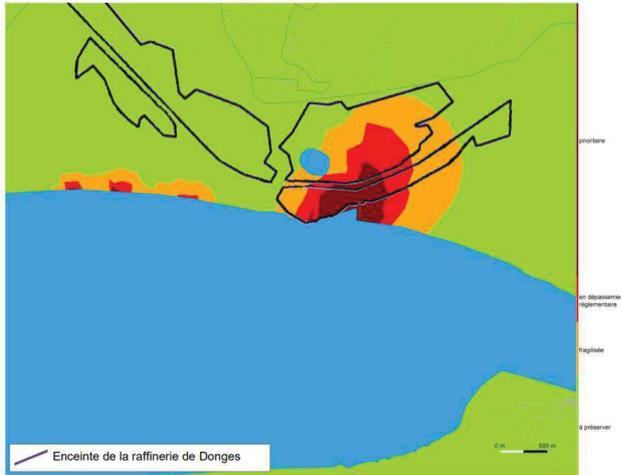


Figure 55 : Zoom sur la commune de Donges



En zoomant sur **Donges**, on remarque que l'intérieur de la raffinerie de Donges ainsi que certains pontons maritimes où accostent principalement des navires pétroliers et gaziers présentent des zones fortement dégradées en termes de qualité de l'air sur le territoire de la CARENE. A noter cependant que les zones habitées de la commune de Donges ne sont pas directement situées en zone de dépassement ou en zone fragilisée.

7.1.2 PPA de la zone Nantes-Saint Nazaire et données de qualité de l'air

Le territoire de la Carène et plus particulièrement les 5 communes de la zone d'étude font partie du PPA (Plan de protection de l'atmosphère) de la zone Nantes-Saint Nazaire (révision de 2015). Outre l'aspect purement réglementaire, le plan de protection de l'atmosphère est établi pour répondre à une problématique sanitaire de qualité de l'air, majoritairement régie par la présence des polluants réglementés : dioxyde d'azote (NO₂), dioxyde de soufre (SO₂), monoxyde de carbone (CO), ozone (O₃), particules (PM10), métaux et benzène.

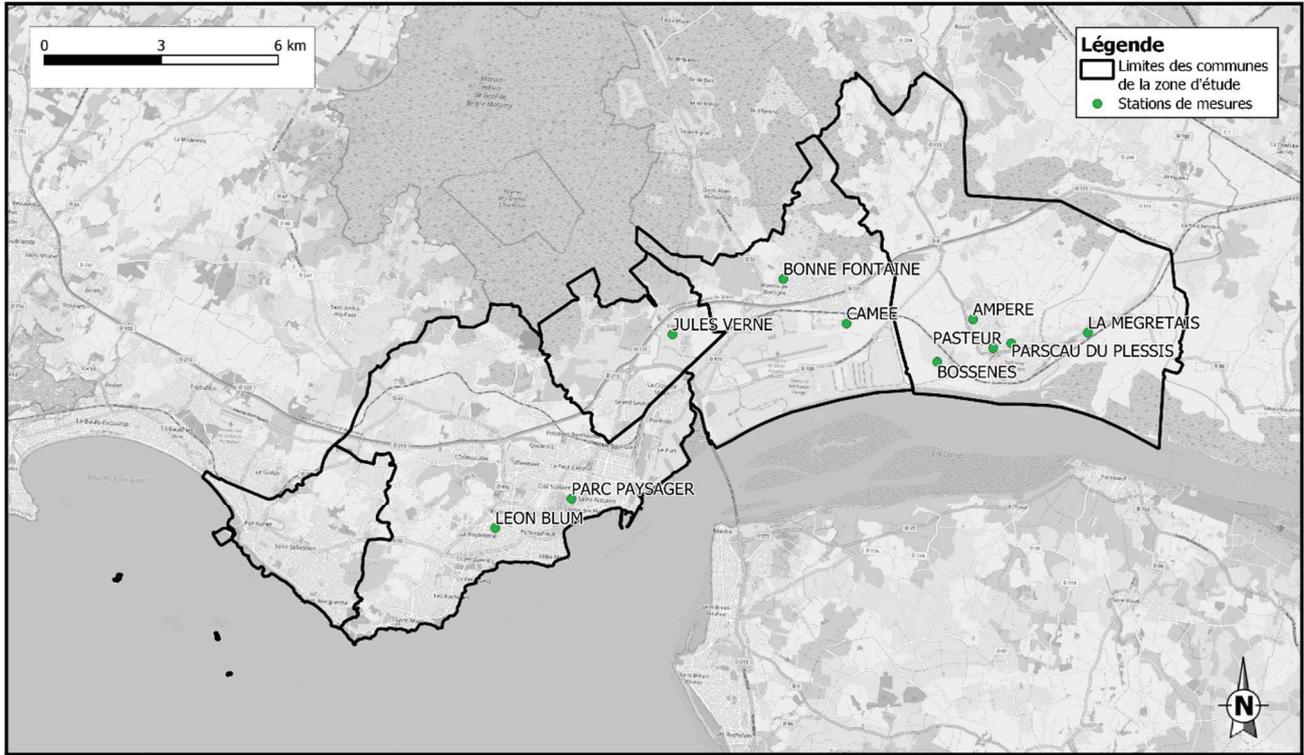
Les valeurs limites réglementaires annuelles sont respectées sur la zone d'étude.

AIRPL¹⁹ est l'association agréée par le Ministère de la Transition écologique et solidaire pour la surveillance de la qualité de l'air (AASQA) en région Pays de la Loire. Elle est membre de la Fédération Atmo France. Pour surveiller le territoire, elle possède des stations de mesures adaptées, implantées dans des lieux représentatifs des différents types de pollution et effectue des campagnes de mesures itinérantes et ciblées.

Elle dispose de stations de mesures disséminées sur le territoire (16 points sur la zone du PPA). Dix stations de mesures permanentes, représentées sur la Figure 56, sont disposées sur la zone d'étude :

¹⁹ Air Pays de la Loire

Figure 56 : Localisation des stations de mesures du réseau de surveillance de la qualité de l'air



Source : Air Pays de la Loire – airpl.com

- 2 stations à Saint-Nazaire :
 - Parc paysager (SO₂, NO₂)
 - Léon Blum (NO₂, PM₁₀, PM_{2.5})
- 1 station à Trignac :
 - Jules Verne (NO₂)
- 2 stations à Montoir-de-Bretagne :
 - Bonne Fontaine (SO₂, NO₂)
 - Gamee (SO₂, NO₂, PM₁₀)
- 5 stations à Donges
 - Ampère (SO₂, NO₂)
 - Bossenes (NO₂)
 - La Megretais (SO₂, NO₂)
 - Parscau du Plessis (SO₂, NO₂, PM₁₀)
 - Pasteur (SO₂)

Les éléments présentés dans le cadre du PPA ont été actualisés à partir des mesures réalisées par Air Pays de la Loire pour tenir compte de l'évolution de la qualité de l'air sur la zone.

Les concentrations moyennes annuelles mesurées sur la période 2016-2020 par polluant et par station de la zone d'étude sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 21. Moyennes annuelles des concentrations sur la période 2016-2020 par polluant et par station de la zone d'étude

Moyennes des concentrations annuelles 2016 à 2020 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AMPERE	BONNE FONTAINE	BOSESNES	CAMEE	LA MEGRETAIS	PARC PAYSAGER	PARSCAU DU PLESSIS	PASTEUR	LEON BLUM	JULES VERNE	Valeur réglementaire	VG OMS**
SO ₂	1.82	0.88	x	1	3.05	1.72	1.91	1.56	x	x	50	-
NO ₂	8.03	7.25	7.58	7.2	7.76	8.67	6.3	x	8.43	10.62	40	10
PM10	x	x	x	16	x	x	15.2	x	15.3	x	40 (30)*	15
PM2.5	x	x	x	10	x	x	9.3	x	8.55	x	25 (10)*	5

Source : Air Pays de la Loire – airpl.com

Concentrations conformes

Concentrations proches d'une valeur de référence

Concentrations présentant un dépassement significatif d'une valeur de référence

* Objectif de qualité

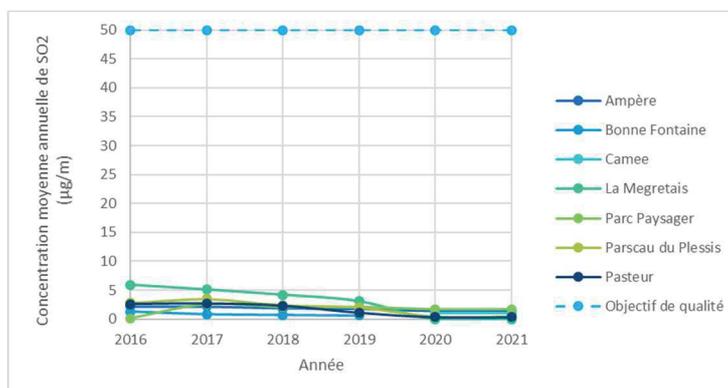
**L'OMS (Organisation mondiale de la santé) détermine les niveaux d'exposition (en concentrations et durées) en-dessous desquels il n'a pas été observé d'effets nuisibles sur notre santé ou sur les végétaux, c'est ce que l'on appelle les « valeurs guides de la qualité de l'air ». Ces valeurs ne sont pas contraignantes juridiquement, mais elles visent à faire évoluer les législations et les politiques pour réduire la pollution atmosphérique et ainsi améliorer la santé des populations. En septembre 2021, ces valeurs ont été révisées suite à l'étude de plus de 500 articles montrant l'impact de la pollution atmosphérique (6 polluants étudiés) sur la santé des populations. Plus sévères, elles tiennent compte du fait que les effets sur la santé se produisent à des niveaux de pollution atmosphérique plus faibles que ce qui avait été estimé auparavant.

Au vu des objectifs de l'étude de zone, il nous paraît important de rajouter ces valeurs dans l'analyse des mesures réalisées sur la zone.

► Dioxyde de soufre SO₂

Le bilan des mesures annuelles de concentration de SO₂ par station sur la période 2016 à 2020 est représenté en Figure 57.

Les concentrations en SO₂ sont très inférieures à l'objectif de qualité fixé à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et semblent globalement diminuer au cours du temps.

Figure 57 : Suivi des concentrations annuelles de SO₂ par station


Source : Air Pays de la Loire – airpl.com

Les niveaux les plus élevés sont mesurés aux stations situées dans la zone d'activités pétrochimiques de Donges :

- La Megretais
- Parscau du Plessis

Les niveaux les plus faibles sont mesuré à une station éloignée de la zone d'activités pétrochimiques de Donges :

- Bonne Fontaine à Montoir-de-Bretagne

Le graphe suivant synthétise l'historique des niveaux de pointe (percentile 99,73 horaire) de SO₂. Les émissions de SO₂ ont fortement diminué suite aux travaux d'amélioration des unités de la raffinerie TOTAL de Donges (2010, 2012) couplés à une diminution des teneurs en soufre des produits pétroliers. La baisse significative observée depuis 2011 s'explique également par des hivers doux. Le nombre de jours de dépassement du seuil d'information ou d'alerte pour le SO₂ depuis 2003 est en nette diminution pour atteindre 0 en 2020.

Figure 58 : Historique des niveaux de pointe (percentile 99,73 horaire) de SO₂.

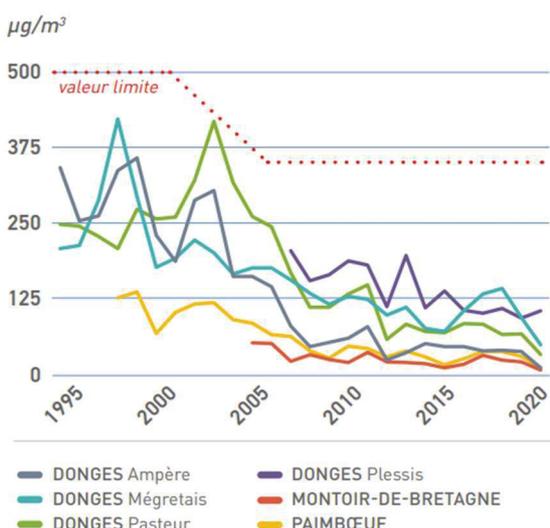
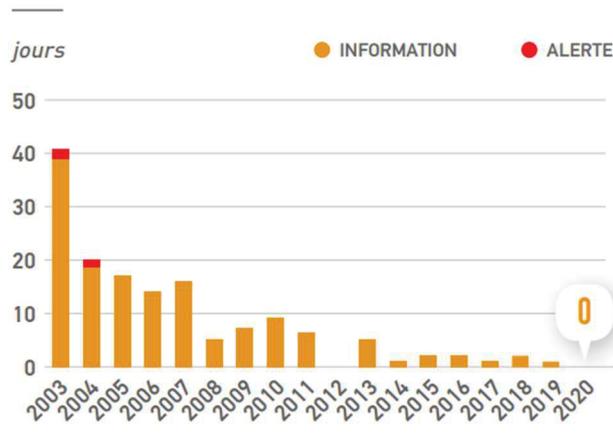


Figure 59 : nombre de jours de dépassement du seuil d'information ou d'alerte pour le SO₂



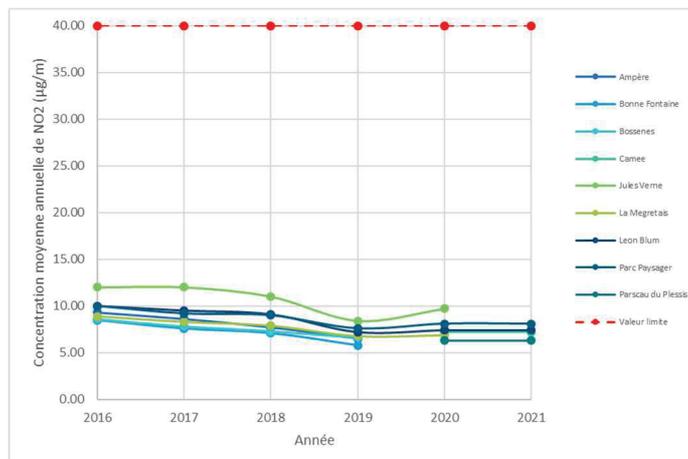
► Dioxyde d'azote NO₂

Le bilan des mesures annuelles de concentration de NO₂ par station sur la période 2016 à 2020 est représenté en Figure 60.

Les concentrations sont très inférieures à la valeur limite fixée à 40 µg/m³ sur l'ensemble de la période observée.

Les niveaux les plus élevés sont mesurés à la station Jules Verne située à Trignac dans la zone d'activité de la ville et les niveaux les plus faibles sont mesuré à la station Bonne Fontaine située à Montoir-de-Bretagne.

Figure 60 : Suivi des concentrations annuelles de NO₂ par station



Source : Air Pays de la Loire – airpl.com

Les émissions de NO_x sont principalement dues au transport routier (55 % en 2018 à l'échelle régionale). Elles ont diminué de 36 % entre 2008 et 2018, principalement en raison de l'amélioration technologique des véhicules (alors que les consommations d'énergie du secteur routier sont en hausse de plus de 4 %, les émissions de NO_x ont chuté de 36 %).

Pour les NO_x, la nouvelle valeur par l'OMS est désormais fixée à 10 µg/m³ (divisé par 4 par rapport à la précédente valeur). Sur la zone d'étude, il apparaît que **cette valeur est respectée** sur les stations de la zone d'étude.

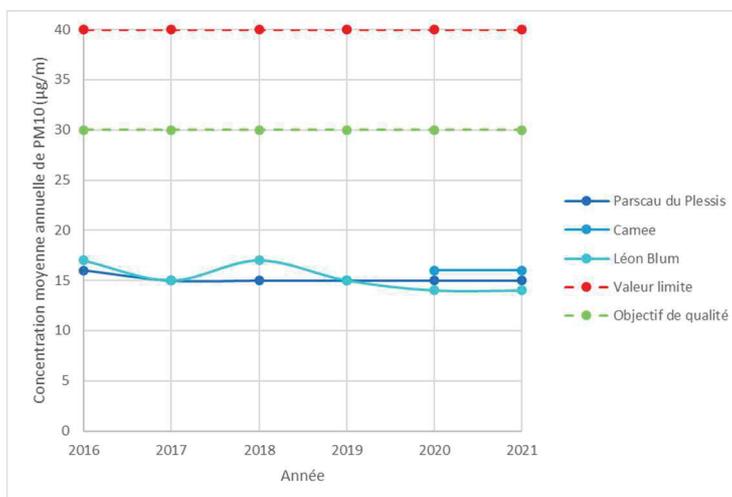
Les concentrations mesurées sur la zone sont dans la fourchette basse des concentrations mesurées à l'échelle régionale. A titre indicatif, les concentrations mesurées sur la station de Nantes Trafic (Victor Hugo) est de l'ordre de 22 µg/m³.

► **Particules fines de diamètre inférieur ou égale à 10 µm (PM10)**

Le bilan des mesures annuelles de concentration de PM10 par station sur la période 2016 à 2020 est représenté en Figure 61.

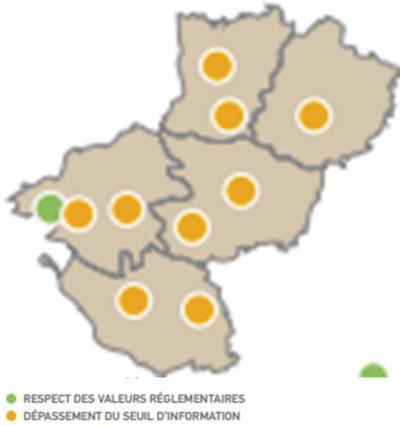
Les concentrations en PM10 sont inférieures à la valeur limite fixée à 40 µg/m³ et l'objectif de qualité fixé à 30 µg/m³ sur l'ensemble de la période observée.

Figure 61 : Suivi des concentrations annuelles de PM10 par station



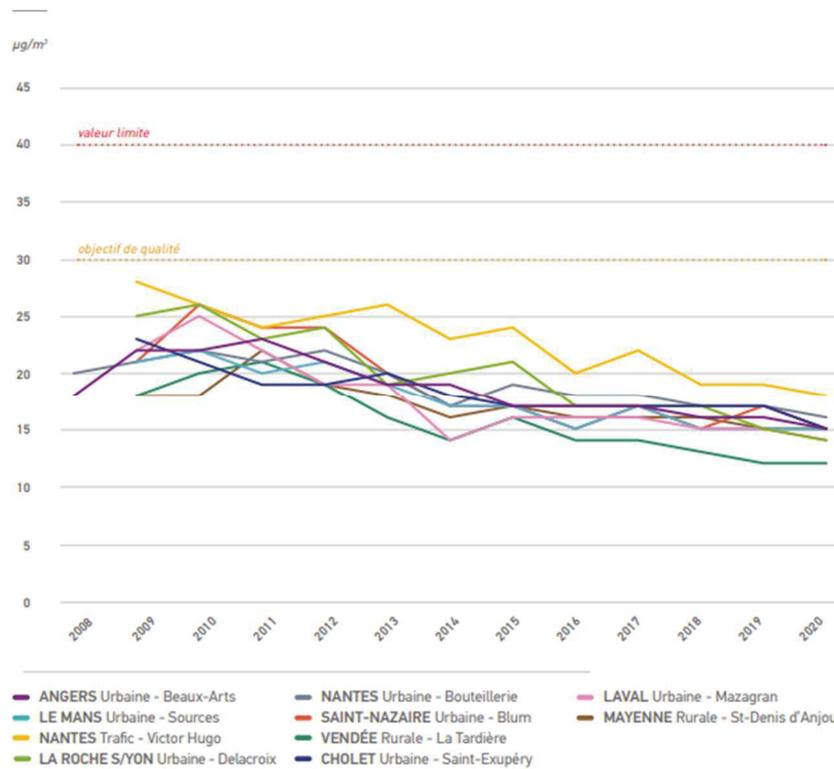
Source : Air Pays de la Loire – airpl.com

Si l'on considère les nouvelles lignes directrices de l'OMS définies en 2021, les concentrations mesurées sur la zone d'étude **sont du même ordre de grandeur**.



En 2020, le seuil d'information a été dépassé sur l'ensemble de la région durant l'épisode particulier du 28 mars, à l'exception de Saint-Nazaire, où il a été approché.

Figure 62 : Historique de la pollution par les PM10 (moyenne annuelle)



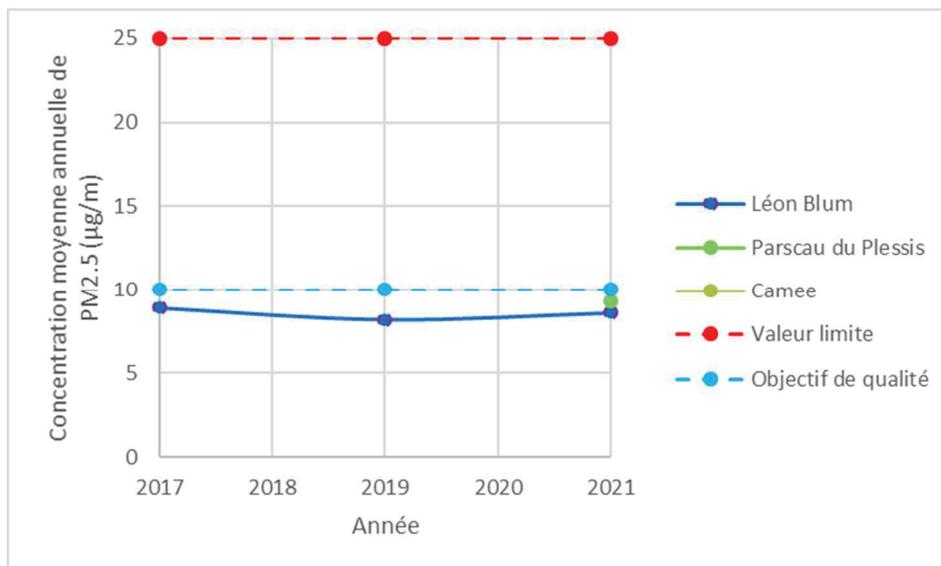
Les concentrations mesurées sur la zone sont comparables à ce qui est mesurées par ailleurs sur la région Pays de la Loire.

► Particules fines de diamètre inférieur ou égale à 2.5 µm (PM2,5)

Le bilan des mesures annuelles de concentration de PM2,5 par station sur la période 2017 à 2021 est représenté en Figure 63.

Les concentrations mesurées sont inférieures à la valeur limite fixée à 25 µg/m³ et l'objectif de qualité fixé à 10 µg/m³ sur l'ensemble de la période observée. A noter que la fréquence et le nombre de mesures réalisées pour ce paramètre sont moins importants que pour les autres paramètres.

Figure 63 : Suivi des concentrations annuelles de PM2.5 par station



Source : Air Pays de la Loire – airpl.com

La nouvelle ligne directrice de l'OMS définie en 2021 pour les PM2,5 est désormais de 5 µg/m³. Il apparaît que sur la zone d'étude, cette valeur est dépassée sur l'ensemble des stations de mesures. Si l'on considère cette nouvelle ligne directrice, on peut noter, comme sur l'ensemble de la région, une **vulnérabilité de la zone d'étude vis-à-vis des PM2,5**.

7.1.3 Les campagnes ponctuelles mises en œuvre par Air Pays de la Loire

Les éléments présentés précédemment concernent exclusivement les polluants dits règlementés. Afin de compléter l'information sur la qualité de l'air sur la zone, les résultats de campagnes de mesures ponctuelles réalisées par Air Pays de la Loire sont reportés ci-après.

► Evaluation des niveaux de COV dans l'air dans l'environnement de la raffinerie Total Energies à Donges (2020/2021)

Dans le cadre de sa stratégie de surveillance du benzène depuis 2005 dans l'environnement de la raffinerie de Donges, Total Energies Raffinage France a sollicité Air Pays de la Loire afin de mettre en œuvre des mesures en composés organiques volatils.

Ces mesures répondent aux exigences de l'arrêté préfectoral 2019/ICPE/016 du 24 janvier 2019.

Les mesures automatiques en benzène, méthane, et composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) se sont tenues sur deux sites différents, l'un à la Gare SNCF de Donges, à proximité immédiate de la raffinerie, et l'autre à La Mégretais, situé à 1,5 km de la raffinerie, pour deux périodes d'un mois, en juin et en novembre 2021.

Des mesures par tubes à diffusion passive ont été entreprises sur 9 sites répartis dans l'environnement de Donges, totalisant 4 mois de mesure répartis sur l'année (avril, juin, septembre et novembre).

Figure 64 : Localisation des points de mesures des niveaux de COV dans l'environnement de la raffinerie Total Energies à Donges



A noter que la campagne menée en 2021 revêt un caractère particulier du fait de l'arrêt de la raffinerie tout au long de l'année 2021, en conséquence à la pandémie de covid-19 et la baisse d'activité globale qui en a résulté. Si la production de la raffinerie était à l'arrêt, le stockage s'est toutefois poursuivi. Les concentrations enregistrées sont donc des concentrations non liées au processus de production mais liées aux émanations fugitives des zones de stockage ou de l'unité de production, qui justifient donc la continuité des mesures en 2021.

Les niveaux de benzène atteignent en moyenne $2,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à la Gare SNCF sur 2 mois de mesure (en juin et novembre), **ce qui rend possible un dépassement de l'objectif de qualité fixé à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$** en moyenne annuelle. Ces valeurs sont toutefois **inférieures à la valeur limite ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle)**. Le site de La Mégretais enregistre des concentrations 5 fois inférieures à l'objectif de qualité, atteignant $0,37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne.

L'influence de la zone de stockage Nord a été mise en évidence, à la différence des années antérieures où l'unité de production semblait plus influente. Cela peut s'expliquer par l'arrêt de la raffinerie en 2021.

Si l'on considère les mesures de COVNM totaux réalisés, la raffinerie a une influence sur les teneurs en COVNM, avec une moyenne de $210 \mu\text{g} \text{ éq. C}/\text{m}^3$ à la Gare SNCF et $38 \mu\text{g} \text{ éq. C}/\text{m}^3$ à La Mégretais. Les niveaux de COVNM sont influencés principalement par la zone de stockage Nord, avec une augmentation par 2,5 des valeurs observées à la Gare SNCF entre juin et novembre, où les concentrations atteignent 121 et $292 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivement.

Les mesures de benzène par tubes à diffusion passive sur 9 points de mesure répartis dans l'environnement de Donges, et totalisant 4 mois de mesure, viennent compléter les mesures automatiques qui ont été faites sur 2 mois entiers. **Ces mesures viennent corroborer l'influence de la raffinerie dans les concentrations en benzène relevées autour de l'industrie.** Cette influence est prépondérante sur le site de la Gare SNCF, de par sa proximité immédiate avec la raffinerie (900 m du centre de la raffinerie), particulièrement des zones de stockage Nord (400 mètres). La concentration sur ce site atteint en moyenne, sur 10 semaines de mesure, $2,28 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dépassant ainsi l'objectif de qualité ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle). Les concentrations baissent ensuite rapidement avec l'éloignement de la raffinerie.

Tableau 22 : Concentrations moyennes en benzène sur les 9 sites de mesure, sur l'ensemble des campagnes de mesures par diffusion passive (2021)

Site	1 Gare SNCF	2 Rue des Ecoles	3 Plessis	4 Collège	5 Rio d'Assac	6 La Mégrétais	7 Appt n°5	8 La Pommeraye	9 La Hélandière
Semaines validées	N = 10	N = 13	N = 15	N = 15	N = 12	N = 14	N = 13	N = 13	N = 12
Benzène (µg/m³)	2,28	1,16	0,98	0,99	0,90	0,89	1,58	0,59	1,54

Des mesures de benzène et de naphtalène ont également été réalisées en 2020 par prélèvement passif sur 15 sites dans l'environnement de la raffinerie et un site témoin à Nantes. Les valeurs relevées sur les 10 semaines de mesure sont inférieures à l'objectif de qualité de 2 µg/m³, à l'exception du site situé à proximité des appontements et pour lequel la concentration relevée (2,4 µg/m³ sur l'année) reste inférieure à la valeur limite de 5 µg/m³.

Tableau 23 : Concentrations moyennes en benzène sur les 16 sites de mesure, sur l'ensemble des campagnes de mesures par diffusion passive (2020)

point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
benzène µg/m³	0,48	0,53	0,53	1,46	1,12	0,91	0,68	0,73	0,48	0,46	0,61	1,11	0,78	2,40	1,94	0,55

Figure 65 : Concentrations moyennes de benzène en 2020 - mesures par tubes passifs

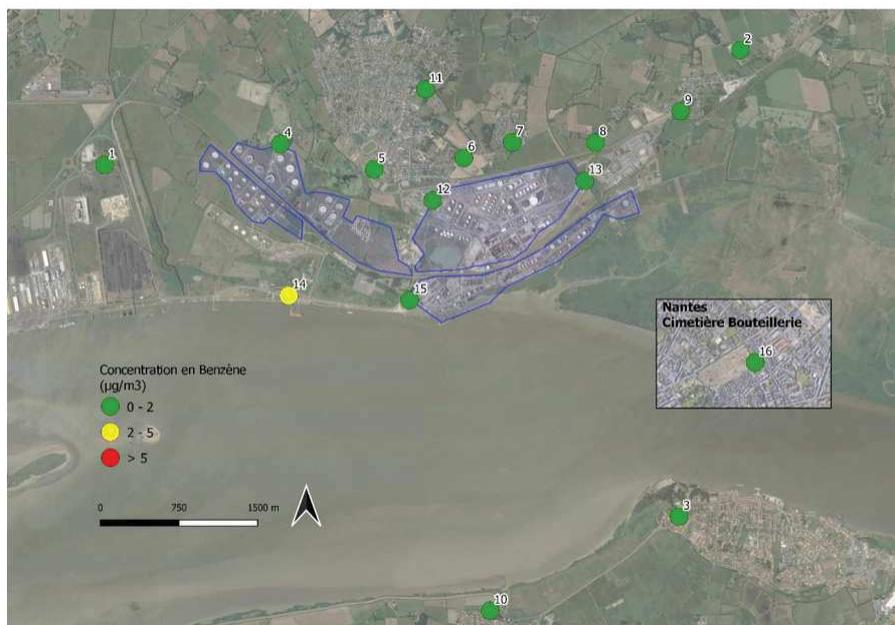
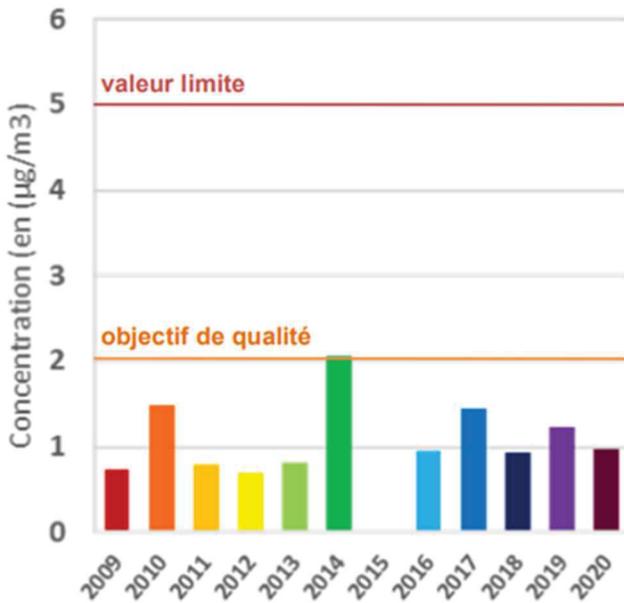


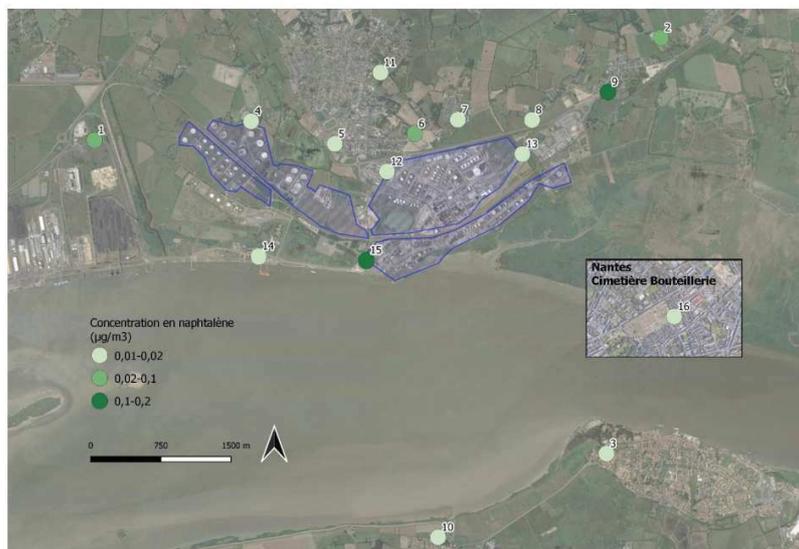
Figure 66 : Moyenne en benzène depuis 2009



A noter que les moyennes en benzène relevées depuis 2009 rue Pasteur sont inférieures à l'objectif de qualité (à l'exception de l'année 2014).

Aucun des sites ne relève des concentrations en benzène supérieures à la valeur de 5 µg/m³.
Les concentrations en benzène mesurées au niveau des habitations sont toutes inférieures à l'objectif de qualité (2 µg/m³ en moyenne annuelle).

Figure 67 : Concentrations moyennes de naphthalène en 2020 - mesures par tubes passifs



point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
naphthalène µg/m³	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	0,01	0,02	0,11	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,18	0,02

Les concentrations en naphthalène sont faibles (au maximum 0,18 µg/m³). Par ailleurs, l'influence de la raffinerie sur les concentrations de naphthalène n'a pas été caractérisée.

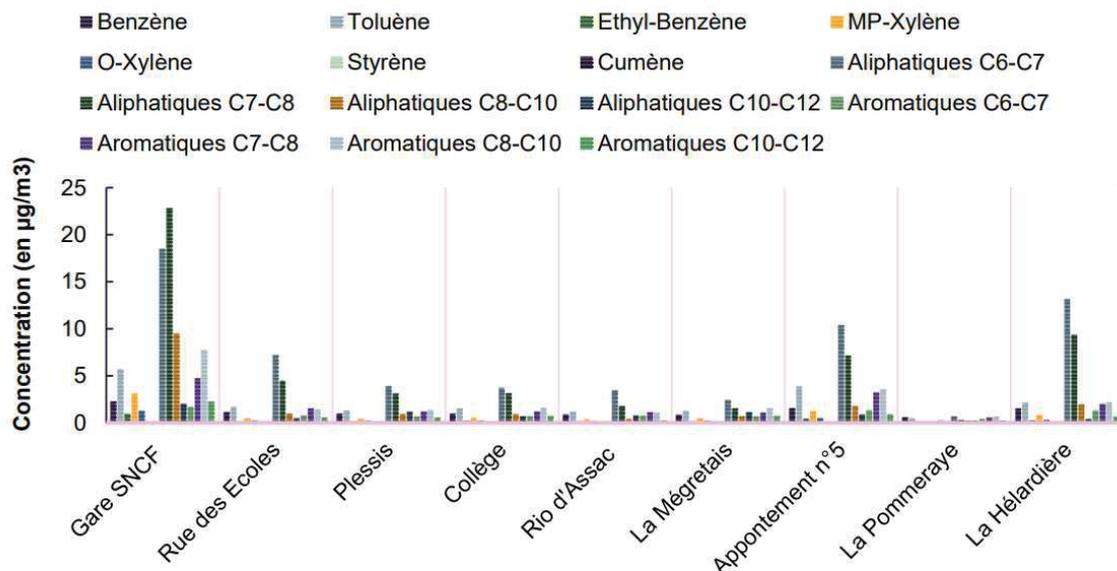
En remplacement de ces mesures de Naphtalène effectuées en 2020 et dont les concentrations étaient proches des limites de quantification de l'appareil, Air Pays de la Loire, en accord avec Total Energies Raffinage France, a entrepris les mesures des niveaux moyens des COV utilisés comme solvants pétroliers, notamment :

- Le cumène ;
- Le styrène ;
- Les hydrocarbures aliphatiques et aromatiques, avec distinction des différentes coupes entre C6 et C12.

De la même manière que pour le benzène, la mesure de ces COV s'est effectuée sur 4 périodes de 4 semaines, sur les 9 sites de mesure.

La figure ci-après représente les résultats des concentrations moyennes de chacun des composés individualisés, par site, sur l'ensemble des 16 semaines de prélèvements réparties dans l'année : en avril, juin, septembre et novembre.

Figure 68 : Concentrations moyennes en COV sur les 9 sites de mesure, sur l'ensemble des campagnes de mesures par diffusion passive



Air Pays de la Loire en conclut que « tout comme le benzène, ce sont les sites de la Gare SNCF, de la Hélandière puis de l'Appontement n°5 qui observent les concentrations les plus élevées en hydrocarbures, notamment les Aliphatiques C6-C7 à C8-C10 et les Aromatiques C7-C8 à C8-C10. Les concentrations en cumène et styrène sont faibles et souvent inférieures aux limites de quantification de l'appareil pour l'ensemble des sites. »

► Qualité de l'air liée à l'incendie au sein de la raffinerie de Donges le 28 mai 2022

Le samedi 28 mai 2022, un incendie d'hydrocarbures s'est déclaré au sein de la raffinerie de Donges au niveau de l'unité de désulfuration HD2, situé dans le sud du site. Les flammes sont issues de la combustion d'un mélange de gasoil et d'hydrogène. Air Pays de la Loire s'est rendu sur place afin de procéder à des mesures de la qualité de l'air sur les communes de Corsept, Saint-Brévin, Saint-Nazaire et Donges.

L'analyse des conditions météorologiques le jour de l'incendie a mis en évidence des directions de vent de nord-nord-est à nord-est et a permis de définir la localisation des points de prélèvements. Deux points sont situés sur le territoire de la zone d'étude.

Figure 69 : Localisation des sites de mesures

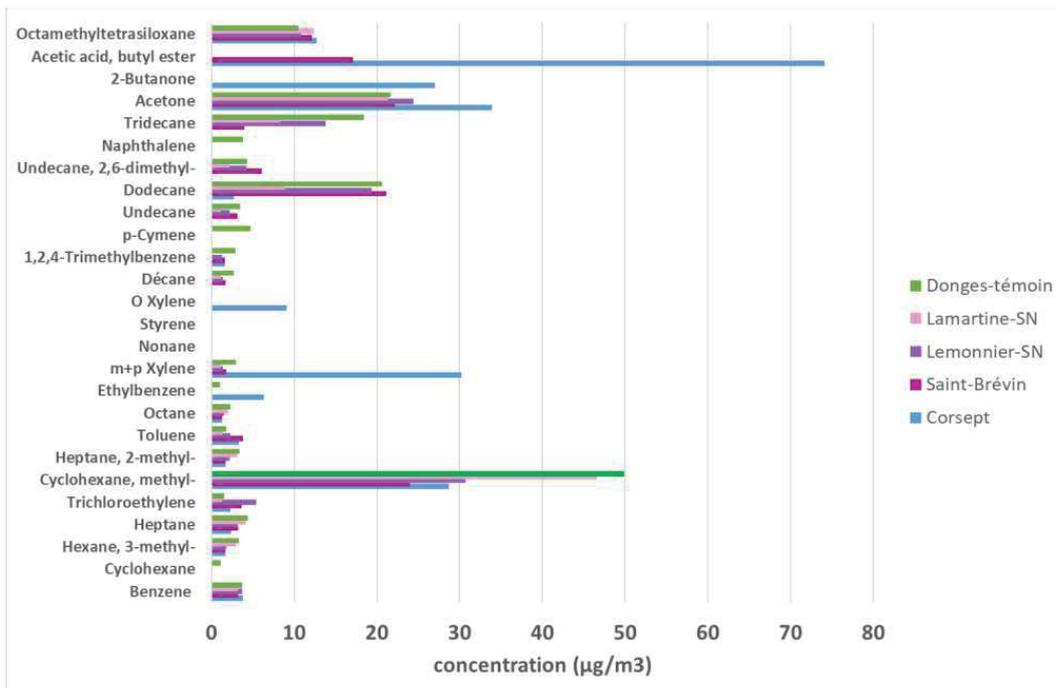


Cette étude n'est mentionnée ici qu'à titre indicatif dans la mesure où elle correspond à une étude accidentelle et non à des mesures caractéristiques d'une exposition chronique des populations, objet de l'étude de zone. Les conclusions de l'étude sont :

- « Pour les sites potentiellement sous les vents, des données de concentrations en polluants non significativement différentes de celles du site témoin ;
- Pour les sites sous les vents, des concentrations maximales en polluants réglementés inférieures d'un facteur 2,6 pour les PM10 et d'un facteur 60 pour le dioxyde de soufre par rapport aux seuils d'information-recommandation.
- Des niveaux en hydrogène sulfuré et en ammoniac faibles et proches du seuil de détection. »

Concernant les COV, un total de 26 composés a pu être identifié dans les cinq échantillons.

Figure 70 : Données de concentrations en Composés Organiques Volatils (COV)



L'analyse des résultats met en évidence :

- « 6 composés pour lesquels les concentrations sont plus de 3 fois plus importantes par rapport au site témoin : acétate de butyle, O xylène, m+p xylène, éthylbenzène sur le site de Corsept et trichloroéthylène sur le site de Lemonnier à Saint-Nazaire.
- Il ne peut être déduit une influence des fumées de l'incendie dans la mesure où aucun signal significatif n'a été observé sur le site de Saint-Brévin, directement influencé. Des sources locales dans l'environnement des sites de Corsept et de Lemonnier à Saint-Nazaire sont plutôt à privilégier.
- Pour ces 6 composés, des concentrations de 500 à 50 000 fois plus faibles que les valeurs toxicologiques de référence aigües et de 300 à 77 000 fois plus faibles que les seuils en situation accidentelle.
- Pour les autres composés, il n'y a pas de différence marquée entre les sites sous les vents et le site témoin. »

Sur l'ensemble des points, y compris le site témoin, les concentrations en benzène sont inférieures à la valeur limite de qualité de l'air de $5 \mu/m^3$.

► **Evaluation des niveaux de poussières et de nitrate d'ammonium dans l'environnement de Yara, août 2016**

Dans la continuité de l'évaluation des niveaux de poussières et de nitrate d'ammonium particulaire dans l'environnement de son établissement de Montoir de Bretagne en 2008, la société Yara France a souhaité un réexamen de son influence sur la qualité de l'air et s'est alors rapprochée d'Air pays de la Loire.

Lors de cette précédente étude, une approche par modélisation avait permis d'identifier les zones de retombées et d'estimer les concentrations en poussières totales et submicroniques de nitrate d'ammonium liées aux émissions spécifiques de l'établissement.

L'approche par la mesure avait mis en évidence :

- L'influence des émissions de l'établissement sur les niveaux de poussières fines et de nitrate d'ammonium ;
- Une pollution moyenne particulaire sensiblement équivalente à celle d'un site urbain non influencé avec un risque de dépassement des valeurs réglementaires très limité.

Au total, quatre sites de mesure ont été instrumentés pour mesurer en continu les poussières fines PM10 et PM2,5 du 15 janvier au 31 mai 2016, trois dans l'environnement de l'établissement (voir carte ci-dessous) et un quatrième situé sur la commune de Savenay à une quinzaine de kilomètres pour comparaison. Des prélèvements journaliers de ces poussières ont par ailleurs permis leur caractérisation chimique pour 15 journées d'intérêt.

Figure 71 : Plan d'échantillonnage – mesures des niveaux de poussières et de nitrate d'ammonium dans l'environnement de Yara



L'étude a conclu à :

- « Un empoussièrément général lié à des sources locales pouvant ponctuellement impacter significativement les niveaux de poussières fines :

L'évaluation de l'influence des émissions de Yara est rendue complexe compte tenu des nombreux émetteurs de poussières situés sur la zone d'implantation de l'établissement. D'un point de vue réglementaire, le seuil d'information a été dépassé à 3 reprises, le premier sous l'effet d'un épisode généralisé de pollution particulaire, les deux autres probablement sous l'effet des surémissions de particules produites localement par l'activité industrielle de la zone, conjuguées à des niveaux de fond élevés. Par extrapolation à l'année, l'objectif de qualité pour les particules PM_{2,5}, risque très probablement d'être dépassé comme sur la plupart des autres sites de surveillance de ce polluant. En revanche, les autres valeurs réglementaires exprimées en moyenne annuelle ne présentent a priori pas de risques particuliers de dépassement.

- Des niveaux en nitrate et ammonium à ne pas négliger en cas de dégradation de la qualité de l'air :

Ainsi, durant la campagne de mesure les apports maximaux de nitrate et d'ammonium imputables à Yara mesurés en moyenne journalière sont respectivement de 3,4 et 1,1 µg/m³ à Camée, 4,8 et 1,3 µg/m³ à Bossènes hors épisode contre 9,5 et 3,5 µg/m³ lors de l'épisode particulaire le 12 mars. En cas de dégradation de la qualité de l'air et dans des conditions peu dispersives, le nitrate d'ammonium émis par Yara peut donc localement contribuer au dépassement du seuil d'information ou d'alerte applicable aux PM₁₀ et exposer les travailleurs, voire les résidents les plus proches à des concentrations moyennes journalières de particules non réglementaires plus fréquemment que sur le reste de la région. »

► Evaluation des retombées de particules dans l'environnement de Yara France, octobre 2021

L'arrêté préfectoral (AP) n°2019/ICPE/359 du 18 décembre 2019 impose des prescriptions complémentaires à la surveillance réglementaire de la pollution atmosphérique à la société Yara France sur son site de Montoir-de-Bretagne. Le nouveau dispositif prévoit notamment des mesures automatiques et permanentes de particules PM₁₀ et PM_{2,5} et la spéciation du nitrate d'ammonium dans l'environnement de Yara.

Les objectifs de cette étude sont d'évaluer l'exposition de la population aux particules PM₁₀ et PM_{2,5} et au nitrate d'ammonium et d'apprécier l'influence des émissions de Yara sur les niveaux de concentration.

Ainsi, les zones de retombées maximales des émissions de Yara ont été identifiées par modélisation.

Suite à cette étude de modélisation, des mesures automatiques ont été installées sur le site de La Camé, proche des habitations les plus proches de l'installation de Yara, au nord-ouest. Des mesures automatiques ont également été réalisées à Plessis, à Donges, zone d'habitation plus éloignée de Yara (4,1 km) mais plus régulièrement sous son influence du fait de sa localisation sous les vents dominants de sud-ouest. La spéciation du nitrate et de l'ammonium a été effectuées par prélèvements sur filtres et par jauges de mesure des retombées atmosphériques, sur plusieurs sites situés à proximité de l'établissement de Yara et à Donges. Durant l'année de mesure, l'établissement a comptabilisé au total 71 jours d'arrêt technique.

Figure 72 : Dispositif de mesure mis en œuvre dans l'environnement de Yara en 2020



Site	distance au centre de l'installation YARA	méthode de mesure	composés mesurés
La Camé et Plessis	1 500 m / 4 100 m	automatique - FIDAS / Jauges	PM10 et PM2.5 / nitrate et ammonium particulaires / nitrate et d'ammonium dissous
EQIOM	730 m	Jauge	nitrate et d'ammonium dissous
Millenis	280 m	Jauge	nitrate et d'ammonium dissous

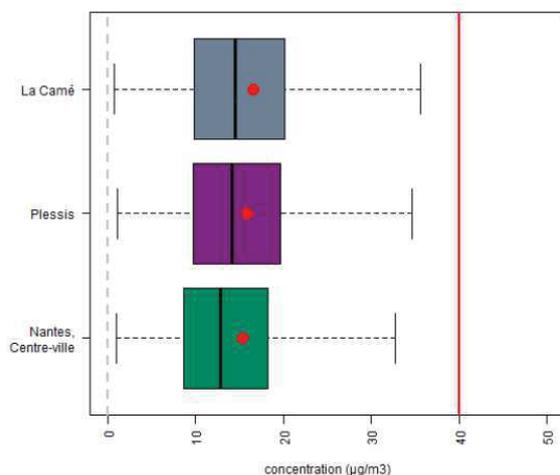
Air Pays de la Loire conclu que les *mesures automatiques de PM10 et de PM2,5 permettent de mettre en évidence que :*

- Les concentrations en PM10 à La Camé sont inférieures aux valeurs réglementaires (fixées en moyenne annuelle ou journalières) ;
- Les concentrations en PM2,5 sont inférieures à la valeur limite annuelle, mais supérieures à l'objectif de qualité ;
- Lorsque La Camé est sous les vents de Yara, les concentrations peuvent y être ponctuellement plus importantes qu'à Donges : jusqu'à 12 µg/m³ en moyenne journalière pour les PM10 et jusqu'à 10 µg/m³ pour les PM2,5. »

Les graphiques suivants présentent la situation par rapport aux valeurs réglementaires :

► Pour les PM10

Figure 73 : Boxplot des concentrations de PM10 du 1er octobre à 31 décembre 2020



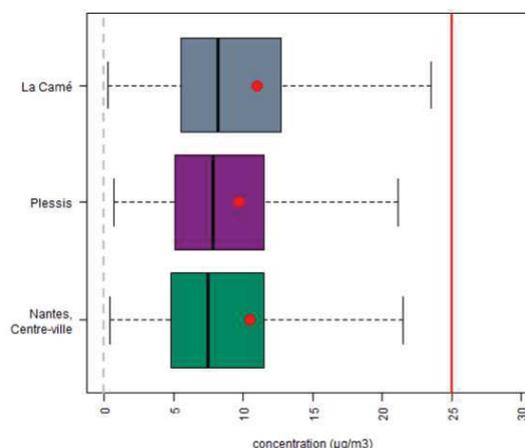
Sur la période de 3 mois de mesure, la moyenne à La Camé est plus de 2,4 fois inférieure à la valeur limite (40 µg/m³ sur une année) et 1,8 fois inférieure à l'objectif de qualité pour les PM10 (fixé à 30 µg/m³). A noter toutefois que les concentrations moyennes à La Camé (16,6 µg/m³) et à Plessis (15,8 µg/m³) sont du même ordre de grandeur que la valeur guide OMS 2021 fixée à 15 µg/m³.

► Pour les PM2,5

Comme pour les particules PM10, les concentrations moyennes en particules PM2,5 sur les différents sites sont comparables. D'octobre à décembre 2020, la moyenne en PM2,5 à La Camé est de 11 µg/m³, contre 9,7 µg/m³ à Plessis et 10,5 µg/m³ en centre-ville de Nantes.

Les concentrations moyennes sont par ailleurs inférieures à la valeur limite, fixée à 25 µg/m³ sur une année : environ 2,3 fois inférieures à La Camé notamment. En revanche, les moyennes mesurées pendant ces trois mois sont supérieures à l'objectif de qualité, fixé à 10 µg/m³ sur une année entière et à la valeur guide OMS 2021 fixée à 5 µg/m³. Les mois d'hiver sont propices à des niveaux de fond plus importants en particules, notamment en raison du chauffage individuel au bois

Figure 74 : Boxplot des concentrations de PM2,5 du 1er octobre à 31 décembre 2020



Les nitrates et ammonium particuliers dans les PM10 ont été prélevés sur filtres, 15 journées spécifiques ont été analysées. Il n'existe pas de valeur guide pour ces composés dans l'air ambiant. Les résultats montrent que :

- Lorsque La Camé est sous les vents de Yara, les concentrations en nitrate et ammonium sont en moyenne respectivement 2 fois et 3 fois plus importantes, qu'à Donges. Ces résultats suggèrent une influence probable des émissions de Yara ;
- Ces surconcentrations sont comprises entre 0,5 et 10 µg/m³ pour le nitrate et entre 0,04 à 1 µg/m³ pour l'ammonium à La Camé par rapport à Donges. »
- « Les mesures mensuelles des retombées atmosphériques, effectuées sur 4 sites indiquent que :

- Les dépôts d'ions nitrates sont équivalents à La Camé et à Donges ;
- Les dépôts d'ammonium sont sensiblement plus élevés à La Camé et au nord-est de Yara qu'à Donges ;
- Les dépôts les plus importants (jusqu'à 160 mg/m²/j) sont rencontrés en proximité immédiate de l'installation et à l'est (dans l'axe des vents dominants) suggérant une influence significative des émissions de Yara dans son environnement très proche. »

L'ensemble de ces mesures a permis, d'une part, d'évaluer l'influence de la zone de Yara :

- L'influence de Yara et son environnement sur les particules fines à La Camée n'est visible que lorsque La Camée est directement sous les vents de l'industrie. Sur 260 heures où La Camée est sous l'influence de Yara dans l'année, seules 110 heures montrent une surconcentration horaire en PM₁₀ et 90 heures une surconcentration horaire en PM_{2,5} à La Camée par rapport au site témoin de Plessis. Parmi ces heures d'influence, un impact significatif sur les moyennes journalières est visible sur 4 journées ;
- La surconcentration en moyenne journalière associée à ces épisodes est estimée entre +9,2 et +14,3 µg/m³ pour les PM₁₀, et entre +4 et +14 µg/m³ pour les PM_{2,5} ;
- Le site de Plessis ne semble pas être influencé par les émissions de la zone Yara sur son exposition aux particules fines ;
- La carrière des six-croix a été identifiée comme une autre source d'influence significative dans les teneurs en particules fines, sur les 2 sites de La Camée et de Plessis ;
- Sur 15 jours spécifiques d'études, une surconcentration des nitrates et ammonium particulières est attribuable à l'influence de Yara. Sa contribution s'élève en moyenne à +0,9 µg/m³ pour le nitrate et +0,1 µg/m³ pour l'ammonium lorsque La Camée ou Plessis est spécifiquement sous les vents de l'industrie au cours d'une journée. Les valeurs les plus élevées sont toutefois constatées alors que l'usine était à l'arrêt ;
- Une décroissance rapide des retombées atmosphériques en ions nitrate et ammonium avec la distance, passant de 27 à 1,6 mg/m²/j entre 210 m et 1,5 km de l'établissement pour l'ammonium, et de 99 à 1 mg/m²/j pour le nitrate.

Ces mesures ont, d'autre part, permis d'évaluer l'exposition de la population qui se traduit par :

- Des niveaux de PM₁₀ inférieurs à la valeur limite et à l'objectif de qualité en moyenne annuelle, et inférieurs aux seuils réglementaires journaliers.
- Des niveaux de PM_{2,5} inférieurs à la valeur limite annuelle, mais supérieurs à l'objectif de qualité à La Camée et à Nantes ;
- Des concentrations en nitrate et en ammonium lorsque La Camée est sous l'influence de Yara qui restent dans la gamme de variabilité des concentrations relevées hors influence, et dépendent des conditions météorologiques ;
- Des retombées atmosphériques en nitrate et en ammonium en zone habitée (La Camée et Plessis) qui sont faibles et proches des limites de détection, confirmant les résultats issus de la modélisation.

► Caractérisation de la qualité de l'air – quartier Méan Penhoët à Saint-Nazaire, décembre 2017

Situés en zone portuaire et aéronautique, différents industriels du quartier Méan-Penhoët utilisent des produits contenant du chrome hexavalent (VI) parmi lesquels le chromate de strontium. Ces substances, classées cancérigènes, sont susceptibles d'être émises à l'atmosphère. Dans un contexte de mise en service d'une unité de production utilisant le chromate de strontium au sein de l'entreprise Rabas Protec, les riverains du quartier Méan-Penhoët ont sollicité la ville de Saint-Nazaire afin de connaître leur exposition en chrome VI et en chromate de strontium dans leur environnement. Pour répondre à cette demande, la ville de Saint-Nazaire a sollicité Air Pays de la Loire afin d'évaluer la qualité de l'air du quartier Méan-Penhoët.

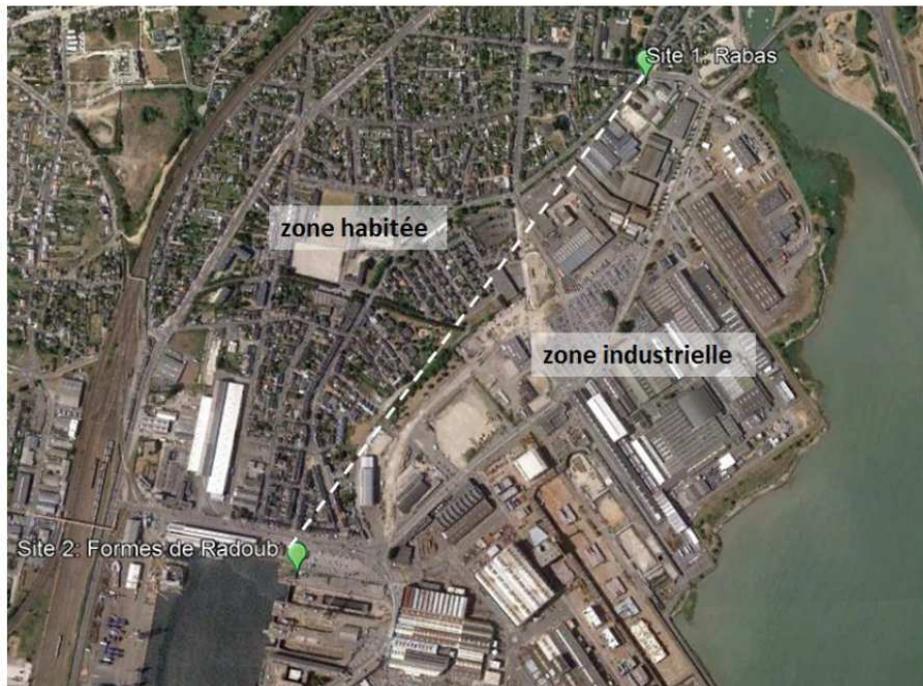
Les objectifs étaient de :

- Réaliser des mesures comparatives en milieu potentiellement influencé (Méan-Penhoët) et milieu non influencé à Nantes ;
- Quantifier le chrome et le strontium, qualifier le chrome VI et plus spécifiquement le chromate de strontium.

Ainsi, pour répondre aux objectifs de l'étude, des prélèvements de particules PM10 ont été réalisés sur des périodes de 15 jours du 31 octobre 2016 au 4 mars 2017. Trois sites au total ont ainsi été instrumentés :

- Deux sites en milieu urbain potentiellement influencés à Saint-Nazaire, au nord des formes de radoub du bassin de Penhoët et dans l'enceinte de la société Rabas ;
- Un site permanent d'Air Pays de la Loire, situé au cimetière de la Bouteillerie à Nantes, en milieu urbain non influencé pour comparaison.

Figure 75 : Sites de mesures à Saint-Nazaire



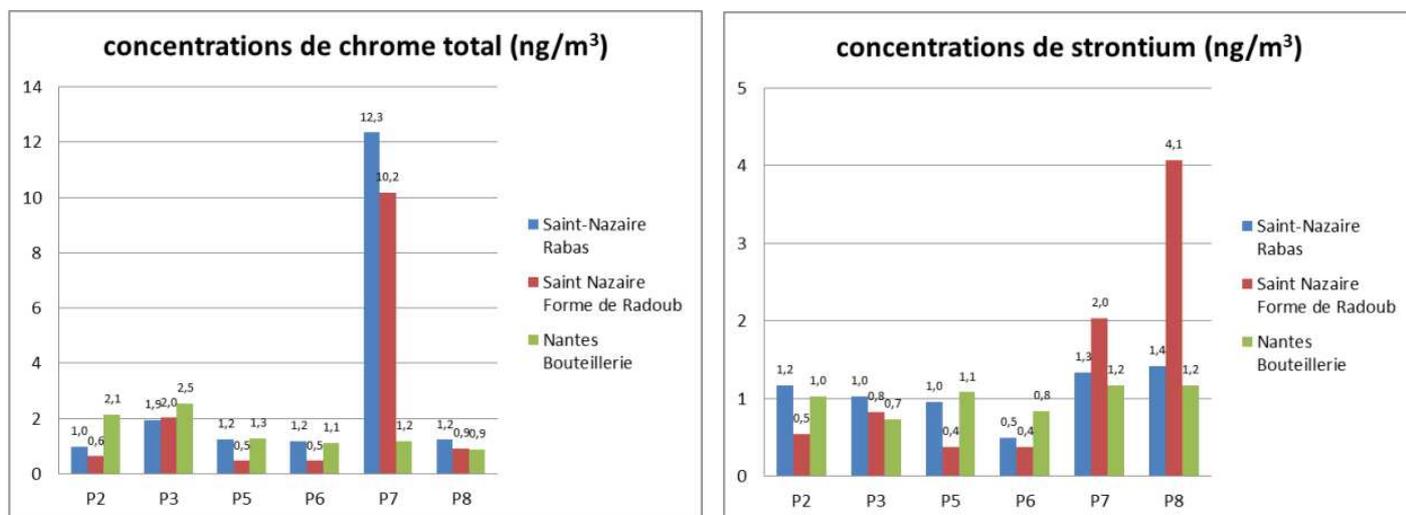
Air Pays de la Loire a conclu que sur les périodes considérées les concentrations de chrome total et de strontium mesurées au niveau des sites potentiellement influencés sont généralement :

- Représentatives des concentrations mesurées en environnement urbain non influencé ;
- Inférieures à 2 ng/m³ pour le chrome total et varient entre 0,4 et 2 ng/m³ pour le strontium.

En fin de campagne :

- Du 2 au 17 février, une ou des sources locales d'émissions diffuses, d'origine industrielle ou d'autres types d'activités économiques (petits établissements, ateliers...) ont significativement impacté les concentrations moyennes de chrome total des sites nazairiens qui ont ponctuellement atteint 12,3 et 10,2 ng/m³ ;
- Du 17 février au 4 mars, la concentration de strontium mesurée au niveau des formes de radoub a atteint son maximum avec 4,1 ng/m³, possiblement sous influence océanique. »

Figure 76 : Concentrations de chrome total et de strontium dans l'air



7.1.4 Les campagnes ponctuelles mises en œuvre par les industriels

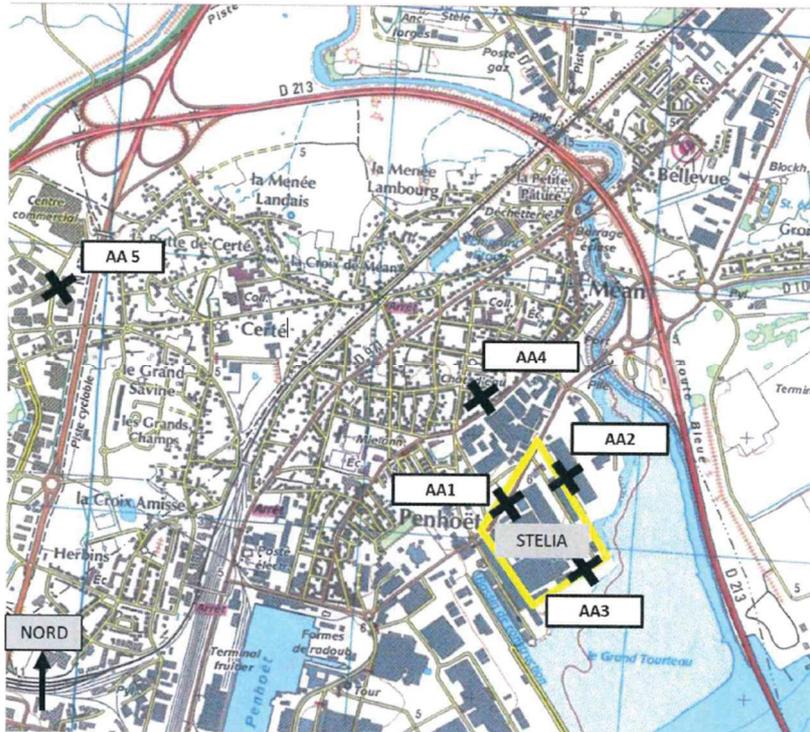
► IEM AIRBUS ATLANTIC - Saint-Nazaire (anciennement STELIA)

Les prélèvements réalisés dans le cadre du suivi de la qualité de l'air ambiant autour du site AIRBUS ATLANTIC (STELIA) de Saint-Nazaire se sont déroulés du 14 au 19 septembre 2020, conformément au plan d'échantillonnage définitif établi par la société AECOM.

Conformément au protocole d'échantillonnage, les prélèvements de chrome et chrome VI dans l'air ambiant ont été réalisés au droit de 5 points, précisés comme suit :

- 3 prélèvements en limite du site STELIA au niveau des bordures nord (AA1), est (AA2) et sud (AA3). Il convient de noter que, compte tenu des contraintes liées à l'utilisation de ces préleveurs (nécessité d'un branchement à une source électrique et emplacement dans un endroit clos et sécurisé en raison des risques de vandalisme), ceux-ci ont été placés dans l'enceinte du site ;
- 1 prélèvement à environ 300 m au nord du site STELIA, au droit des premières zones d'habitations (AA4) ;
- 1 prélèvement situé sur la commune de Trignac, à environ au nord 1,8 km du site, en dehors de la zone d'influence du site afin de caractériser le bruit de fond local (AA5).

Figure 77 : Localisation des points de prélèvements d'air ambiant de la campagne réalisée en septembre 2020



Les concentrations mesurées en chrome VI au droit des points en limite et au voisinage du site (AA1 à AA4) au cours de la campagne de septembre 2020 sont comprises entre 0,03 et 0,12 ng/m³. Ces teneurs sont du même ordre de grandeur que celles mesurées au droit du point représentatif du bruit de fond local (AA5), égales à 0,03 et 0,07 ng/m³ pour chacune des deux périodes de prélèvement respectivement. Pour le chrome total, les concentrations mesurées au voisinage du site sont comprises entre 1,34 et 3,38 ng/m³, également comparables à celles mesurées au droit du point représentatif du bruit de fond local (AA5), égales à 2,3 et 2,87 ng/m³ pour chacune des deux périodes de prélèvement respectivement.

Bien que les points AA2 et AA3 soient situés en aval ou latéral aéralique des rejets du site au cours de la première période de prélèvement, les concentrations mesurées en chrome VI et en chrome total apparaissent similaires à celles mesurées au cours de la seconde période de prélèvement.

Ainsi, ces résultats ne mettent pas en évidence d'influence des rejets atmosphériques du site STELIA de Saint-Nazaire en **chrome total et en chrome VI** sur les concentrations mesurées dans l'air ambiant (**absence de dégradation de la qualité du milieu et compatibilité avec les usages constatés au voisinage du site**).

► Plans de surveillance environnementale

Un certain nombre d'industriels présents sur la zone d'étude sont soumis à une obligation de surveillance environnementale pour le milieu Air. Les polluants mesurés sont restreints aux particules.

Les points de surveillance sont en grande majorité localisés sur les sites industriels ou en limite de propriété, ce qui ne permet pas d'appréhender l'exposition des riverains. Néanmoins, ces informations sont répertoriées dans le tableau suivant :

Tableau 24 : Synthèse des programmes de surveillance « air » sur la zone d'étude

ICPE de la zone d'étude	Surveillance environnementale AIR	Méthodologie mise en œuvre	Fréquence	Polluants mesurés	Nombre de points	Résultats
CETRA Granulats	Mesure des retombées de poussières totales	Jauges OWEN	Trimestrielle	Poussières	5	Sur la période 2017 - 2020, les analyses des retombées de poussières montrent des concentrations moyennes variables suivant les périodes et les points de mesures. Tous les points présentent, en moyenne annuelle, une teneur inférieure à 350 mg/m ² /jour fixé par l'arrêté préfectoral, à l'exception de deux points sur les années 2019 et 2020. Ces deux points sont situés en limite de propriété du site (au nord-est et sud-est).
CHARIER CM	Mesure des retombées de poussières totales	Jauges OWEN	Trimestrielle puis semestrielle	Poussières	7	Suite aux mesures réalisées en 2018, 2019 et 2020, les niveaux de retombées atmosphériques totales en moyenne annuelle glissante sur l'ensemble des points situés à proximité immédiate des premiers bâtiments accueillant des personnes sensibles (centre de soins, crèche, école) ou des premières habitations situées à moins de 1 500 mètres des limites de propriétés de l'exploitation, sous les vents dominants, ne dépassent pas 500 mg/m ² /j sur 8 campagnes trimestrielles successives.
COLAS	Mesure des retombées de poussières totales	Plaquettes	Annuelle	Poussières	8	Les plaquettes étant situées sur site ou en limite de propriété, les campagnes de mesures réalisées ne permettent pas de conclure quant à un impact ou non du site sur son environnement.
EQIOM KERCIM	Mesure des retombées de poussières totales	Plaquettes	Annuelle	Poussières	4	Les plaquettes étant situées en limite de propriété, les campagnes de mesures réalisées ne permettent pas de conclure quant à un impact ou non du site sur les populations riveraines.
IMERYS	Mesure des retombées de poussières totales	Plaquettes	Annuelle	Poussières	3	Les résultats des années 2019 et 2020 montrent des quantités inférieures à la valeur limite fixée par l'arrêté préfectoral du site sur l'ensemble des points. Toutefois, les plaquettes étant situées en limite de propriété, les campagnes de mesures réalisées ne permettent pas de conclure quant à un impact ou non du site sur les populations riveraines.
Les Sablières de l'Atlantique	Mesure des retombées de poussières totales	Jauges OWEN	Trimestrielle	Poussières	5	Sur les années 2017 à 2019, les analyses des retombées de poussières montrent des concentrations inférieures à la valeur de référence de 350 mg/m ² /jour, sur l'ensemble des points de mesures.
OTCM	Mesures des concentrations de poussières dans l'air ambiant	Capteurs	Annuelle	Poussières	3	Depuis 2011, on observe régulièrement des dépassements de la valeur limite pour la protection de la santé fixée à 40 µg/m ³ en moyenne annuelle sur le point de mesure situé au nord du parc de stockage. A noter toutefois que son implantation dans l'enceinte du site (au plus près du parc et à proximité d'une voie de circulation d'engins de manutention) ne permet pas d'apprécier les concentrations environnementales qui seraient mesurées au droit des premières habitations.
Sea Invest	Mesures des concentrations de poussières dans l'air ambiant	Capteurs	Annuelle	Poussières	4	L'historique des mesures depuis 1991 montre des dépassements ponctuels de la valeur seuil de 100 µg/m ³ . Les résultats de ces dernières années montrent une diminution des concentrations mesurées au cours du temps sur l'ensemble des 4 sites.

7.1.5 Synthèse de la qualité de l'air au droit de la zone d'étude

Le PPA réalisé en 2015 mettait en évidence une **bonne qualité de l'air** sur le territoire concerné par l'étude de zone pour **les polluants réglementés**.

La mise à jour des données de suivi de la qualité de l'air sur la zone par Air Pays de la Loire confirme les conclusions du PPA.

- Les niveaux en dioxyde de soufre (polluant lié aux industries ou chauffage au fioul) sont très faibles, y compris en secteur industriel. Aucun déclenchement de procédures d'information ou d'alerte n'a été déclenché en 2020-2021.
- Les concentrations en oxydes d'azote sont très inférieures à la valeur limite fixée à 40 µg/m³ sur l'ensemble de la période observée. La nouvelle ligne directrice de l'OMS est également respectée sur la zone d'étude.
- Pour les particules, même si les valeurs limites sont bien respectées, les épisodes ponctuels de pollution particulaire peuvent toucher la zone. Il peut toutefois être noté une vulnérabilité de la zone d'étude vis-à-vis des PM_{2,5} au vu de la nouvelle ligne directrice de l'OMS définie en 2021.

La vulnérabilité du milieu « air » vis à vis des PM et plus particulièrement des PM_{2,5} est confirmée par les mesures réalisées par ailleurs lors de campagnes ponctuelles en lien avec certaines activités industrielles. Néanmoins, la surveillance environnementale conduite par les industriels sur les poussières est en grande majorité localisée sur les sites industriels ou en limite de propriété, ce qui ne permet pas d'appréhender l'exposition des riverains.

Au-delà des composés réglementés, l'information relative à la qualité de l'air reste partielle sur la zone d'étude.

Les campagnes de mesure réalisées ne mettent en évidence **aucun niveau préoccupant mais restent limitées en termes de zone investiguée ou de polluant** :

- D'une part à proximité de Donges indiquant que les concentrations en benzène mesurées au niveau des habitations sont toutes inférieures à l'objectif de qualité,
- Ou encore à proximité du quartier de Méan- Penhoët, ne mettant pas en évidence d'influence des rejets atmosphériques industriels en **chrome total et en chrome VI** sur les concentrations mesurées dans l'air ambiant,

Ainsi le milieu air constitue un enjeu justifiant la phase de modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions de la zone.

7.2 Qualité des sols

7.2.1 Valeurs de référence du fond géochimique pour les éléments traces

7.2.1.1 INRA-ASPITET

Dans le cadre de la réalisation des diagnostics de pollution, des valeurs de comparaison (appelées pour certains métaux valeurs de bruit de fond) sont utilisées afin de définir si les teneurs en métaux mesurées sur un site donné dépassent une certaine teneur présente naturellement dans les sols.

Pour les métaux et métalloïdes sur sol brut, la gamme de concentrations qui est utilisée pour comparaison est celle mise en évidence dans les sols naturels ordinaires (sans anomalie géochimique) dans le cadre du programme INRA-ASPITET.

Ainsi, les valeurs de comparaison retenues au niveau national pour les 8 métaux les plus recherchés sont les suivantes :

Tableau 25 : Valeurs de comparaison pour les métaux (en mg/kg MS)

As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
25	0,45	90	20	0,1	60	50	100

Pour les autres composés (hydrocarbures, COHV, ...), il n'existe pas de valeur de bruit de fond dans la mesure où leur présence n'est pas naturelle dans les sols.

7.2.1.2 Réseau de Mesure de la Qualité des Sols (RMQS)

Le programme RMQS repose sur l'installation et l'observation, à pas de temps réguliers (tous les 10-12 ans), de près de 2 200 sites de suivi. Ils sont implantés sur des placettes géo-référencées et régulièrement réparties, selon une maille carrée de 16 km de côté. L'évaluation et le suivi de la qualité des sols sont fondés sur l'analyse de propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols, associée à la recherche des sources de contamination diffuse et à la connaissance de l'historique de l'occupation et des pratiques de gestion de chaque site. La première campagne de prélèvements en métropole s'est déroulée de 2000 à 2009 et a permis de produire un ensemble de données sur les principaux paramètres pédologiques classiques ainsi que les teneurs en éléments traces (ET) et également des polluants organiques persistants. Ce jeu de données se base sur les mesures des sites pour fournir les estimations spatialisées à une résolution de 1000 m des teneurs en 9 ET (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni, Th et Zn), produites à l'aide d'un algorithme géostatistique robuste.

A partir des données du réseau RMQS, des vibrisses²⁰ ont été calculées pour servir de seuils de détection d'anomalies en éléments traces (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni, Th et Zn) dans les sols de surface. Elles ont été calculées à partir d'un ensemble de mesures situées dans un rayon de 50 km autour du point considéré. Les mesures correspondent à des teneurs totales en ET et proviennent des sites du Réseau de Mesures pour les horizons 0-30 cm (tous les éléments) et 30-50 cm (sauf pour l'arsenic et le mercure). Ces vibrisses jouent un rôle de tendance régionale prenant en compte à la fois les valeurs de fonds pédo-géochimiques et les apports d'origine anthropique. **Elles correspondent à la teneur limite au-delà de laquelle une valeur peut être considérée comme anormale.**

La zone d'étude est couverte principalement par deux mailles de 16 x 16 km (Figure 78) :

- à l'ouest, la maille n°932 couvrant globalement les communes de Pornichet et Saint-Nazaire ;
- à l'est, la maille n°933 couvrant globalement les communes de Trignac, Montoir-de-Bretagne et Donges.

Les vibrisses pour chacune de ces mailles, pour chacun des éléments traces, sont fournies dans le tableau suivant :

Tableau 26 : Vibrisses des éléments traces sur la zone d'étude (en mg/kg MS)

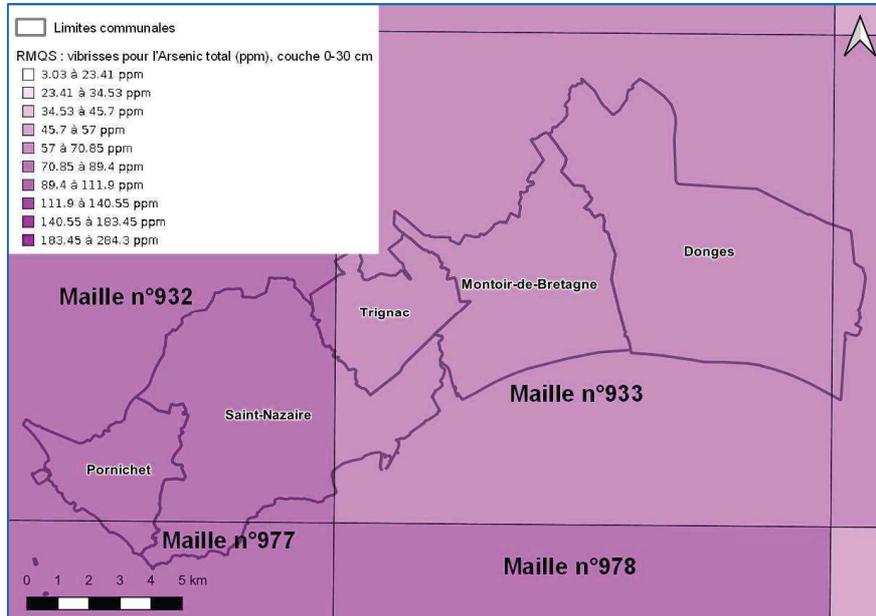
N° de la maille	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn
	Horizon 0-30 cm									
932	71.96	0.33	24.93	145.9	61.92	0.11	39.05	112.6	3.28	210.3
933	69.48	0.36	32.7	137.99	66.39	0.13	55.72	124.47	2.93	184.4
	Horizon 30-50 cm									
932		0.26	34.7	119.27	50.66		39.17	107.2	3.45	218.89
933		0.27	40.7	174.31	60.66		64.89	118.44	2.73	211.56

Sources BD : GIS Sol / Programme RMQS

²⁰ La vibrisse supérieure d'un ensemble de valeurs d'une variable statistique est égale au 3^{ème} quartile augmenté de 1,5 fois l'écart entre les 1ers et 3èmes quartiles.

A titre d'exemple, la cartographie des vibrisses en arsenic, sur l'horizon 0-30 cm est présentée en Figure 78.

Figure 78 : Maillage et vibrisses pour l'arsenic total selon le réseau RMQS



Sources BD : GIS Sol / Programme RMQS

Ainsi, on observe que les teneurs mesurées dans le cadre du RMQS dans le secteur sont légèrement supérieures aux valeurs de comparaison pour les métaux suivants : arsenic, chrome, cuivre, plomb et zinc.

7.2.1.3 La Base de Données d'Analyses des Terres (BDAT)

Cette base de données regroupe au total 31 paramètres permettant d'évaluer la qualité physico-chimique des sols (pH, carbone, capacité d'échange cationique, taux de saturation), leur fertilité (azote, carbone organique, phosphore, potassium, magnésium, sodium), leurs teneurs en métaux et métalloïdes (bore, cuivre, fer, manganèse, zinc) et enfin, leur texture (argile, limon, sable).

Ces données sont agrégées par canton, issus du traitement de plus de 2 millions d'échantillons d'horizons de surface de sols cultivés, prélevés en France entre 1990 et 2014 ; soit plus de 26 millions de résultats d'analyses.

Ces données étant issues de l'extraction de formes solubles par une solution mixte, dans l'objectif d'évaluer les teneurs assimilables dans les sols, ces résultats ne sont pas comparables aux résultats issus de diagnostics environnementaux de pollution, et ne sont donc pas exploités dans le cadre de ce rapport.

7.2.1.4 Fonds pédo-géochimiques locaux

D'après le BRGM (Mme LE GUERN contactée par mail le 06/07/2022), il n'existe pas de caractérisation des fonds pédo-géochimiques locaux sur la zone d'étude.

Il existe toutefois une étude réalisée en 2013 par le BRGM, à l'échelle du département de Loire-Atlantique (« METOTRASS : Méthodologie optimisée pour l'évaluation des teneurs en éléments traces (As, Pb, Cu, Zn) dans les sols en domaine de socle : test sur le département de la Loire-Atlantique », rapport final de Mai 2013 du BRGM, réf. BRGM/RP-63998-FR).

Ce projet METOTRASS a élaboré une stratégie d'échantillonnage permettant d'optimiser le nombre de prélèvements à engager en vue d'élaborer une carte départementale de référence du fond géochimique, dont l'échelle de validité dépend de celle des cartes géologiques disponibles utilisées (1/50 000), et non selon un maillage régulier, type RMQS, indépendant de la complexité de l'hétérogénéité lithologique et spatiale de la

géologie, notamment en domaine de socle. Les mailles utilisées représentent une surface entre 9 et 25 km² suivant l'hétérogénéité des zones. Pour le secteur de l'étude de zone, les mailles couvrent une superficie entre 9 km² (3x3m) et 12 km² (3,46x3,46m).

La méthodologie engagée a suivi les étapes suivantes :

- Définition des entités géologiques à échantillonner ;
- Évaluation de l'homogénéité/hétérogénéité géochimique au sein de chaque entité géologique ;
- Définition d'un nombre d'échantillons par entité géologique ;
- Campagne de prélèvements et d'analyses chimiques ;
- Traitement des données.

Les résultats acquis montrent que la majorité des sols analysés sur le département ne présentent pas d'anomalie en éléments traces étudiés. La présence d'anomalies apparaît plus marquée pour l'arsenic, et dans une moindre mesure pour le cuivre. Le plomb montre peu d'anomalies fortes (100-500 mg/kg) et aucune anomalie très forte (>500 mg/kg), le zinc n'en montrant aucune des deux (teneurs < 250 mg/kg). La représentation cartographique (Figure 79 à Figure 82) des teneurs moyennes en éléments traces des objets géologiques étudiés et des proportions de teneurs correspondant à des anomalies fortes ou très fortes montrent dans le cas de l'arsenic une corrélation très nette avec le contexte géologique.

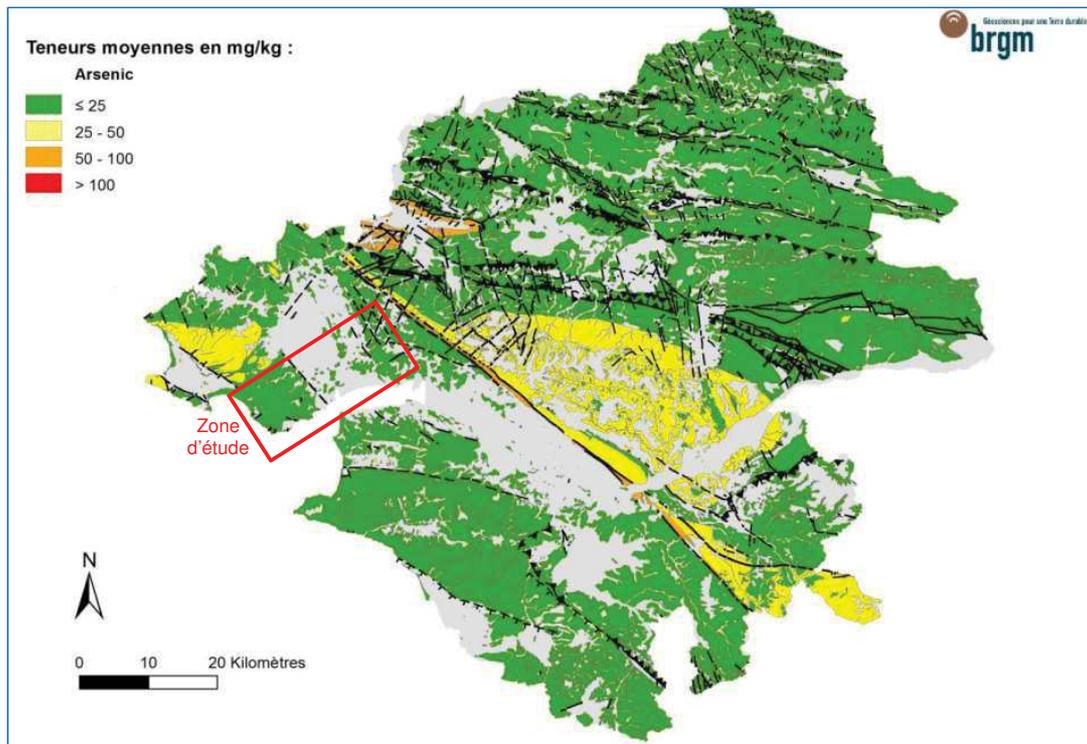
Les zones indiquées en gris sur les cartes suivantes correspondent aux formations superficielles (limons des plateaux, sables éoliens) qui n'ont pas été cartographiées en raison de leur faible caractérisation dans le cadre de l'élaboration des cartes géologiques, et pouvant ainsi être difficilement interpolé dans le cadre d'un maillage.

A l'échelle des 5 communes de l'étude de zone, on observe que l'étude a effectivement porté sur les domaines du socle (principalement sur Pornichet, Saint-Nazaire et Donges) et que les teneurs moyennes en arsenic, plomb et zinc n'y présentent pas d'anomalie :

- Arsenic : teneurs moyennes < 25 mg/kg ;
- Plomb : teneurs moyennes < 60 mg/kg ;
- Zinc : teneurs moyennes < 100 mg/kg.

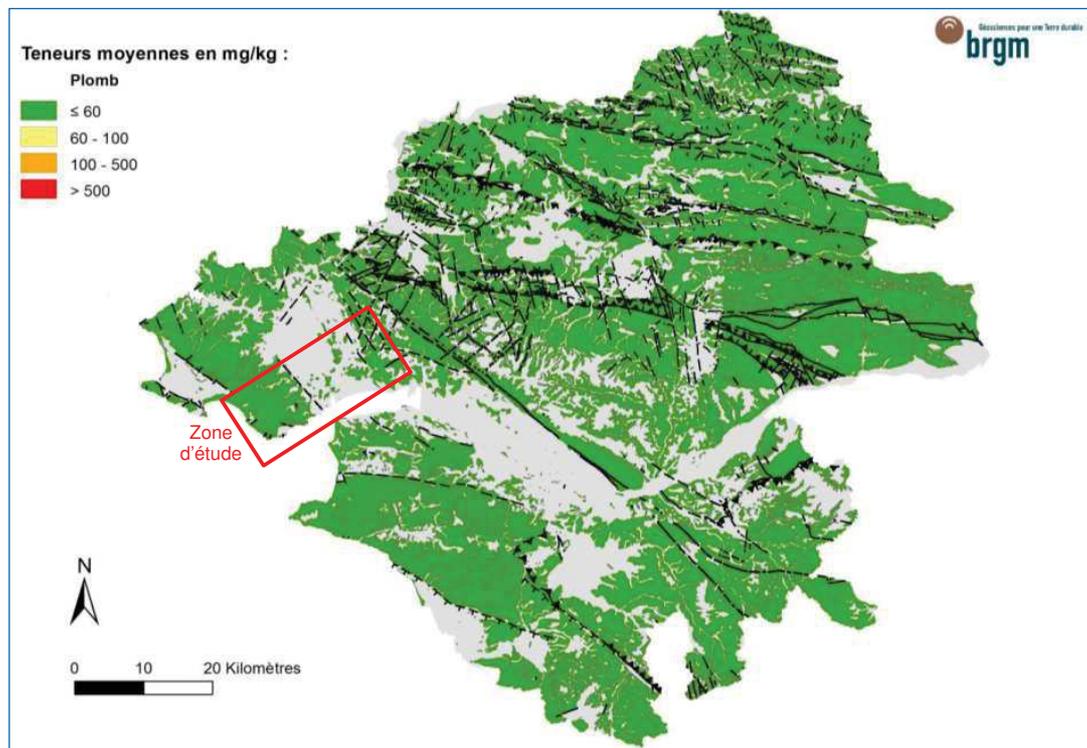
Les teneurs moyennes en cuivre font partie de la gamme d'anomalie modérée : entre 30 et 60 mg/kg.

Figure 79 : Teneurs moyennes en arsenic (en mg/kg) des objets géologiques étudiés selon les classes d'anomalies définies (jaune : modérée ; orange : forte ; rouge : très forte)



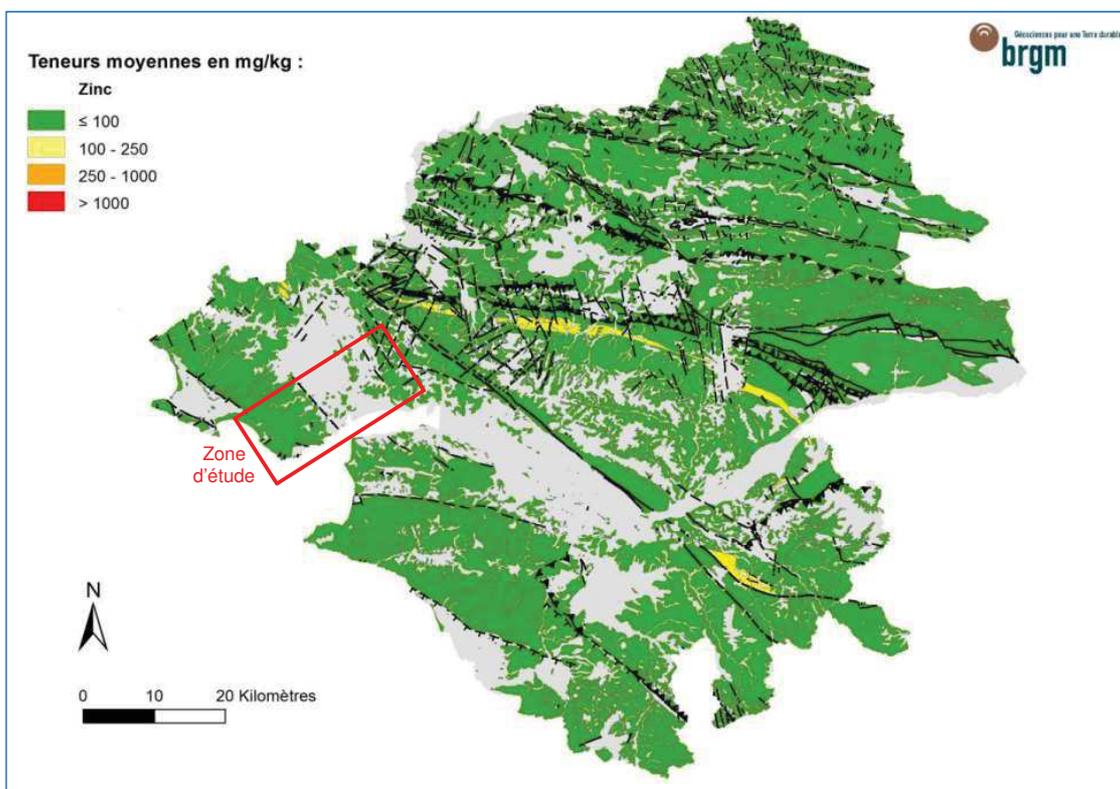
Source : Etude METOTRASS du BRGM

Figure 80 : Teneurs moyennes en plomb (en mg/kg) des objets géologiques étudiés selon les classes d'anomalies définies (jaune : modérée ; orange : forte ; rouge : très forte)



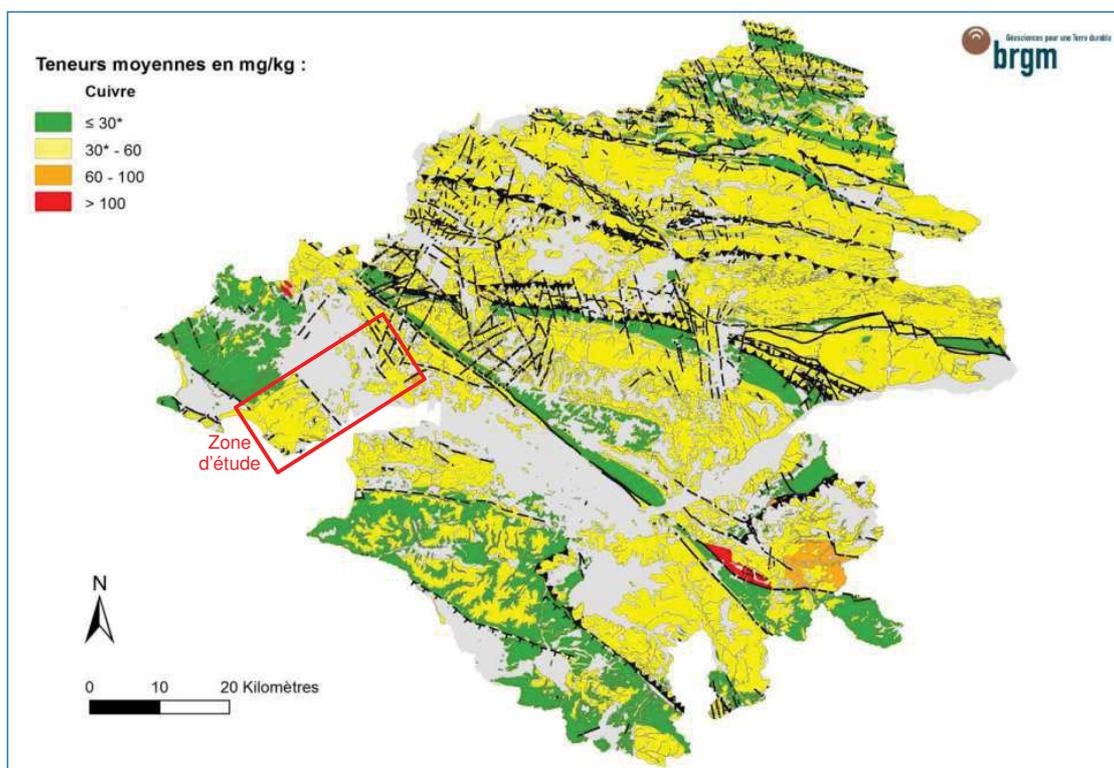
Source : Etude METOTRASS du BRGM

Figure 81 : Teneurs moyennes en zinc (en mg/kg) des objets géologiques étudiés selon les classes d'anomalies définies (jaune : modérée ; orange : forte ; rouge : très forte)



Source : Etude METOTRASS du BRGM

Figure 82 : Teneurs moyennes en cuivre (en mg/kg) des objets géologiques étudiés selon les classes d'anomalies définies (jaune : modérée ; orange : forte ; rouge : très forte)



Source : Etude METOTRASS du BRGM

Les mailles utilisées dans le cadre du projet METOTRASS à l'échelle départementale étant plus fines que les mailles utilisées dans le cadre du RMQS (§ 7.2.1.2), les résultats de cette étude apparaissent ainsi plus pertinents.

Les teneurs mesurées dans le cadre du projet METOTRASS sont similaires aux valeurs de comparaison nationales (§ 7.2.1.17.2.1). Ainsi, sur la base des données de projets menés à l'échelle du département, aucune valeur spécifique de bruit de fond pour les métaux ne serait à retenir à l'échelle de la zone d'étude.

Pour la suite de l'étude, les valeurs de comparaison retenues pour les métaux seront donc les valeurs communément employées en sites et sols pollués au niveau national (§7.2.1.1).

A défaut, les valeurs du RMQS pourront être utilisées.

7.2.2 Diagnostics de pollution

Suivant les données issues du contrat cadre (2011-2014 et 2019-2023) entre GINGER BURGEAP et la CARENE, 44 études de pollution comportant des diagnostics de sols et/ou des eaux souterraines ont été menées sur le territoire de la CARENE entre 2011 et 2021. Parmi ces études, 4 ont été réalisées sur la commune de Trignac et 40 sur la commune de Saint-Nazaire.

Les sites localisés dans le périmètre du port Nantes-Saint-Nazaire n'ont pas été retenus dans la suite de cette étude compte-tenu du caractère industriel actuel de cette emprise. Ainsi, 41 sites ont été retenus parmi lesquels 15 sites ne présentent pas de pollution des sols et/ou des eaux souterraines et 26 sites présentent une pollution des sols et/ou des eaux souterraines intra-site.

Les composés analysés sont les plus couramment rencontrés dans les études de pollution (sols et eaux souterraines) ainsi que les cyanures car ils ont été rencontrés pour 1 site dans les sols et les eaux souterraines : HCT C10-C40, HAP, BTEX, COHV, 8 métaux et PCB.

Notons que pour les pesticides, ceux-ci ont été analysés sur 1 site (parmi les 41 sites) mais n'ont pas été retrouvés.

Les sites ont été considérés comme présentant une pollution à partir du moment où un des paramètres analysés dépasse les valeurs de comparaison retenues pour les sols :

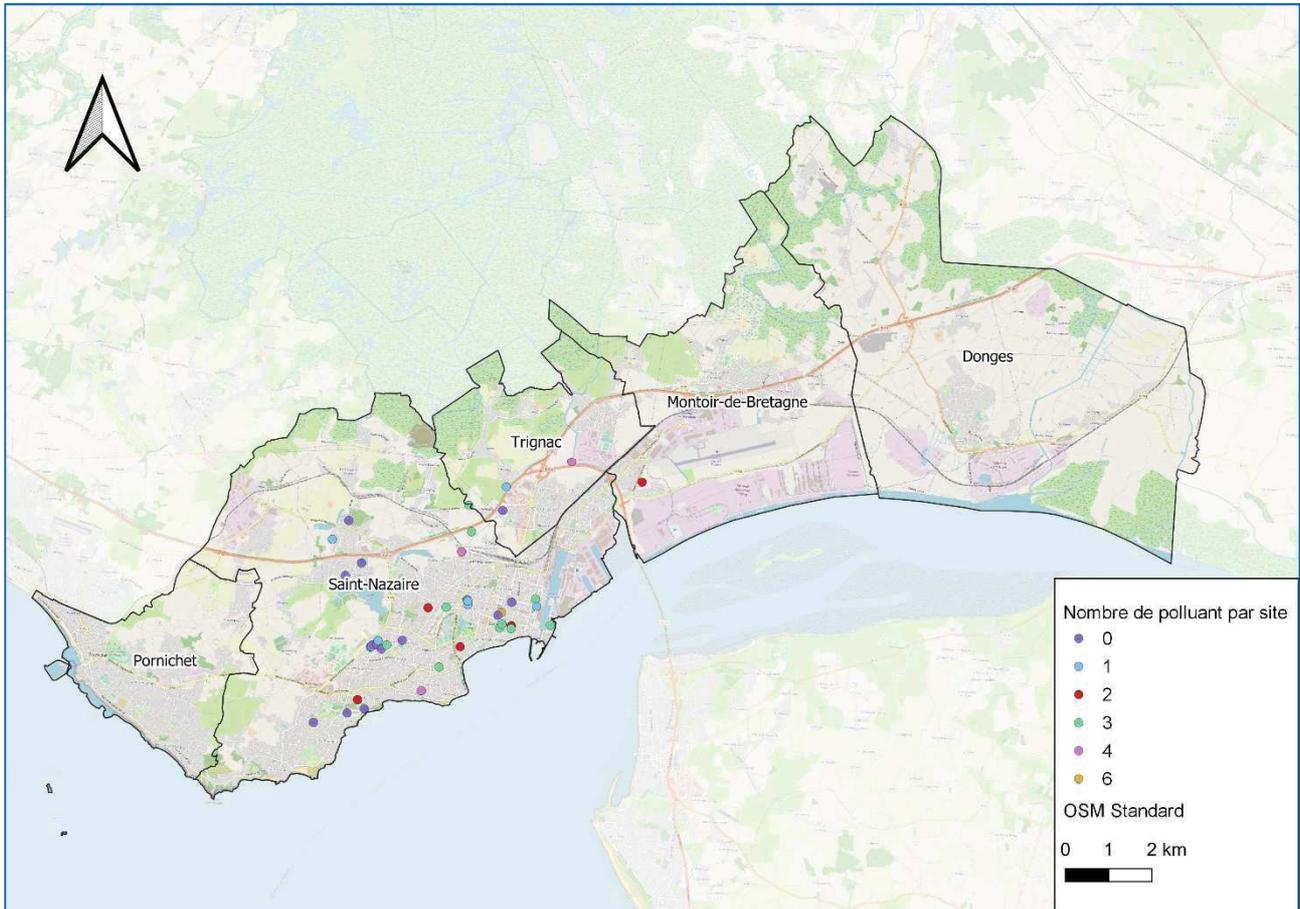
- Pour les métaux et métalloïdes sur sol brut (comme indiqué précédemment), la gamme de concentrations qui est utilisée pour comparaison est celle mise en évidence dans les sols naturels ordinaires (sans anomalie géochimique) dans le cadre du programme INRA-ASPITET. Pour le plomb, le Haut Conseil de Santé Publique (HCSP) mentionne une valeur de 300 mg (Pb)/kg sol, comme étant une valeur seuil entraînant un dépistage du saturnisme infantile. Un seuil de vigilance a également été établi à 100 mg/kg de plomb dans les sols. Ces valeurs sont des valeurs d'analyse de la situation mais ne constituent pas la valeur du bruit de fond ;
- Pour les HAP, en l'absence de données locales, les valeurs de référence qui sont utilisées sont issues de celles établies par l'ATSDR (Toxicological profile for PAHs, 1995 et 2005) et de celles des fiches toxicologiques de l'INERIS pour des sols urbains ou agricoles ;
- Pour les autres composés, le site a été considéré comme pollué si les teneurs observées sont susceptibles d'engendrer des risques sanitaires et selon les conclusions apportées par GINGER BURGEAP dans chaque rapport.

Parmi ces 26 sites :

- 3 sites présentent une pollution des sols et des eaux souterraines ;
- 23 sites présentent une pollution des sols.

Pour les 23 sites présentant une pollution des sols, le nombre de composés dépassant les valeurs de comparaison retenues est présenté dans la figure suivante.

Figure 83 : Nombre de type de polluants pour chacun des 41 sites issus du contrat cadre BURGEAP/VSN/CARENE



La répartition par type de polluant est la suivante (1 site pouvant se trouver dans plusieurs catégories) :

- 19 sites présentent une pollution des sols aux métaux ;
- 22 sites présentent une pollution des sols aux hydrocarbures totaux ;
- 13 sites présentent une pollution des sols aux hydrocarbures aromatiques polycycliques ;
- 2 sites présentent une pollution des sols aux BTEX ;
- 1 site présente une pollution des sols aux COHV ;
- 2 sites présentent une pollution des sols aux PCB ;
- 1 site présente une pollution des sols aux cyanures ;

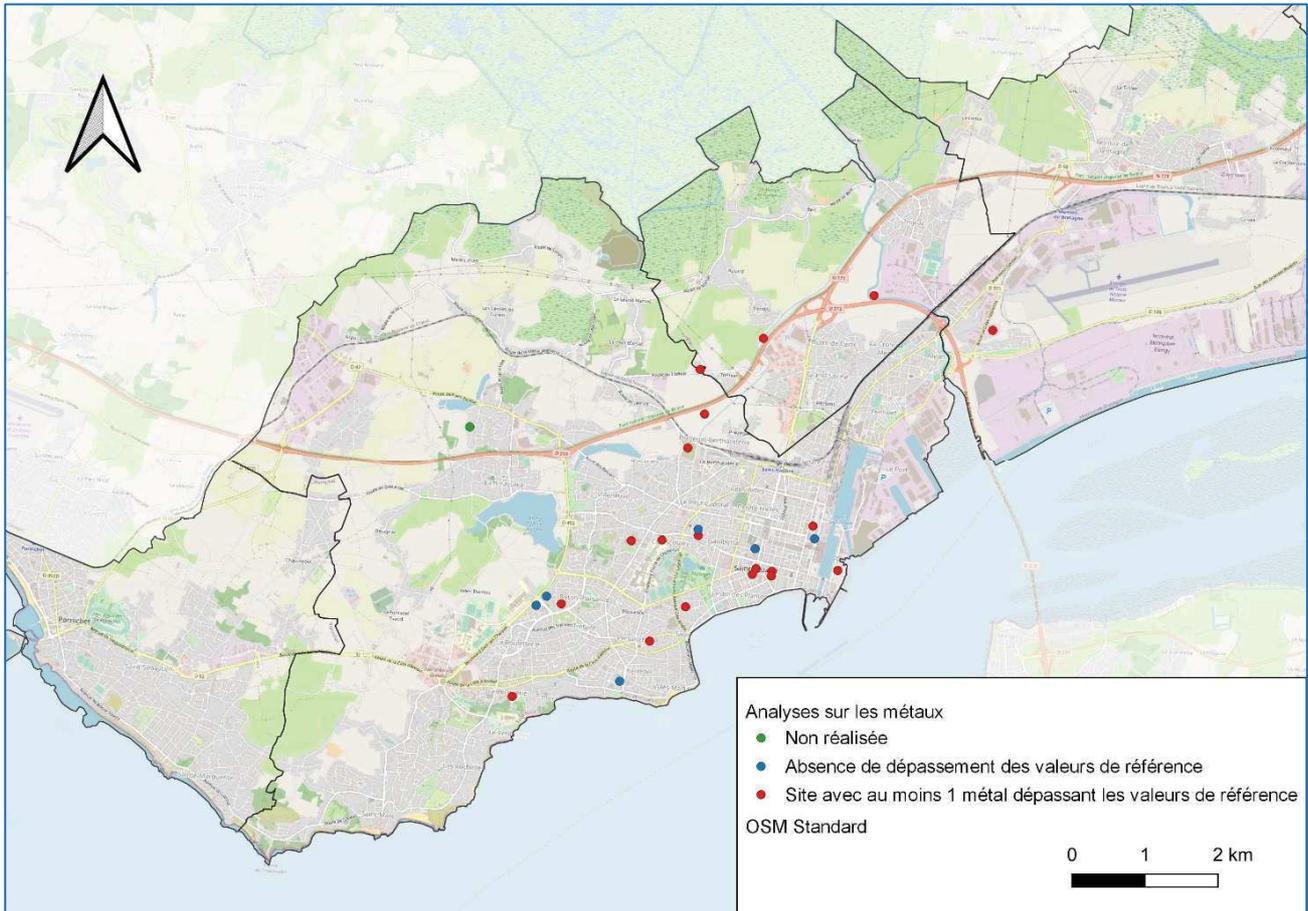
On note ainsi que pour la plupart des paramètres analysés, seuls un ou deux sites présentent une pollution intra-site et **ne mettent pas en évidence d'impact à l'échelle de la zone d'étude**. Pour les eaux souterraines, il n'y a pas plus de 3 sites qui présentent une pollution.

Sur les 26 sites présentant une pollution des sols, seuls 6 sites auraient une pollution associée essentiellement à la présence de remblais de mauvaise qualité. Aucune zone préférentielle de pollution de sol hors site industriel n'est constatée.

Les études menées pour le compte de VSN/CARENE n'ont pas porté sur la réalisation de diagnostic hors-site. Les pollutions observées concernent uniquement les parcelles investiguées.

Des cartographies de la répartition spatiale des sites présentant une pollution dans les sols en hydrocarbures totaux, en métaux et en hydrocarbures aromatiques polycycliques sont présentées en pages suivantes.

Figure 84 : Répartition spatiale des pollutions en métaux identifiées dans le cadre des études BURGEAP/VSN/CARENE



La répartition spatiale de ces pollutions ne met pas en évidence la présence de zone préférentielle de pollution au droit de la zone d'étude. Aucun métal en particulier n'est détecté préférentiellement au droit de la zone d'étude.

Figure 85 : Répartition spatiale des pollutions en hydrocarbures totaux identifiées dans le cadre des études BURGEAP/VSN/CARENE

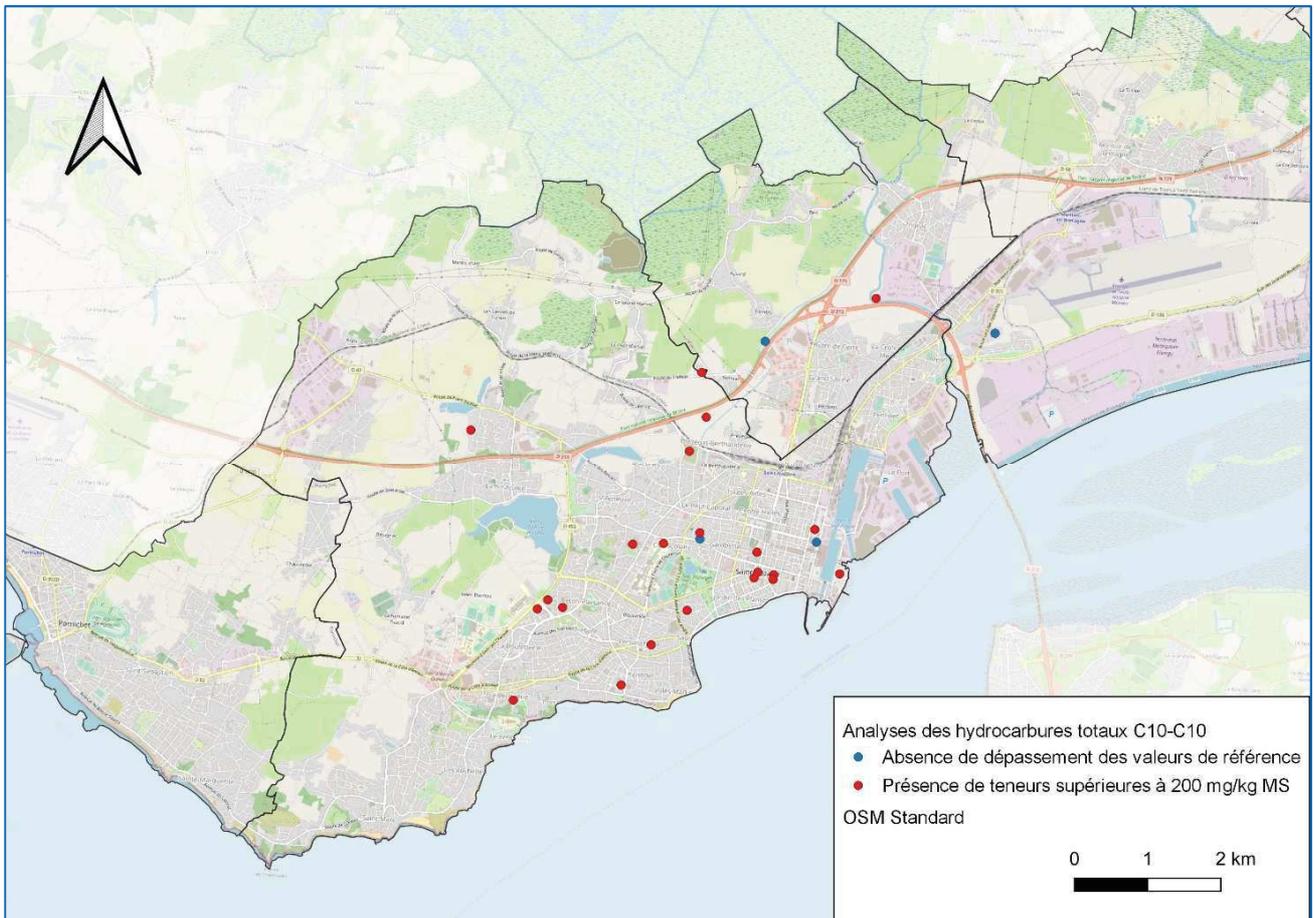
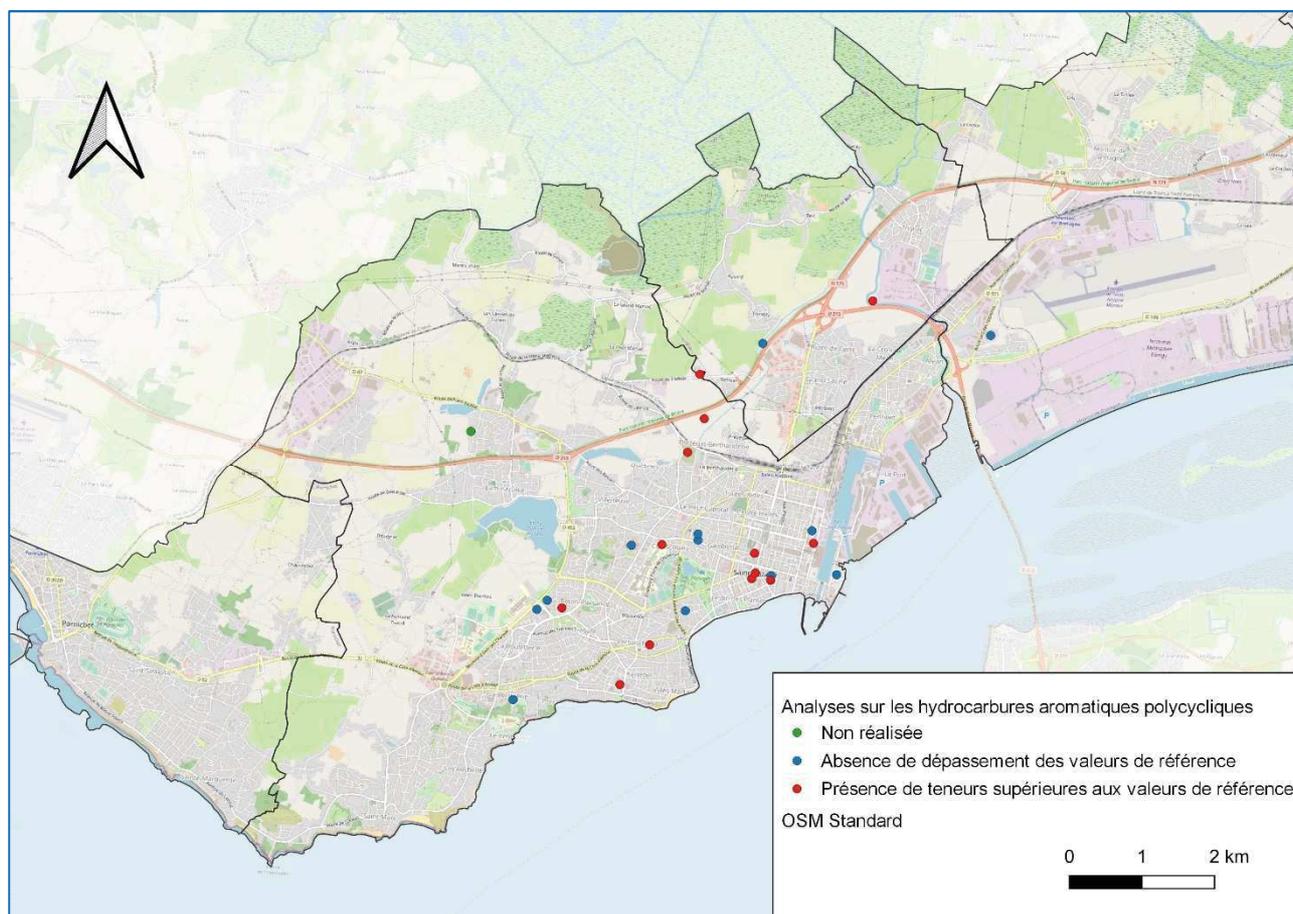


Figure 86 : Répartition spatiale des pollutions en hydrocarbures aromatiques polycycliques identifiées dans le cadre des études BURGEAP/VSN/CARENE



Cette synthèse porte uniquement sur les études menées par GINGER BURGEAP pour le compte de la CARENE. Elle n'est donc pas exhaustive de ce type d'études qui ont pu être menées sur l'ensemble de la zone d'étude ces dernières années.

7.2.3 Interprétation de l'Etat des Milieux

Certains sites industriels ont également réalisé des prélèvements et analyses de sols dans le cadre d'étude IEM (Interprétation d'Etat des Milieux).

► IEM AIRBUS ATLANTIC - Saint-Nazaire (anciennement STELIA)

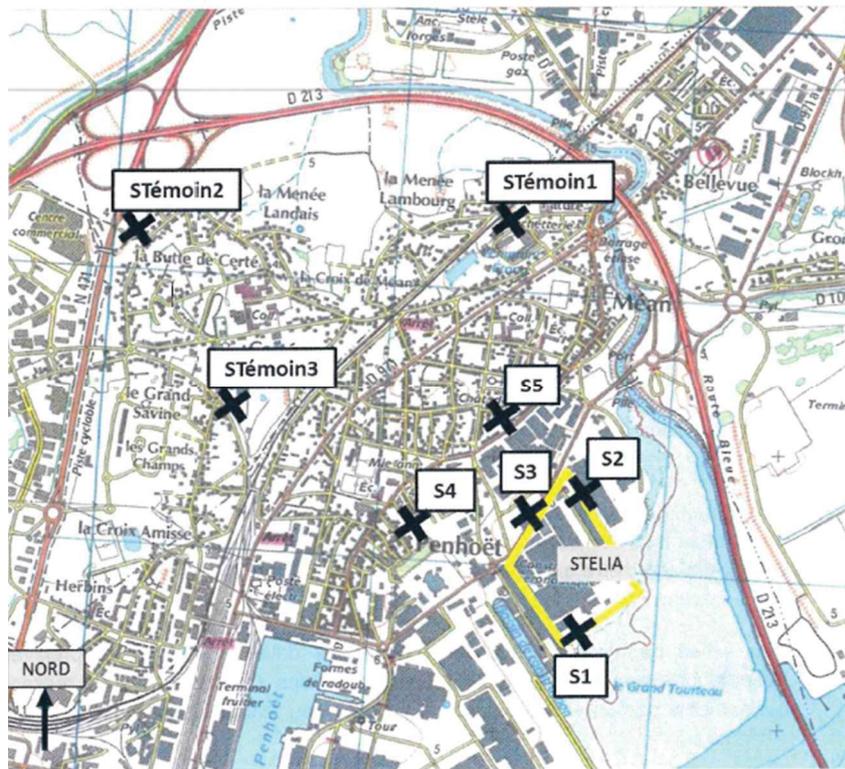
8 échantillons de sol superficiels ont été effectués et répartis comme suit :

- 3 échantillons sur le site de STELIA même, répartis au niveau des bordures nord (S3), est (S2) et sud (S1). Ces points correspondent aux zones susceptibles de présenter les dépôts en chrome VI les plus élevées au voisinage du site ;
- 2 échantillons situés sur la commune de Saint-Nazaire, à environ 300 m du site STELIA, au niveau des premières zones d'habitations (S4 et S5) ;
- 3 échantillons situés sur la commune de Trignac, entre 1 et 1,7 km, en dehors de la zone d'influence de rétablissement (Stémoin1, Stémoin2 et Stémoin3). Il est à noter qu'il est important de réaliser au moins 3 prélèvements de sol « témoin » permettant de caractériser le bruit de fond local. En effet, le sol est le réceptacle final d'un grand nombre de substances générées par différentes sources et constitue un milieu

dans lequel la substance peut migrer. De ce fait, les teneurs mesurées peuvent être relativement variables spatialement.

La figure ci-après reprend la localisation des différents échantillons effectués lors de la campagne réalisée en octobre 2019.

Figure 87 : Localisation des points de prélèvements de sols superficiels de la campagne réalisée en octobre 2019



Le tableau ci-après présente les concentrations mesurées dans les sols superficiels lors de la campagne d'octobre 2019 ainsi que les critères d'évaluation correspondants.

Tableau 27 : Concentrations mesurés dans les sols (en mg/kg MS)

Composés	Concentrations dans les sols (mg/kg MS)			
	Campagne d'octobre 2019		Campagne de novembre 2016 ⁽³⁾	Teneurs totales en éléments traces dans les sols pour les sols « ordinaires » ⁽⁴⁾
	Au voisinage du site ⁽¹⁾	Bruit de fond local ⁽²⁾		
Chrome VI	< 0,4 hormis S1 (0,5)	< 0,4	< 0,4	-
Chrome total	21-43	22-31	9,4-60	10-90

⁽¹⁾ Points S1 à S5

⁽²⁾ Points STémoins1, STémoins2 et STémoins3

⁽³⁾ Points S1 à S6, STémoins1, STémoins2 et STémoins3

⁽⁴⁾ Données issues du programme ASPITET de l'INRA

- Absence de données disponibles

A l'exception du point S1 (teneur mesurée égale à 0,5 mg/kg MS, proche de la limite de quantification et dans la gamme des incertitudes analytiques), **le chrome VI n'a été détecté dans aucun des 8 échantillons de sol superficiel analysés** (concentrations inférieures à 0,4 mg/kg MS). Il est à noter que d'après l'INERIS²¹, le chrome VI est largement transformé en chrome III dans les sols. Le chrome VI n'avait également pas été détecté lors de la campagne de 2016.

Le chrome total a été détecté, au droit de tous les points investigués, à des concentrations, variant entre 21 mg/kg MS (point S4) et 43 mg/kg MS (point S1). **Les concentrations mesurées sont comprises dans la gamme de concentrations couramment observées dans les « sols ordinaires » en France** (entre 10 et 90 mg/kg MS). Elles sont par ailleurs cohérentes avec les teneurs mesurées lors de la campagne de 2016 (comprises dans la gamme de valeurs). Les teneurs mesurées en chrome total au droit des points situés au voisinage du site, et donc susceptibles d'être influencées par les rejets du site (Points S1 à S5), sont dans la même échelle de valeurs (dizaine de mg/kg) que celles mesurées au droit des trois points témoins pour lesquels les concentrations varient entre 22 et 31 mg/kg MS. De plus, aucune tendance décroissante des teneurs mesurées dans les sols superficiels en fonction de la distance par rapport au site n'est observée.

► IEM TOTAL Donges

Des campagnes de mesures dans le sol autour de la raffinerie ont été réalisées dans le cadre de l'IEM en 2017. La localisation des points de mesure et les principaux résultats sont présentés sur la figure suivante.

Globalement, sur les échantillons de sols prélevés autour de la raffinerie, il a été mis en évidence :

- Quelques dépassements en métaux pour le Mo, le Pb et le Zn, légèrement supérieurs aux valeurs de bruit de fond, que ce soit en partie ouest, nord, ou est de la raffinerie, non significatifs d'un impact ;
- Pour les hydrocarbures, un léger dépassement de la valeur maximale de bruit de fond local sur 3 échantillons localisés en partie ouest et nord de la raffinerie, avec une teneur maximale de 398 mg/kg ;
- Un dépassement de la valeur de bruit de fond locale pour les 16 HAP sur un échantillon en partie nord. La valeur mesurée, de 59 mg/kg ;
- Des traces de toluène sur un échantillon en partie ouest de la raffinerie.

Aussi, quelques dépassements ont été observés sur des échantillons ponctuels de sols, **sans présenter de teneurs significatives d'un impact** ou clairement attribuables aux activités de la raffinerie.

Ce milieu n'a pas fait l'objet de nouvelles investigations en 2018.

²¹ Fiche de données toxicologiques et environnementale du chrome, Février 2005

7.2.4 Synthèse de la qualité des sols au droit de la zone d'étude

Au droit de la zone d'étude, les études réalisées par GINGER BURGEAP par le biais de l'accord-cadre avec la ville de Saint-Nazaire/Carène mettent en évidence des pollutions ponctuelles en métaux. Néanmoins, les études n'ont pas été réalisées selon un maillage régulier (pas de répartition spatiale homogène) **et aucune zone préférentielle de pollution au droit de la zone d'étude n'a été mise en évidence. De plus, aucun métal en particulier n'est détecté préférentiellement au droit de la zone d'étude.**

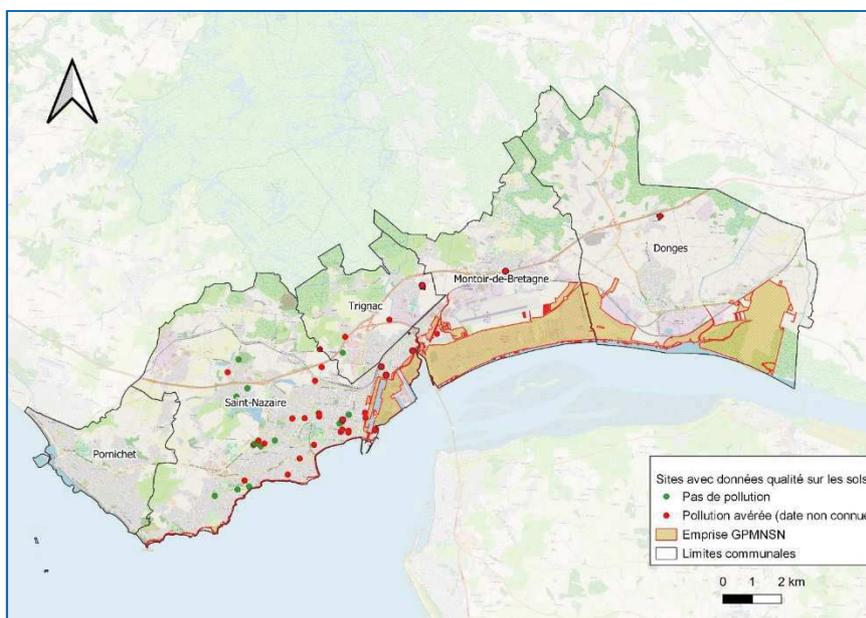
En outre, aucune zone préférentielle n'apparaît comme présentant des remblais de mauvaise qualité car sur les 26 sites présentant une pollution des sols, seuls 6 sites auraient une pollution associée essentiellement à la présence de remblais de mauvaise qualité.

De même que pour les métaux, les données recueillies sur le territoire de l'étude de zone ne mettent pas en évidence de zone préférentielle de pollution en composés organiques (hydrocarbures, HAP, BTEX, COHV). Les études réalisées par GINGER BURGEAP par le biais de l'accord-cadre avec la ville de Saint-Nazaire/Carène ne mettent en évidence que **des pollutions ponctuelles en hydrocarbures.**

Les données ne sont pas présentes sur l'ensemble du territoire et certaines zones présentent ainsi des lacunes.

La figure suivante (Figure 89) présente les sites sur lesquels des données existent sur la qualité des sols (études VSN/Carène et sites SIS). Soulignons néanmoins que les données disponibles sur les sites SIS sont antérieures à 2010 (excepté pour 1 site), et que la pollution est ainsi susceptible d'avoir été remobilisée depuis cette date, surtout en cas de réaménagement du site, ou que des travaux aient été réalisés. Les données issues de l'IHU et des sites CASIAS ne sont pas repris ici dans la mesure où il s'agit de sites potentiellement pollués et qu'aucune donnée sur la qualité des sols n'est disponible publiquement.

Figure 89 : Sites avec des données sur la qualité des sols



On note ainsi que les données sont centrées essentiellement sur la commune de Saint-Nazaire (en lien avec les études VSN/Carène) et qu'aucune donnée n'est disponible sur la commune de Pornichet. Peu de données sont disponibles sur les communes de Montoir-de-Bretagne, Trignac et Donges. Pour la commune de Saint-Nazaire, les données disponibles sont essentiellement localisées dans le centre-ville et peu de données sont disponibles dans les zones rurales.

Les pollutions observées sont ponctuelles et aucune pollution hors site n'a été observée dans les documents analysés.

7.3 Qualité des eaux souterraines

7.3.1 Valeurs de référence

Pour les eaux souterraines, l'interprétation des résultats des analyses des eaux souterraines se basent sur des comparaisons avec les valeurs issues dans l'ordre suivant :

- Des concentrations en polluants retrouvées dans les eaux prélevées entre l'amont et l'aval d'un site afin d'évaluer l'influence du site sur la qualité des eaux souterraines ;
- Des annexes I et II de l'arrêté du 17 décembre 2008 modifié par arrêté du 23 juin 2016 relatif aux critères d'évaluation et aux modalités de détermination de l'état des eaux souterraines pris en application de la directive européenne 2006/118/CE sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration ;
- De l'annexe II de l'arrêté du 11 janvier 2007 modifié par l'arrêté du 4 août 2017 relative aux limites de qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinées à la consommation humaine ;
- De l'annexe I de l'arrêté du 11 janvier 2007 modifié par l'arrêté du 4 août 2017 qui spécifie les limites et références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine ;
- Des valeurs "guides" de l'OMS (Guidelines for drinking-water quality, fourth edition, 2011).

7.3.2 Données publiques

Afin d'acquérir une connaissance suffisante de l'état des eaux souterraines, il a été décidé de constituer des réseaux patrimoniaux d'observation des eaux souterraines, "piézométrie" pour les aspects quantitatifs et "physico-chimie" pour les aspects qualitatifs.

Le réseau de contrôle de l'état chimique des eaux souterraines doit permettre de connaître l'état chimique des masses d'eaux souterraines risquant de ne pas atteindre les objectifs de bon état, de déterminer toute tendance à la hausse de la concentration d'un quelconque polluant, d'évaluer l'efficacité du programme des mesures.

Le Portail national d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines ADES rassemble sur un site Web public l'ensemble des données quantitatives et qualitatives relatives aux eaux souterraines. **Cinquante ouvrages présents au droit de la zone d'étude sont recensés dans ADES²²**. Ils sont implantés sur les communes de Donges (24 ouvrages), Montoir de Bretagne (3 ouvrages), Saint-Nazaire (19 ouvrages) et Trignac (4 ouvrages) et appartiennent à la masse d'eau de l'estuaire de la Loire. Tous ces ouvrages sont référencés comme qualitomètre.

L'ensemble des 50 ouvrages appartient à deux réseaux de suivi :

- Réseau national de suivi qualitatif des eaux souterraines pour le suivi historique des installations classées
- Réseau qualitatif des eaux souterraines pour le suivi des Installations Classées pour la Région Pays-de-Loire

Les substances ou familles de substances suivies lors des mesures de qualité de la nappe sont :

- Les paramètres physico-chimiques : pH, conductivité ;
- Les métaux (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc) ;
- Les BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes) ;
- Les principaux ions : ammonium, chlorures, nitrates, nitrites, sulfates ... ;
- Les hydrocarbures aromatiques polycycliques : anthracène, fluoranthène, benzo(a)pyrène... ;
- Les composés organo-halogénés volatils : bromoforme, chloroforme, tétrachloroéthylène, ... ;

²² (www.ades.eaufrance.fr)

- D'autres paramètres comme l'indice phénol.

Après consultation de ces données, il en ressort que **les années de suivi ne dépassent pas 2007**. De plus, ces données apparaissent comme des données « brutes » et n'ont été validées par aucun organisme d'après les informations recueillies. Ainsi, la représentativité de ces mesures et la date de recueil ne permettent pas de juger de la robustesse de ces données, **difficilement utilisables dans le cadre de la présente étude**.

7.3.3 Diagnostics environnementaux

Dans le cadre de l'accord-cadre avec la CARENE/VSN, **8 diagnostics sur les eaux souterraines** ont été réalisés depuis 2019 par Ginger Burgeap. Ces diagnostics font état d'une qualité des eaux souterraines à un instant t et ne peuvent être totalement représentatifs d'une qualité globale des eaux souterraines à l'échelle de la zone d'étude.

Toutefois, **aucune pollution notable des eaux souterraines n'a été observée**.

Sur ces 8 sites, 3 sites présentent des teneurs en métaux et/hydrocarbures supérieures aux valeurs de référence eaux potables mais **aucun site ne présente de dépassements des valeurs de référence eaux brutes**.

7.3.4 Synthèse

Les données relatives à la qualité du milieu « eaux souterraines » sont à mettre en relation avec les suivis piézométriques des sites industriels présentés au paragraphe 6.2, qui ne mettent en évidence que des **dépassements ponctuels des valeurs de référence, pour un nombre de composés limités**.

Par ailleurs, dans le cadre de ces suivis ou des diagnostics mis à disposition, **aucune information sur la présence d'une pollution hors-site n'a été portée à notre connaissance**.

Au vu des données disponibles sur les sources de rejets industriels et sur la qualité du milieu, les eaux souterraines ne semblent donc pas être un enjeu majeur sur la zone d'étude.

7.4 Qualité des eaux de surface

7.4.1 Cours d'eau

Dans le cadre du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Loire-Bretagne 2022-2027 en cours d'élaboration, **un état des lieux 2019 a été approuvé le 12/12/2019**. Cet état des lieux renseigne sur la qualité des masses d'eau, d'un point de vue écologique et chimique, les pressions sur le milieu et les risques de non atteintes des objectifs environnementaux.

Dans la zone d'étude, l'état des lieux des masses d'eau est synthétisé dans les tableaux en page suivante.

Tableau 28 : Etat des masses d'eau et risques

N° de la masse d'eau	Type de masse d'eau	Nom	Etat écologique - 2017	Etat chimique avec ubiquistes - 2017	Etat chimique sans ubiquistes - 2017	Risques de non atteinte des objectifs environnementaux				
						Risque écologique	Risque chimique	Risque chimique sans ubiquiste	Risque global avec ubiquistes	Risque global sans ubiquiste
FRGR0557	Cours d'eau	Le Brivet depuis Dreffeac jusqu'à la confluence avec la Loire	Etat moyen	Bon état	Bon état	Oui	Inconnu	Non	Oui	Non
FRGR1610	Cours d'eau	La Grande Doué et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec le Brivet	Etat moyen	Données indisponibles	Données indisponibles	Oui	Inconnu	Non	Oui	Non
FRGT28	Masse d'eau de transition	La Loire	Etat moyen	Non atteinte du bon état	Non atteinte du bon état	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
FRGC46	Masse d'eau côtière	Loire (large)	Bon état	Non atteinte du bon état	Bon état	Non	Oui	Non	Oui	Non

Tableau 29 : Pressions significatives causes de risque – niveau 1 des masses d'eau cours d'eau

N° de la masse d'eau	Type de masse d'eau	Nom	Etat des eaux - Niveau 1 (états écologiques, chimiques)						
			Pressions significatives						
			Macropolluants ponctuels	Pollutions diffuses (nitrates et pesticides et phosphore diffus)	Hydrologie (prélèvements + régime hydrologique + connexion aux eaux souterraines)	Morphologie et continuité	Micropolluants au regard de l'état écologique avec ubiquistes	Micropolluants au regard de l'état écologique sans ubiquistes	Micropolluants au regard de l'état chimique sans ubiquistes
FRGR0557	Cours d'eau	Le Brivet depuis Dreffeac jusqu'à la confluence avec la Loire	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non
FRGR1610	Cours d'eau	La Grande Doué et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec le Brivet	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non

Tableau 30 : Risques – niveau 1 des masses d'eau de transition et masses d'eau côtières

N° de la masse d'eau	Type de masse d'eau	Nom	Etat des eaux - Niveau 1 (états écologiques, chimiques)			
			Risques			
			Micropolluants	Eutrophisation ulves à cause des nitrates	Eutrophisation par phytoplancton à cause de l'azote et phosphore	Biologie globale hors eutrophisation
FRGT28	Masse d'eau de transition	La Loire	Oui	Non	Non	Oui
FRGC46	Masse d'eau côtière	Loire (large)	Oui	Non	Non	Non

Sources BD : Etat des lieux 2019 – SDAGE Loire-Bretagne / SAGE Estuaire de la Loire – Etat des lieux avril 2018

N.B. : A la date de rédaction de ce rapport, les substances déclassant l'état chimique des cours d'eau n'ont pas été communiquées par l'Agence de l'Eau.

L'état chimique des eaux de surface concerne une liste de 53 substances appelées substances prioritaires ou prioritaires dangereuses couvrant des domaines très variés, qui sont pour l'essentiel des métaux, des solvants, des pesticides, des plastifiants et des HAP. Parmi ces substances, 36 disposent d'un statut particulier :

- 21 sont interdites d'usage,
- 4 n'ont plus d'usage en France,
- 6 sont en restriction d'usage
- 5 proviennent d'émissions non intentionnelles donc difficilement contrôlables.

Parmi ces 53 substances, 8 sont considérées ubiquistes en raison de pollution généralisée : Mercure (Hg), TBT (tributylétains), HAP lourds, PBDE (polybromodiphényléthers), PFOS (acide perfluorooctanesulfonique), HBCDD (Hexabromocyclododécane), héptachlore, dioxines et PCB de type dioxine.

A la date de rédaction de ce rapport, les substances déclassant l'état chimique des cours d'eau n'ont pas été communiquées par l'Agence de l'Eau. En revanche, concernant les masses d'eau côtière et de transition, l'atlas interactif de l'IFREMER renseigne les paramètres déclassants :

Tableau 31 : Etat chimique des masses d'eau et paramètres déclassant

N° de la masse d'eau	Type de masse d'eau	Nom	Etat chimique avec ubiquistes - 2017	Etat chimique sans ubiquistes - 2017	Paramètres déclassant
FRGT28	Masse d'eau de transition	La Loire	Non atteinte du bon état	Non atteinte du bon état	Plomb dans le sédiment Benzo(g,h,i)pérylène dans le sédiment
FRGC46	Masse d'eau côtière	Loire (large)	Non atteinte du bon état	Bon état	Benzo(g,h,i)pérylène dans le sédiment (substance persistante, bioaccumulable, toxique et ubiquiste)

D'après les fiches « chimie » de l'IFREMER, la masse d'eau de transition est sous influence du bassin versant de la Loire et des activités industrielles et portuaires. La contamination en benzo(g,h,i)pérylène, un hydrocarbure aromatique polycyclique, est retrouvée à l'aval de la zone portuaire de Saint-Nazaire, dans la partie aval de l'estuaire. Cette contamination est aussi détectée dans les sédiments de la masse d'eau côtière, au niveau de la station la plus proche de la zone d'immersion des sédiments dragués du port.

La contamination en plomb du sédiment est observée dans la partie amont de l'estuaire (à Indre, en amont de la zone d'étude), ainsi que dans la partie avale (face pointe de Mindin, en face de la zone d'étude). L'estuaire de la Loire a longtemps montré des niveaux en plomb dans les moules très supérieurs à la médiane régionale (Boutier et al, 1993 et Couture et al., 2010). Cette contamination provenait des rejets de l'usine OCTEL située à Paimboeuf, fabricant du plomb tétra-éthyle comme additif pour les carburants. La fabrication a cessé avec le bannissement en France des carburants plombés et ce qui a conduit à une chute très rapide des teneurs en plomb dans les moules de l'estuaire (Chiffolleau, 2017) – cf. Figure 98.

Un suivi de la qualité des eaux souterraines est réalisé au droit de l'ancien site industriel OCTEL, vis-à-vis du plomb et de l'arsenic. D'après le rapport de suivi de 2018, un échantillon d'eau superficielle et un échantillon de sédiments ont également été prélevés dans un étier traversant le site. Les concentrations dans l'eau superficielle sont inférieures aux limites de qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine. **Concernant les sédiments, compte tenu de l'absence d'usage et des valeurs de référence, les concentrations peuvent être considérées comme acceptables.** D'après ce rapport de suivi 2018 et le bilan coûts/avantages pour le traitement des pollutions par le plomb dans les eaux souterraines et les sols de 2019, la qualité des eaux souterraines du site de Paimboeuf est encore affectée par les impacts générés par les anciennes activités industrielles du site. L'immobilité relative du panache (barrage hydraulique sous l'effet du marnage) permet raisonnablement de stipuler que les rejets du site, dans l'un des cours d'eau, **ne devraient pas contenir de concentrations de plomb, d'arsenic détectable dans l'eau, ni avoir d'effets négatifs important sur la qualité de l'eau ou la faune et la flore des cours d'eau.**

► Physico-chimie

D'après le site de visualisation des données sur l'eau et les milieux aquatiques de l'agence de l'eau Loire-Bretagne, la physico-chimie de la masse d'eau du Brivet (FRGR0557) est considérée en 2017 comme :

- Moyenne, vis-à-vis du phosphore total,
- Bonne, vis-à-vis des phosphates, ammonium et nitrites,
- Très bonne par rapport aux nitrates.

Ces classements ne sont pas disponibles pour les autres masses d'eau de la zone d'étude.

D'après l'état des lieux du SAGE Estuaire de la Loire, des analyses sont réalisées sur la station du Brivet à Saint-Nazaire (04E23500). Les classements de ce cours d'eau sont les suivants :

- Vis-à-vis des nitrates (issus principalement de la dégradation de rejets urbains, industriels et agricoles) : bon à très bon état entre 2007 et 2015 selon la norme DCE, ou état moyen à bon état selon la norme SEQ'eau ;
- Vis-à-vis du phosphore total (issu principalement du transfert par ruissellement ou de rejets directs) : états variables d'une année sur l'autre, entre 2008 et 2016, avec des états mauvais à bons.

► Pesticides

D'après le rapport²³ de la DREAL de 2016, pour la période 2002-2014, les eaux superficielles sont globalement contaminées par les pesticides en Pays de la Loire. Il ne se dégage pas de tendance de fond à l'aggravation ou à l'amélioration de la situation générale à l'échelle régionale. De nombreuses molécules sont toutefois apparues et/ou sont retrouvées plus fréquemment.

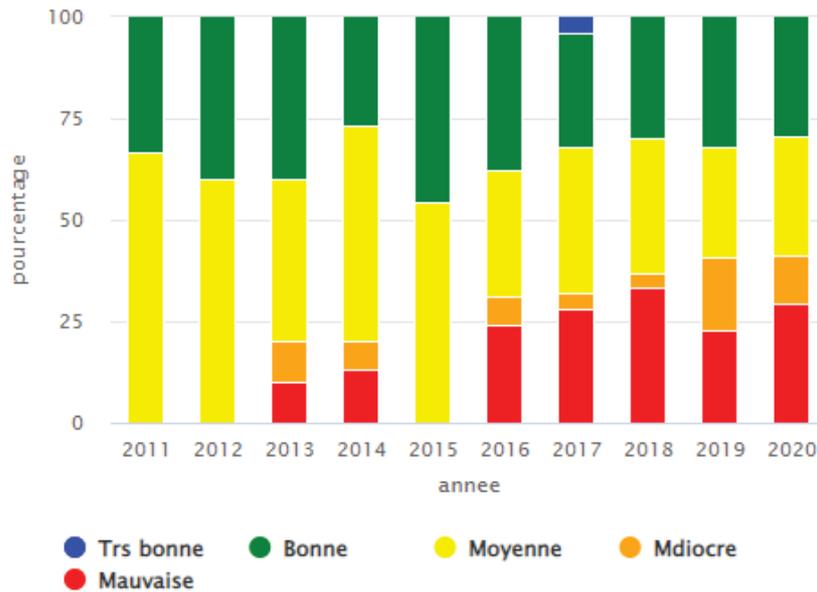
La situation est très variable d'une année sur l'autre et suivant les secteurs géographiques. L'utilisation des pesticides, qui n'est pas homogène sur la région, est très liée aux différentes zones de productions ainsi qu'aux conditions météorologiques.

Le déclassement de la qualité des cours d'eau par le paramètre pesticides est statistiquement dû au nombre de molécules retrouvées, et donc au cumul des concentrations qui en découle.

D'après l'outil de visualisation cartographique et graphique des données pesticides concernant les eaux superficielles de la région, développé par la DREAL, dans le périmètre du SAGE Estuaire de la Loire, on observe une dégradation de la qualité des cours d'eau avec des classes mauvaises et médiocres en augmentation sur la période 2011-2020 (Figure 90).

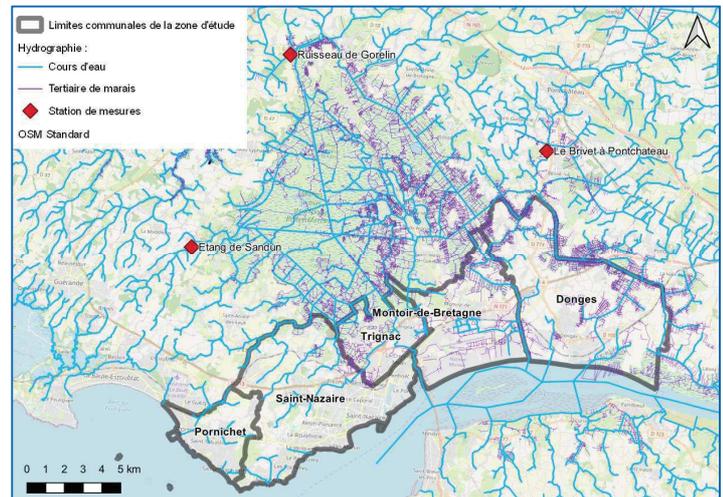
²³ « Contamination des eaux superficielles par les pesticides – Synthèse régionale 2002-2014 », Collection Analyses et connaissances n°116, de la DREAL, de septembre 2016.

Figure 90 : Evolution de la répartition des classes de qualité des eaux de surface sur le périmètre du SAGE Estuaire de la Loire



Source : <http://apps.datalab.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/qualite-des-eaux/>

Figure 91 : Localisation des stations de mesures des pesticides les plus proches de la zone d'étude



Source des données : <http://apps.datalab.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/qualite-des-eaux/>

Sur la période 2011-2020, aucune station de mesure n'est recensée au droit de la zone d'étude. A titre indicatif, trois stations de mesure sont positionnées en amont hydraulique et ont fait l'objet d'analyses sur cette période.

D'après le site de visualisation des données sur l'eau et les milieux aquatiques de l'agence de l'eau Loire-Bretagne, sur la période 2014-2017, **la synthèse des états « pesticides » de l'état écologique et chimique de la masse d'eau du Brivet (FRGR0557) est considérée comme bonne.**

D'après le cahier indicateur « Micropolluants : les Pesticides » du GIP Loire Estuaire de 2013, les mesures réalisées sur la période 1996-2011 dans l'estuaire de la Loire, entre les Ponts-de-Cé (49) et la mer (très peu

de mesures ont toutefois été réalisées en aval de Nantes et donc au droit de la zone d'étude), les principales molécules retrouvées dans l'estuaire sont les suivantes :

- AMPA ;
- diuron ;
- isoproturon ;
- chlortoluron ;
- glyphosate ;
- métolachlore ;
- atrazine ;
- atrazine déséthyl.

Sur cette période 1996-2011, certaines molécules avaient tendance à diminuer, notamment en lien avec leur interdiction d'utilisation (diuron, atrazine, simazine, etc.), d'autres stagnaient malgré cette interdiction (métolachlore). Des molécules étaient qualifiées d'émergentes (carbendazime, interdit en 2009), le carbétamide, l'imidaclopride, le métaldéhyde et le propyzamide.

Il est toutefois rappelé que les quantités de substances actives (QSA) achetées sont faibles sur la zone d'étude (moins de 539 kilos pour 4 communes sur 5. Seul le métolachlore fait partie des 10 QSA les plus vendues dans ces 5 communes.

7.4.2 Sédiments de la Loire

Une synthèse de la qualité des sédiments de la Loire a été dressée dans le cadre du dossier de demande de renouvellement de l'autorisation de dragage et d'immersion du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire, (avril 2021).

La zone d'étude sur l'estuaire comporte le chenal jusqu'à Nantes (sections 1 à 12²⁴), les souilles (entre le pont de Saint-Nazaire et le dépôt d'hydrocarbures de Donges), les zones d'évitage et l'accès à Saint-Nazaire. Cette synthèse est issue des campagnes de prélèvements de septembre 2013, septembre 2016 et janvier et octobre 2020. Pour le bassin de Saint-Nazaire, la synthèse est issue des campagnes de janvier 2014, septembre 2017 et janvier 2019.

Les paramètres suivis dans le cadre de l'arrêté préfectoral du 24/04/2013 pour la qualité des sédiments sont :

- La bactériologie ;
- La granulométrie ;
- 8 métaux lourds (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, zinc, nickel, plomb) ;
- Aluminium, matière sèche, COT, azote Kjeldhal, phosphore total ;
- Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques, TriButyleTanin et PolyChloroBiphénils.

Ces paramètres sont comparés aux seuils N1 et N2 de la Loi sur l'Eau, permettant d'apprécier l'incidence que peut avoir la remobilisation des matériaux considérés. Ainsi :

- En-dessous du niveau N1, l'impact potentiel est en principe jugé d'emblée neutre ou négligeable, les teneurs étant normales ou comparables au bruit de fond géochimique ;
- Entre le niveau N1 et le niveau N2, une investigation complémentaire peut s'avérer nécessaire en fonction du projet considéré et du degré de dépassement du niveau N1 ;
- Au-delà du niveau N2, une investigation complémentaire est généralement nécessaire car des indices notables laissent présager un impact potentiel négatif de l'opération.

► Azote

Les teneurs mesurées en azote dans les sédiments de l'estuaire jusqu'à Nantes sont comprises entre 0,1 et 5,2 g/kg, sans tendance géographique particulière. Les valeurs moyennes sont en augmentation avec 2,5 g/kg en 2013, 2,6 g/kg en 2016 et 2,9 g/kg en 2020. Ces valeurs restent proches de la moyenne et médiane nationale qui se situent autour de 3 g/kg (INERIS, 2010).

²⁴ la zone d'étude couvre 86% des stations de prélèvements du chenal considéré dans le dossier du GPMNSN

► Phosphore

Les teneurs mesurées en phosphore dans les sédiments de l'estuaire jusqu'à Nantes sont comprises entre 0,3 et 1,68 g/kg. Les valeurs moyennes sont de 0,9 g/kg en 2013 et 2016, et 0,8 g/kg en 2020, avec une tendance à la baisse des teneurs en phosphore depuis 2013 dans la partie aval de l'estuaire. Ces valeurs sont supérieures à la moyenne nationale de 0,67 g/kg (INERIS, 2010).²⁵

► Analyses chimiques des composés réglementés

Les diagrammes circulaires en Figure 92 représentent la qualité chimique des sédiments selon le référentiel Loi sur l'Eau N1-N2 par types de zones. Le pourcentage de dépassements du seuil N1 est compris entre 1,2% dans le chenal et 3,9% dans les zones d'évitage. Les principaux paramètres présentant des dépassements N1 dans les sédiments de l'estuaire sont :

- L'arsenic avec 33 dépassements dénombrés sur les campagnes entre 2013 et 2020 ;
- L'acénaphène avec 12 dépassements, survenus majoritairement en 2020 ;
- Le nickel avec 10 dépassements sur les campagnes entre 2013 et 2020.

Sur 6 245 analyses menées depuis 2013, trois zones sont concernées par 8 dépassements du seuil N2, dont 7 observés en 2020 :

- Le chenal, avec un dépassement N2 en acénaphène en janvier 2020 ;
- La zone « souilles aval », avec 6 dépassements N2 concernant uniquement les PCB en une seule station en janvier 2020 ;
- La zone « souilles amont » avec un dépassement N2 pour le PCB 28 en 2013.

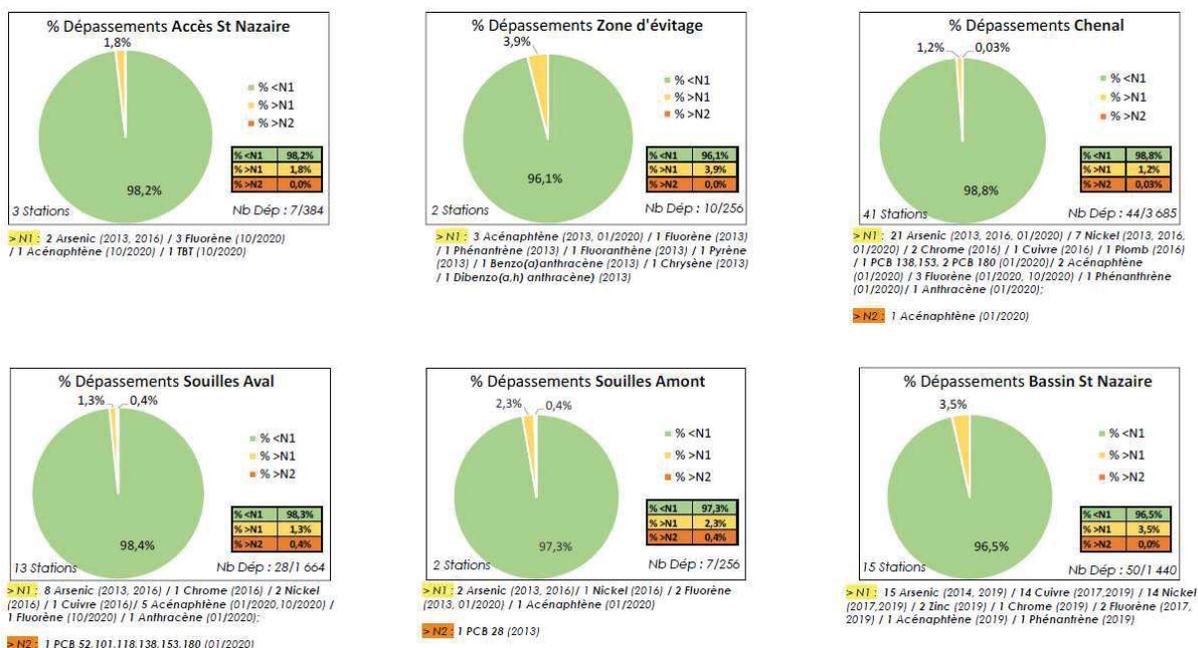
La qualité chimique des sédiments des zones à draguer dans l'estuaire de la Loire est globalement homogène et peu dégradée à une échelle globale.

A l'échelle de chaque section, la contamination est fluctuante d'une station à l'autre et d'une campagne à l'autre. La qualité vis-à-vis des seuils Loi sur l'Eau est satisfaisante et dans l'ensemble stable. L'arsenic est le principal paramètre déclassant sur l'ensemble de la décennie en lien avec le bruit de fond géochimique de la Loire couplé aux activités anthropiques historiques. Sur les deux campagnes de 2020, une tendance au recul du nombre de dépassement est observée vis-à-vis des éléments traces métalliques et une augmentation du nombre de dépassements en HAP (acénaphène et fluorène principalement).

Pour le bassin de Saint-Nazaire, le pourcentage de dépassements du seuil N1 est de 3,5% entre 2014 et 2019, concernant principalement des métaux (15 en arsenic, 14 en cuivre, 14 en nickel). Les sédiments du bassin de Saint-Nazaire présentent ainsi **une écotoxicité faible à négligeable**.

²⁵ D'après le dossier de demande de renouvellement de l'autorisation de dragage et d'immersion du GPMNSN, d'IDRA Environnement / ARTELIA d'avril 2021, plusieurs industries situées sur les bords de l'estuaire et rejetant en Loire, figuraient parmi les plus gros émetteurs de phosphore en Pays de la Loire en 2012, notamment TOTAL à Donges et SAIPOL à Montoir de Bretagne (source DREAL Pays de la Loire, 2012, La prévention de la pollution industrielle de l'eau dans les Pays de la Loire, Collection Analyses et connaissances n°40, 52 p.)

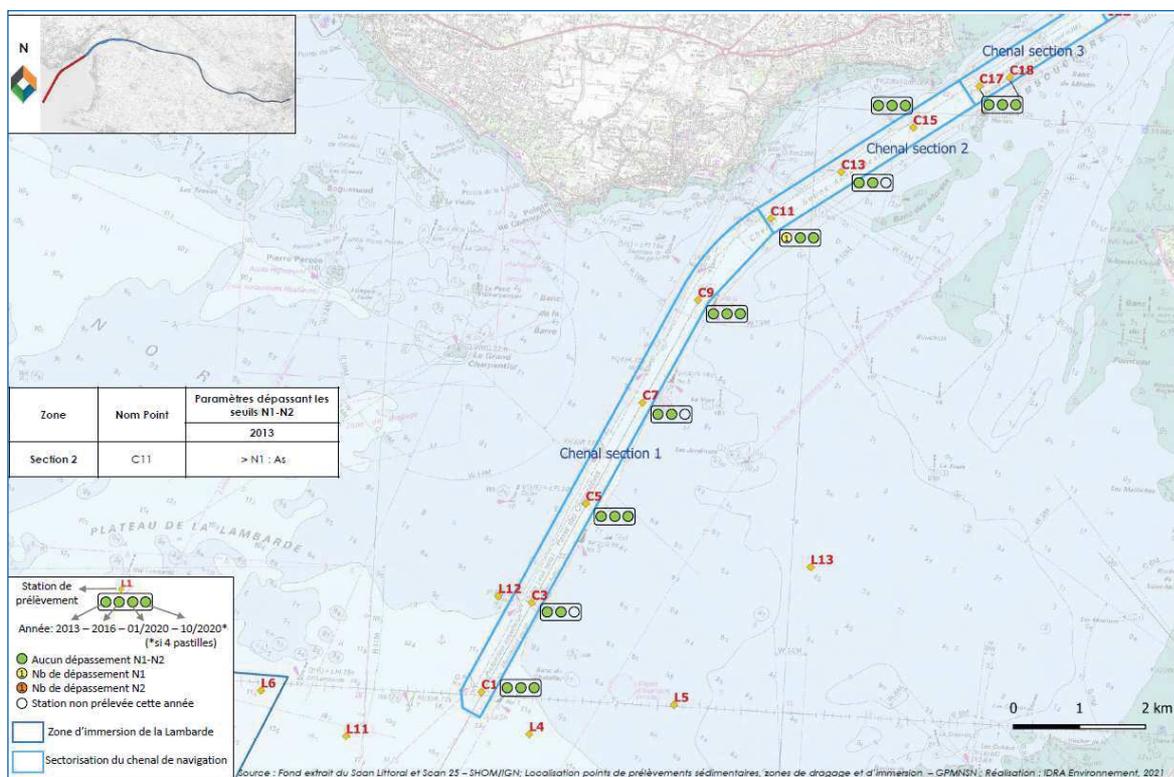
Figure 92 : Qualité des sédiments selon le référentiel Loi Eau N1-N2 par types de zones et nature des paramètres déclassants (campagnes 2013, 2016, 2020 et 2014, 2017, 2019 pour le bassin de St-Nazaire)



Les % indiquent la répartition du nombre total d'analyses dans les différentes classes de qualité

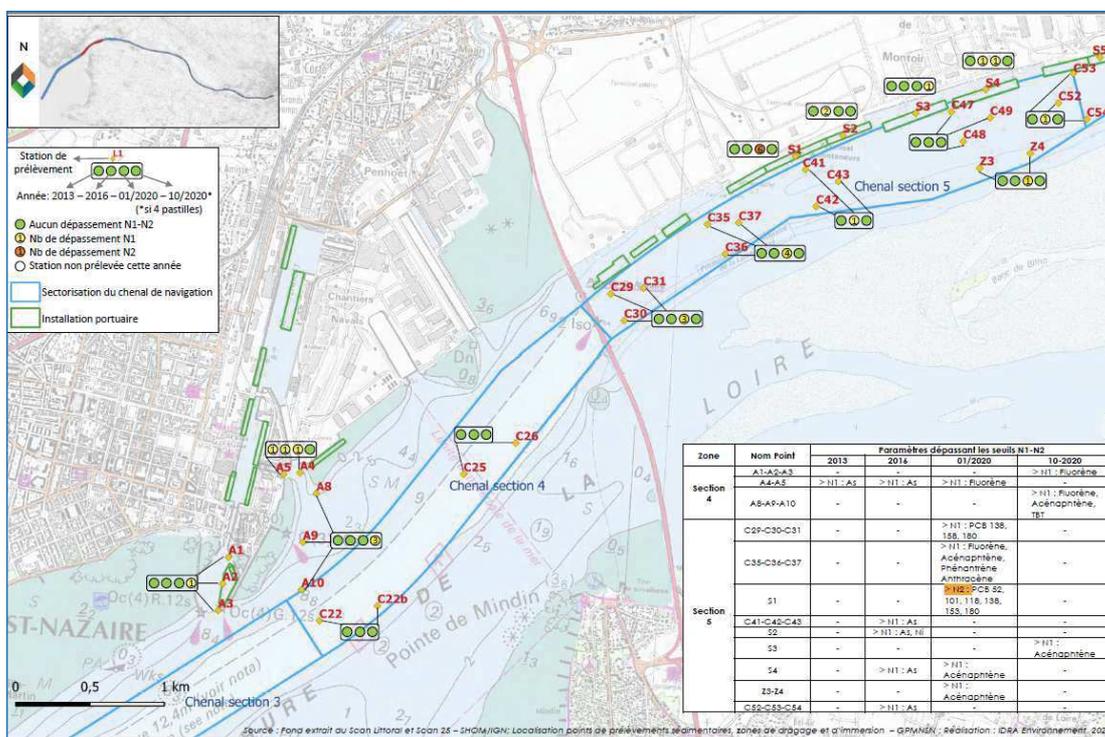
Source : Dossier de demande de renouvellement d'autorisation dragage – immersion GPMNSN 2023 – 2033 / IDRA Environnement

Figure 93 : Synthèse cartographique de la qualité chimique des sédiments en 2013-2016-2020 pour les sections 1 à 3



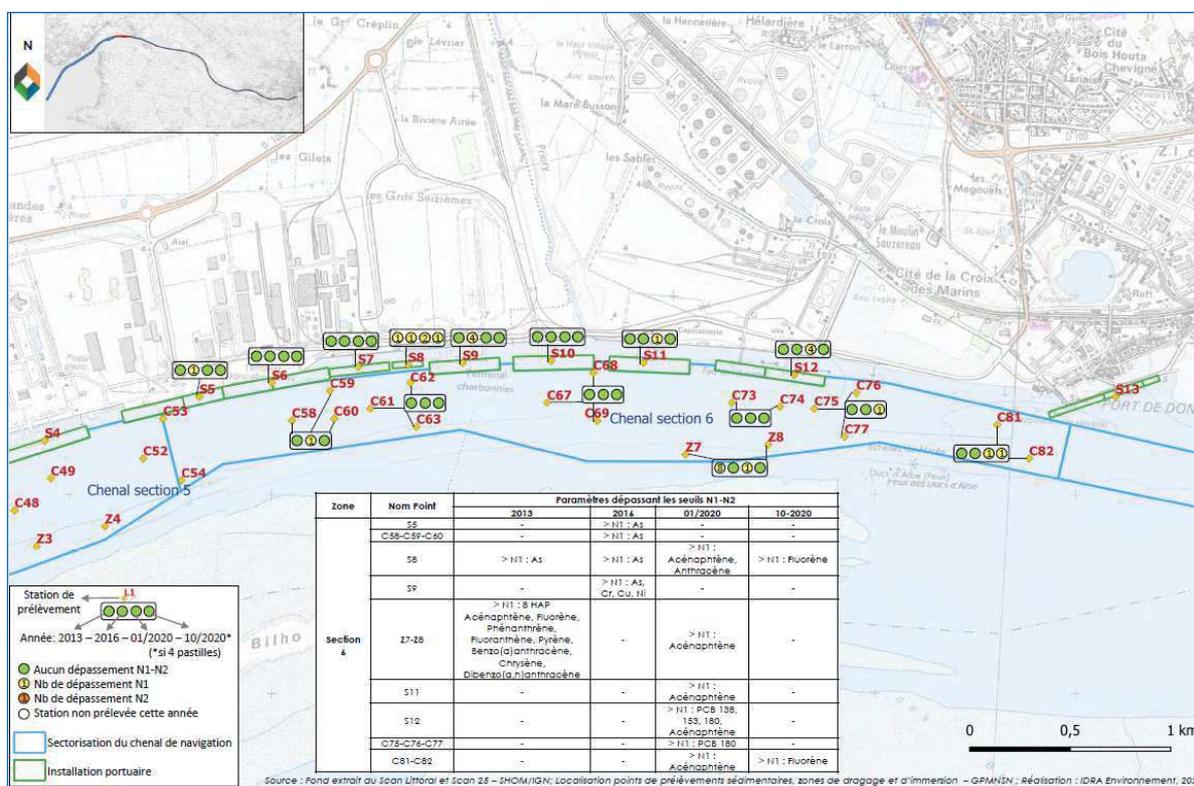
Source : Dossier de demande de renouvellement d'autorisation dragage – immersion GPMNSN 2023 – 2033 / IDRA Environnement

Figure 94 : Synthèse cartographique de la qualité chimique des sédiments en 2013-2016-2020 pour les sections 4 à 5



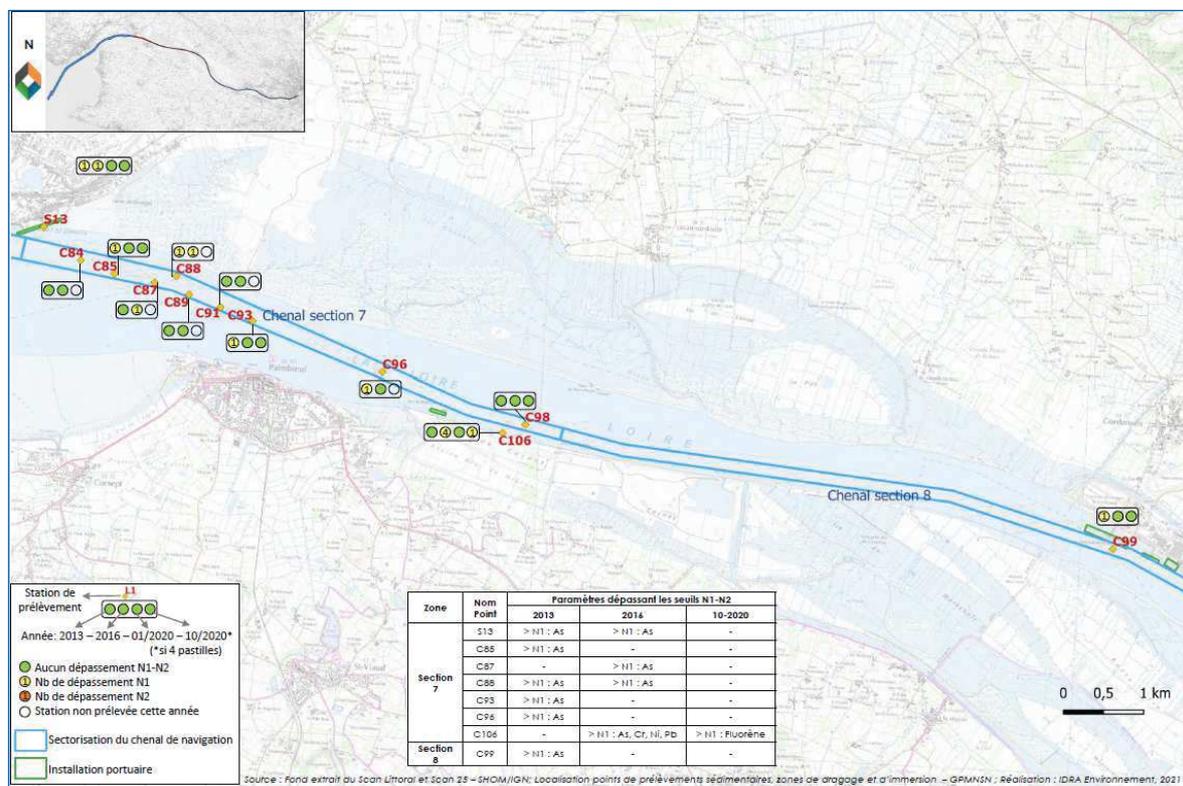
Source : Dossier de demande de renouvellement d'autorisation dragage – immersion GPMNSN 2023 – 2033 / IDRA Environnement

Figure 95 : Synthèse cartographique de la qualité chimique des sédiments en 2013-2016-2020 pour la section 6



Source : Dossier de demande de renouvellement d'autorisation dragage – immersion GPMNSN 2023 – 2033 / IDRA Environnement

Figure 96 : Synthèse cartographique de la qualité chimique des sédiments en 2013-2016-2020 pour la section 7



Source : Dossier de demande de renouvellement d'autorisation dragage – immersion GPMNSN 2023 – 2033 / IDRA Environnement

Le CEREMA a également été contacté dans le cadre de cette étude. Le réseau REPOM (Réseau national de surveillance de la qualité des eaux et des sédiments des Ports Maritimes) n'a pas de données plus récentes sur la qualité des sédiments du Port de Saint-Nazaire.

7.4.3 Eaux de baignade

► En eau douce

D'après l'ARS, aucun plan de baignade en eau douce n'est recensé sur la zone d'étude.

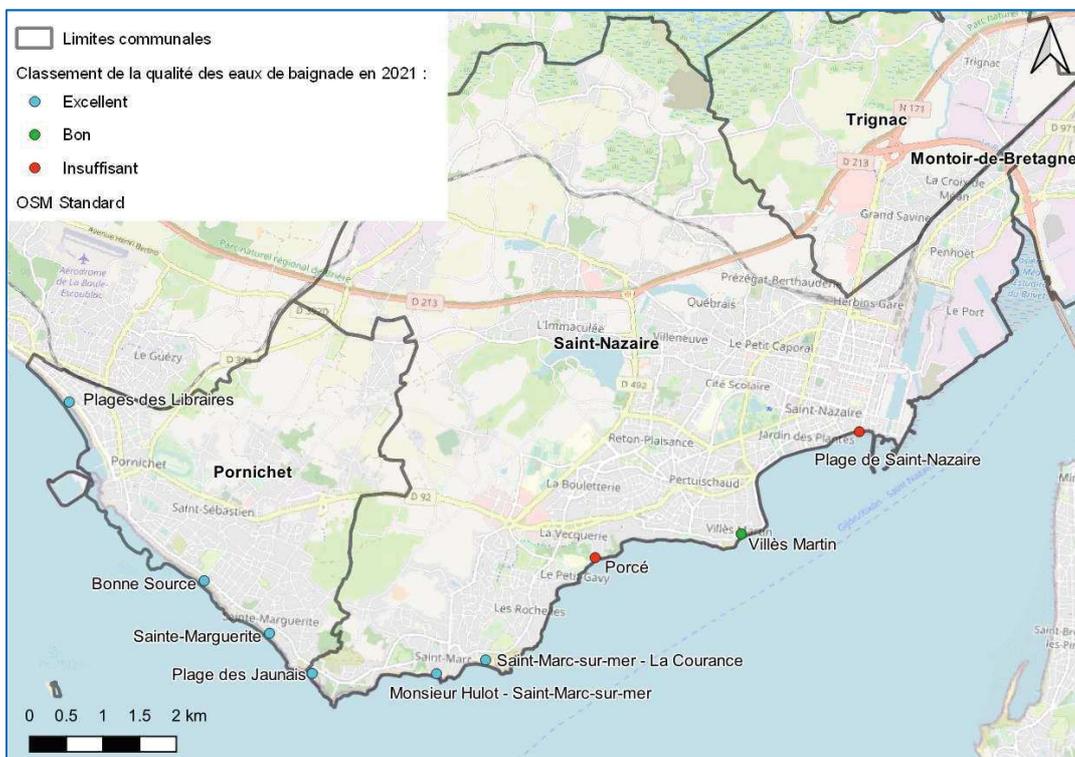
L'étang du Bois-Joalland présente des activités nautiques. La baignade y est interdite. Le Service domaine public de la Ville de Saint-Nazaire réalise uniquement un suivi sanitaire qui porte sur les cyanobactéries et la qualité bactériologique de cet étang. Aucune donnée sur la qualité chimique n'est disponible.

► En eau de mer

9 plages d'eau de mer font l'objet d'un contrôle sanitaire estival par l'ARS, sur Pornichet et Saint-Nazaire. D'après <https://baignades.sante.gouv.fr/>, la qualité des eaux de baignade est synthétisée dans le Tableau 32. Le classement est réalisé selon la directive 2006/7/CE. Les analyses effectuées portent sur 2 paramètres bactériologiques obligatoires : les streptocoques fécaux et l'Escheria Coli. Un changement anormal de coloration et la transparence Secchi sont également étudiés pour chacune de ces plages. Aucun paramètre chimique n'est reporté dans ce bilan.

Sur la période 2017-2021, les eaux de baignade à Pornichet sont classées excellentes vis-à-vis des paramètres bactériologiques obligatoires. Il en est de même pour les 3 plages les plus à l'ouest de Saint-Nazaire. En revanche, les plages à l'est de Saint-Nazaire présentent des classements annuels variables, d'insuffisant à bon, et ponctuellement excellent, avec notamment des fermetures de plages référencées en 2020 pour pollution microbiologique.

Figure 97 : Classement de la qualité des eaux de baignade en 2021



Source des données : baignades.sante.gouv.fr

Tableau 32 : Synthèse des classements de qualité des eaux de baignade sur Pornichet et Saint-Nazaire

Commune	Plage	Sources de pollution identifiées (impact > faible ou mesures de gestion mises en place)	Classement de l'année 2021		Classement de l'année 2020		Classement de l'année 2019		Classement de l'année 2018		Classement de l'année 2017		Classement de l'année 2016	
			Classement	Statut	Classement	Statut	Classement	Statut	Classement	Statut	Classement	Statut	Classement	Statut
Pornichet	Plage des Libraires / Grande plage face Casino	Assainissement collectif en cas de surverse accidentelle de poste de refoulement ; impact fort Animaux domestiques ; impact faible à moyen	Excellent	10 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 10 bons résultats	Excellent	10 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 9 bons résultats + 1 résultat moyen (streptocoques)	Excellent	10 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 9 bons résultats + 1 résultat moyen (E.Coli)	Excellent	10 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 7 bons résultats + 3 résultats moyens (streptocoques, E.Coli, coloration)	Excellent	Non renseigné		Non renseigné
	Bonne Source	Animaux domestiques	Excellent	8 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 8 bons résultats	Excellent	10 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 10 bons résultats	Excellent	10 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 10 bons résultats	Excellent	10 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 9 bons résultats + 1 résultat moyen (E.Coli)	Excellent	Non renseigné		Non renseigné
	Sainte Marguerite	Assainissement collectif en cas de surverse accidentelle de poste de refoulement Animaux domestiques	Excellent	8 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 8 bons résultats	Excellent	10 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 10 bons résultats	Excellent	10 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 10 bons résultats	Excellent	10 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 10 bons résultats	Excellent	Non renseigné		Non renseigné
Saint-Nazaire	Les Jaunais	-	Excellent	8 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 8 bons résultats	Excellent	10 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 10 bons résultats	Excellent	10 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 10 bons résultats	Excellent	10 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 10 bons résultats	Excellent	Non renseigné	Excellent	Non renseigné
	Monsieur Hulot - Saint-Marc-sur-mer	-	Excellent	8 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 8 bons résultats	Excellent	10 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 10 bons résultats	Excellent	10 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 10 bons résultats	Excellent	10 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 9 bons résultats + 1 résultat moyen (streptocoques)	Excellent	Non renseigné	Excellent	Non renseigné
	Saint-Marc-sur-mer - La Courance	Rejet d'eaux pluviales en périodes pluvieuses ; risque moyen	Excellent	8 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 8 bons résultats	Excellent	10 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 10 bons résultats	Excellent	10 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 9 bons résultats + 1 résultat moyen (streptocoques)	Excellent	10 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 10 bons résultats	Excellent	Non renseigné	Excellent	Non renseigné
	Porcé	Contamination microbiologique (réseau d'eau pluvial/ruisseau côtier ; assainissement ; lessivage en bord de plage ; estuaire)	Insuffisant	10 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 8 bons résultats + 1 résultat moyen (E.coli) + 1 mauvais résultat (streptocoques, E.coli)	Suffisant	4 fermetures de plage suite à des mauvais résultats bactériologiques (1 événement), et suite à des forts événements pluvieux entraînant une pollution bactérienne (3 événements) 10 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 7 bons résultats + 2 résultats moyens (streptocoques, E.coli) + 1 mauvais résultat (streptocoques)	Bon	10 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 7 bons résultats + 2 résultats moyens + 1 mauvais résultat (streptocoques, E.coli)	Bon	10 analyses (streptocoques fécaux, E.Coli, coloration, transparence Secchi) => 9 bons résultats + 1 résultat moyen (streptocoques, E.coli)	Bon	Non renseigné		

Commune	Plage	Sources de pollution identifiées (impact > faible ou mesures de gestion mises en place)	Classement de l'année 2021	Classement de l'année 2020	Classement de l'année 2019	Classement de l'année 2018	Classement de l'année 2017	Classement de l'année 2016
	Villés Martin	Exutoire réseau d'eau pluviale par temps de pluie : risque moyen Surcharge exceptionnelle du poste de relevage en période pluvieuse : risque moyen Animaux domestiques : risque moyen	Bon	Bon	Excellent	Bon	Bon	Bon
	Plage de Saint-Nazaire	Rejet d'eaux pluviales par temps de pluie : impact important Surverses de l'assainissement exceptionnelles : impact important Crues de la Loire : impact moyen Faune aviaire et canine : impact moyen	Insuffisant*	Insuffisant	Insuffisant	Bon	Bon	Non renseigné

* Doute sur le classement au vu des résultats, ou inversement

La plage de Bonne Anse n'est pas répertoriée sur le site <https://baignades.sante.gouv.fr/>

7.4.4 Le littoral

Le ROCCH, Réseau d'Observation de la Contamination Chimique du littoral, s'appuie sur les moules et les huîtres comme indicateurs quantitatifs de contamination chimique, qui permettent de s'affranchir des fluctuations rapides du milieu.

Un suivi est réalisé à la pointe de Chemoulin à Saint-Nazaire (n°069-P-025) et porte sur :

- Les métaux (plomb, cadmium, mercure, cuivre, zinc) ;
- Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques, représentés par le fluoranthène ;
- Les composés organochlorés : PCB (représentés par le congénère CB153), le lindane (pesticide interdit en France depuis le 31/12/2007), les DDT (et ses isomères DDE et DDD – insecticide et ses produits de dégradation, interdit pour usage agricole depuis les années 1970, et toléré uniquement pour la lutte contre le paludisme) ;
- Les composés organostanniques (représentés par le TBT – tributylétain : biocide avec usage réglementé) ;
- Les dioxines et composés de type dioxines (représentés par l'indice de toxicité équivalente totale résultant de l'ensemble des composés dosés).

Les résultats jusqu'en 2020 pour les métaux, et jusqu'en 2019 pour les autres paramètres sont présentés en Figure 98.

Les **concentrations des 3 métaux réglementés** (plomb, cadmium, mercure), **sont inférieures aux seuils** réglementaires dans les moules. Il n'existe pas de valeur de référence pour le cuivre et le zinc.

Les concentrations en **CB153** respectent le seuil de référence depuis 1996. Depuis 2000, les teneurs en **lindane** sont **inférieures à la valeur de référence**. Les **DDT** n'ont pas de valeur de référence. **Une nette diminution** des teneurs est observée depuis le début des années 1990.

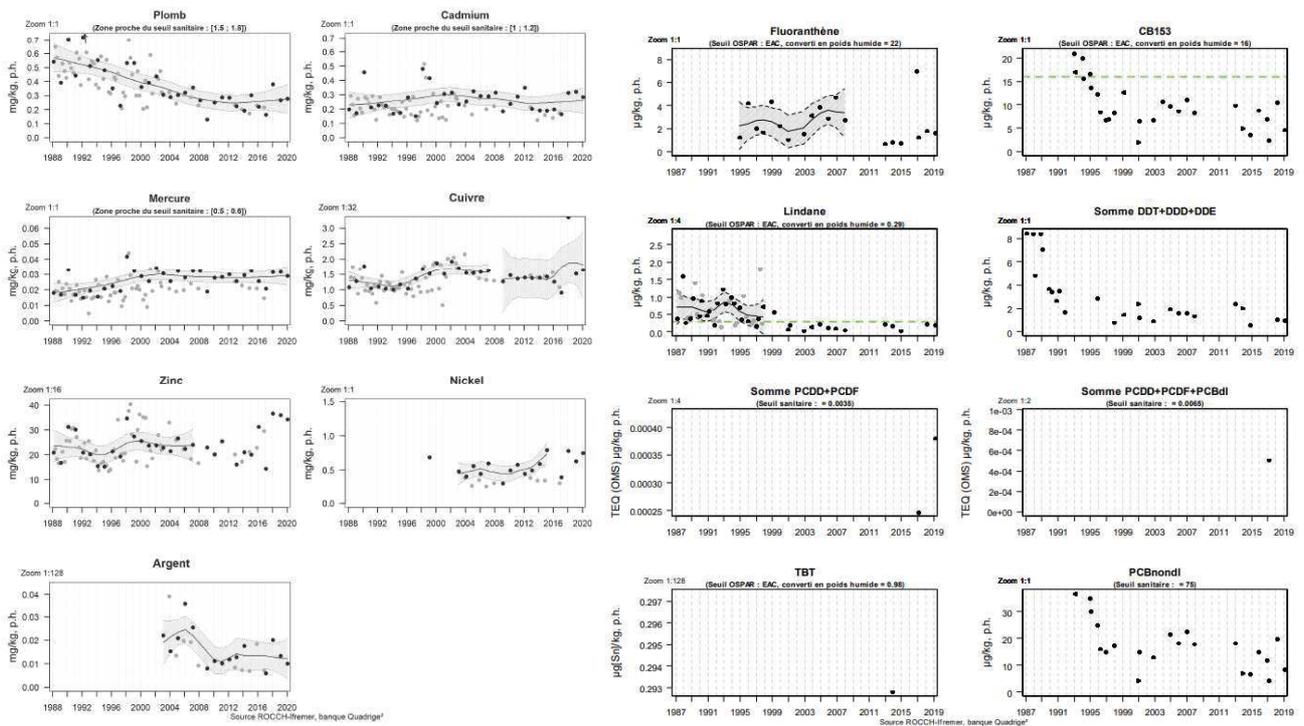
Concernant le **fluoranthène, les dioxines, les PCB et le TBT**, les concentrations sont **inférieures aux seuils** concernés.

En comparaison avec les médianes nationales, sur la période 2016-2020, à la pointe de Chemoulin :

- les teneurs en cadmium, nickel et CB153 sont largement supérieures à la médiane nationale ;
- les teneurs en zinc, somme des DDT+DDE+DDD sont supérieures aux médianes nationales ;
- les teneurs en plomb, mercure, cuivre, argent²⁶ et lindane sont proches des médianes nationales ;
- la teneur en fluoranthène est inférieure à la médiane nationale.

²⁶ Calculée uniquement sur l'année 2020

Figure 98 : Résultats ROCCH au point de mesure 069-P-025 Loire – large / Pointe de Chemoulin – sur les moules



Source : IFREMER / Qualité du Milieu Marin Littoral / Bulletins de la surveillance 2019 et 2020

7.4.5 Synthèse de la qualité des eaux superficielles au droit de la zone d'étude

Sur la zone d'étude, la masse d'eau de transition est sous influence du bassin versant de la Loire et des activités industrielles et portuaires. La seule contamination détectée en benzo(g,h,i)pérylène, un hydrocarbure aromatique polycyclique, est retrouvée à l'aval de la zone portuaire de Saint-Nazaire, dans la partie aval de l'estuaire. Cette contamination est aussi détectée dans les sédiments de la masse d'eau côtière, au niveau de la station la plus proche de la zone d'immersion des sédiments dragués du port.

En ce qui concerne les pesticides, d'après le rapport²⁷ de la DREAL de 2016, pour la période 2002-2014, les eaux superficielles sont globalement contaminées en Pays de la Loire. Il ne se dégage pas de tendance de fond à l'aggravation ou à l'amélioration de la situation générale à l'échelle régionale. De nombreuses molécules sont toutefois apparues et/ou sont retrouvées plus fréquemment.

La situation est très variable d'une année sur l'autre et suivant les secteurs géographiques. L'utilisation des pesticides, qui n'est pas homogène sur la région, est très liée aux différentes zones de productions ainsi qu'aux conditions météorologiques. Il est toutefois à noter que **la synthèse des états « pesticides » de l'état écologique et chimique de la masse d'eau du Brivet (FRGR0557) est considérée comme bonne.**

Concernant les sédiments, la qualité chimique des sédiments des zones à draguer dans l'estuaire de la Loire est globalement homogène et peu dégradée à une échelle globale. L'arsenic est le principal paramètre déclassant sur l'ensemble de la décennie en lien avec le bruit de fond géochimique de la Loire couplé aux activités anthropiques historiques. Sur les deux campagnes de 2020, une tendance au recul du nombre de dépassement est observée vis-à-vis des éléments traces métalliques et une augmentation du nombre de dépassements en HAP (acénaphthène et fluorène principalement).

Les sédiments du bassin de Saint-Nazaire présentent ainsi **une écotoxicité faible à négligeable.**

Sur la période 2017-2021, les eaux de baignade à Pornichet sont classées excellentes vis-à-vis des paramètres bactériologiques obligatoires. Il en est de même pour les 3 plages les plus à l'ouest de Saint-Nazaire. En revanche, les plages à l'est de Saint-Nazaire présentent des classements annuels variables, d'insuffisant à bon, et ponctuellement excellent, avec notamment des fermetures de plages référencées en 2020 mais pour pollution microbiologique.

Pour le littoral, les concentrations en éléments chimiques mesurés, même si elles peuvent être supérieures aux valeurs médianes nationales pour certains éléments, sont **toutes inférieures aux seuils** réglementaires dans les moules.

Ainsi, pour les eaux superficielles, aucune tendance ne se dégage clairement et aucune zone de pollution des eaux superficielles n'est observée à l'échelle de la zone d'étude. La qualité des eaux superficielles est régulièrement suivie par divers organismes et aucun problème majeur n'a été identifié.

7.5 Qualité de l'eau de distribution

Pour rappel, aucun captage d'alimentation en eau potable n'est localisé sur le territoire de la CARENE. À moyen terme, aucun projet d'exploitation de nouvelle ressource n'est prévu.

D'après les informations fournies par l'ARS Pays-de-la-Loire (info-factures de 2017 à 2020 de la CARENE), les 5 communes font partie de l'unité de distribution de la Communauté d'Agglomération de la Région

²⁷ « Contamination des eaux superficielles par les pesticides – Synthèse régionale 2002-2014 », Collection Analyses et connaissances n°116, de la DREAL, de septembre 2016.

Nazairienne et de l'Estuaire, dont la gestion de la distribution de l'eau est assurée par la CARENE. L'eau distribuée est produite par les stations de traitements suivantes :

- L'usine de Bocquehand à Campbon (44), par un captage d'eau souterraine ;
- L'usine du Drézet à Férel (56), par un captage d'eau de surface (la Vilaine) ;
- L'usine de Nantes (44), par un captage d'eau de surface (la Loire), depuis 2020.

La qualité des eaux brutes captées nécessite un traitement complet aux usines de Férel et de Nantes avant distribution. La bonne qualité des eaux captées dans la nappe de Campbon ne nécessite qu'une simple filtration et une légère chloration avant distribution.

L'ARS est réglementairement chargée du contrôle sanitaire de l'eau distribuée de la ressource au robinet du consommateur.

La surveillance de la qualité de l'eau porte sur une centaine de paramètres différents. Les synthèses des années 2017 à 2020 ont pris en compte les résultats provenant de 283 à 298 prélèvements selon les années. L'eau de la CARENE de 2017 à 2020 était qualifiée de bonne qualité.

Les résultats analytiques de quelques paramètres ont été détaillés dans les info-factures de 2017 à 2020 :

- **Bactériologie** : eau de bonne qualité, taux de conformité entre 99,3 à 100%. En 2017, un épisode de contaminations de bactéries à germes banals, de coliformes et d'E.Coli en août et septembre, a été décelé. Il a été demandé au distributeur d'eau d'augmenter provisoirement la teneur en désinfectant ;
- **Nitrates** : eau conforme, avec des moyennes annuelles entre 9 et 14 mg/l et un maximum à 37 mg/l, pour une valeur limite de 50 mg/l ;
- **Pesticides** (plus de 200 pesticides et produits de dégradation ont été recherchés) : eau conforme, taux de conformité à 100% ;
- **Fluor** : teneur faible avec des moyennes annuelles de 0,11 à 0,12 mg/l, respectant la valeur limite de 1,5 mg/l. Lorsque la teneur en fluor dans l'eau distribuée est faible, un apport complémentaire est possible sur avis médical ;
- **Dureté (ou titre hydrotimétrique)** : eau calcaire avec une dureté moyenne (de 3 à 47°F avec des moyennes annuelles de 22 à 25°F) ;
- **Fer total** : dépassements ponctuels en 2017, 2019 et 2020 de la valeur de référence fixée à 200 µg/l (teneurs de 0 à 440 µg/l avec des moyennes annuelles de 18 à 24 µg/l), pouvant entraîner des effets indirects gênants pour l'utilisateur : distribution d'eau de couleur rouille, qui tache le linge, goût métallique, turbidité, formation de dépôts. Il a été demandé à l'exploitant d'effectuer des purges sur les zones du réseau concernées et de mettre en œuvre les mesures adaptées, permettant un retour à la normale ;
- **Aluminium** : eau conforme avec des teneurs entre 0 et 0,098 mg/l et des moyennes annuelles de 0,009 à 0,015 mg/l, pour une limite de qualité pour l'eau potable fixée à 0,2 mg/l et 0,03 mg/l pour les eaux de dialyse ;
- **Carbone Organique Total (COT)** : légers dépassements ponctuels de la référence de qualité (2 mg/l) en 2018, avec des valeurs entre 0,6 et 2,3 mg/l et une moyenne de 1,3 mg/l.

Les résultats statistiques du contrôle sanitaire réalisés entre 2017 et 2020 sur les usines de Campbon et Nantes, ainsi que sur le réseau de distribution de la CARENE mettent en évidence quelques anomalies principalement liées à la température de l'eau, d'ordres physico-chimique et bactériologique. Seules 3 anomalies concernent un pesticide sur l'usine de Nantes (ayant la Loire pour origine). D'après l'ARS de Loire-Atlantique, les éventuelles plaintes au sujet de la qualité de l'eau de distribution sont recensées sur certains secteurs du réseau d'eau potable pouvant ponctuellement avoir un phénomène d'eau coloré du fait de la présence de conduite en fonte non revêtue. La CARENE renouvelle le réseau progressivement.

8. Schéma Conceptuel

Le schéma conceptuel doit être établi sur la base de l'ensemble des données existantes collectées lors des étapes précédentes. Il a pour objectif de préciser les relations entre :

- les sources de pollution,
- les vecteurs : voies de transfert possibles et milieux d'exposition,
- les enjeux : usages constatés et cibles potentielles.

8.1 Les sources

8.1.1 Rejets atmosphériques

Une source correspond à la combinaison entre un milieu et une substance polluante. La description de la zone d'étude et l'inventaire des données existantes a permis d'identifier les sources potentielles de **contamination atmosphériques** suivantes :

- Les installations industrielles,
- Le trafic routier,
- Le trafic ferroviaire et fluvial,
- Les activités artisanales,
- Le secteur résidentiel/commercial/tertiaire,
- Le secteur agricole ;

La synthèse de ces sources est reportées au paragraphe 5.4.

8.1.2 Les sols

Au droit de la zone d'étude, les études réalisées mettent en évidence des pollutions ponctuelles en métaux. Néanmoins, **aucune zone préférentielle de pollution au droit de la zone d'étude n'a été mise en évidence. De plus, aucun métal en particulier n'est détecté préférentiellement au droit de la zone d'étude.**

En outre, aucune zone préférentielle n'apparaît comme présentant des remblais de mauvaise qualité.

De même que pour les métaux, les données recueillies sur le territoire de l'étude de zone ne mettent pas en évidence de zone préférentielle de pollution en composés organiques (hydrocarbures, HAP, BTEX, COHV). Les études réalisées par GINGER BURGEAP par le biais de l'accord-cadre avec la ville de Saint-Nazaire/Carène ne mettent en évidence que **des pollutions ponctuelles en hydrocarbures.**

8.1.3 Les eaux souterraines

En ce qui concerne **les eaux souterraines**, elles présentent ponctuellement des teneurs en ETM, COHV, BTEX, HAP et hydrocarbures, supérieures aux valeurs limite de potabilité ou de potabilisation. Les concentrations médianes en ces polluants restent toutefois inférieures à ces valeurs. Par ailleurs, dans le cadre des suivis piézométriques ou des diagnostics mis à disposition, aucune information sur la présence d'une pollution hors-site n'a été portée à notre connaissance.

Il est par ailleurs à noter qu'en Loire-Atlantique, la nature du sous-sol est peu propice à la présence d'eaux souterraines. Il en résulte un très faible nombre d'unités de production au regard de la moyenne nationale.

Aucun captage d'alimentation en eau potable n'est localisé sur le territoire de la CARENE. L'eau potable provient uniquement de ressources localisées à l'extérieur du territoire. Celles-ci sont au nombre de trois : la nappe phréatique de Campbon, Férel sur la Vilaine, et le captage sur la Loire de Nantes Métropole.

À moyen terme, aucun projet d'exploitation de nouvelle ressource n'est prévu.

En ce qui concerne **les puits privés**, leur localisation n'a pu être exhaustive. De même, la profondeur et les usages de ces puits ne sont pas clairement identifiés. Néanmoins, d'après notre connaissance du secteur, il s'agit de puits peu profonds (entre 5 et 10 m) captant la nappe d'altération du socle. **La majorité des puits n'ont pas d'usage**. Lorsqu'il y a un usage, celui-ci concerne l'arrosage des potagers et/ou des plantes et rarement un usage pour une eau de boisson. Sur la commune de Saint-Nazaire, peu de puits sont recensés en aval hydrogéologique de la zone industrielle du port, celle-ci étant localisée en bordure de la Loire et les écoulements souterrains étant supposés dirigés vers la Loire. **Ainsi, peu de puits seraient, dans le cas d'une éventuelle pollution provenant de cette zone, susceptibles d'être impactés.**

Au vu des données disponibles sur les sources de rejets industriels, sur la qualité du milieu et sur les usages, **les eaux souterraines ne constituent donc pas un enjeu majeur sur la zone d'étude.**

8.1.4 Les eaux de surface

La masse d'eau de transition est sous influence du bassin versant de la Loire et des activités industrielles et portuaires. Une seule contamination en benzo(g,h,i)pérylène, un hydrocarbure aromatique polycyclique, est retrouvée à l'aval de la zone portuaire de Saint-Nazaire, dans la partie aval de l'estuaire.

D'après le site de visualisation des données sur l'eau et les milieux aquatiques de l'agence de l'eau Loire-Bretagne, la physico-chimie de la masse d'eau du Brivet (FRGR0557) est considérée en 2017 comme :

- Moyenne, vis-à-vis du phosphore total,
- Bonne, vis-à-vis des phosphates, ammonium et nitrites,
- Très bonne par rapport aux nitrates.

La synthèse des états « **pesticides** » de l'état écologique et chimique de la masse d'eau du Brivet (FRGR0557) est par ailleurs considérée comme **bonne**.

En ce qui concerne les sédiments du bassin de Saint-Nazaire, ils présentent ainsi **une écotoxicité faible à négligeable**. Pour le littoral, les concentrations en éléments chimiques mesurés, même si elles peuvent être supérieures aux valeurs médianes nationales pour certains éléments, sont **toutes inférieures aux seuils réglementaires** dans les moules. **La qualité chimique des sédiments des zones à draguer dans l'estuaire de la Loire est globalement homogène et peu dégradée à une échelle globale.**

Il est à noter par ailleurs que les eaux de baignade sur la zone d'étude sont jugées de bonne qualité.

Ainsi, **pour les eaux superficielles**, aucune tendance ne se dégage clairement et **aucune zone de pollution des eaux superficielles n'est observée à l'échelle de la zone d'étude**. La qualité des eaux superficielles est régulièrement suivie par divers organismes et aucun problème majeur n'a été identifié.

8.2 Le potentiel de transfert

L'ensemble des composés chimiques émis dans l'air par les différentes activités retenues vont dans un premier temps être dispersés par l'intermédiaire du vent. Sur la zone d'étude, les données météorologiques, indiquent deux axes de vents dominants :

- les vents de Sud-Ouest ;
- les vents de Nord-Est.

Les composés gazeux, sont assimilés à des traceurs passifs. Il est donc considéré qu'ils restent sous cette forme une fois émis à l'atmosphère.

En ce qui concerne les composés particuliers, du fait de leur densité, ils vont se déposer au sol.

Le potentiel de transfert des substances dans les milieux d'exposition dépend alors principalement de leurs caractéristiques physico-chimiques. Les substances hydrosolubles tels que les métaux auront une capacité

plus importante à s'accumuler dans les végétaux, grâce à leur passage par la voie racinaire. Les composés liposolubles tels que les dioxines auront une affinité particulière pour les matrices riches en graisses. On les retrouvera donc plus spécifiquement dans les matrices animales, notamment les viandes grasses, les œufs et le lait.

Au regard des sources de contamination potentielles et des caractéristiques des composés émis par le site, les voies de transfert potentielles jugées pertinentes pour les composés identifiés sont les suivantes :

- **Dispersion atmosphérique** des composés gazeux et particulaires ;
- **Dépôts au sol** des composés particulaires ;
- **Transfert** des composés particulaires hydrosolubles **vers les végétaux** après dépôt au sol ;
- **Transfert** des composés liposolubles vers **les matrices animales**.

8.3 Les enjeux : Usages constatés des milieux et cibles potentielles

Le tableau ci-après récapitule les principaux usages mis en évidence à l'issue de la caractérisation de la zone d'étude pour les milieux « source » retenus.

Tableau 33 : Usages des milieux

Milieux	Usages des milieux identifiés
Air	Présence d'habitations et de populations sensibles sur la zone d'étude.
Sols	Présence d'espaces verts au droit de certaines écoles, Aires de jeux et terrains de sport, Jardins potagers Activités agricoles
Eaux de surface	Zone de pêche possible Zone de baignade Zone conchylicole

Compte tenu des usages des milieux, les cibles à considérer sont :

- Les populations résidant sur la zone d'influence, incluant les populations sensibles ;
- Les consommateurs de végétaux issus de potagers qui seraient situés sur la zone d'influence des émissions ;
- Les consommateurs de produits animaux issus d'élevages qui seraient localisés sur la zone d'influence des émissions ;
- Les consommateurs de produits issus de la pêche.

8.4 Toxicité des composés

En termes sanitaires, un danger désigne tout effet toxique, c'est-à-dire un dysfonctionnement cellulaire ou organique lié à l'interaction entre un organisme vivant et un agent chimique, physique, ou biologique. La toxicité d'un composé dépend de la durée et de la voie d'exposition de l'organisme humain. Différents effets toxiques peuvent être considérés.

Pour l'ensemble des substances identifiées lors de la phase précédente, les effets toxiques ont été collectés et notamment les effets cancérigènes (apparition de tumeurs), les effets mutagènes (altération du patrimoine génétique), les effets sur la reproduction (reprotoxicité). Tous les modes d'exposition ont été traités en effets

chroniques, correspondant à de longues durées d'exposition (supérieures à 7 ans pour l'US-EPA et supérieures à 1 an pour l'ATSDR).

La synthèse de ces informations est présentée dans les tableaux ci-après. Un détail sur la toxicité des composés et des valeurs de référence est présenté en Annexe (cf. Annexe 14).

Tableau 34 : Toxicité des composés en phase gazeuse potentiellement émis

Type d'agent	Substances	CMR ²⁸	Toxicité chronique pour les effets à seuil*		Toxicité chronique pour les effets sans seuil*	
			Inhalation	Ingestion	Inhalation	Ingestion
Gazeux	Aliphatique nC8-nC16	/	--		ND	
	Aliphatiques > C16	/	ND		ND	
	Aromatiques C8-C16	/	--		ND	
	CO	R1A	ND		ND	
	CO2	/	ND		ND	
	SO _x	/	ND		ND	
	CH ₄ (méthane)	/	ND		ND	
	N ₂ O	/	ND		ND	
	NO _x /NO ₂	/	ND		ND	
	HCl	/	-		ND	
	HF	/	-		ND	
	HCN	/	++		ND	
	NH ₃	/	--		ND	
	H ₂ S	/	++		ND	
	Acétone	/	--		ND	
	Butane-1-ol	/	ND		ND	
	Méthanol	/	--		ND	
	2-Méthyl-1-propanol (IBA)	/	ND		ND	
	Butanone (MEK)	/	--		ND	
	Benzène	C1/M2	+		+	
	Ethylbenzène	/	--		ND	
	Styrène	/	--		ND	
	Toluène	R2	--	NA	ND	NA
	Xylènes	/	--		ND	
	cumène (isopropylbenzène)	/	--		ND	
	1,3-Butadiène	C1A/M1B	+		+	
	Naphtalène	C2	-		-	
	Acétaldéhyde	C2	--		ND	
	Formaldéhyde	C2	--		ND	
	Hexane	/	--		ND	
	Cyclohexane	/	--		ND	
	Phénol	M2	--		ND	
	1 methoxy - 2 propanol	/	--		ND	
	2-métoxypropanol	R1B	ND		ND	
	4-hydroxy-4-méthyl-2-pentanone	/	ND		ND	
	4 methyl pentane 2one (MIBK)	/	--		ND	
	Acétate de 2-méthoxy-1-méthyléthyle (PGMEA)	/	ND		ND	
	Acétate d'éthyle	/	--			
	Acétate de n-butyle	/	--			
	Mercaptans (éthylmercaptans/méthylmercaptans)	/	ND		ND	
Cyanure	/	-		ND		
Diisocyanate d'hexaméthylène	/	+++		ND		

²⁸ Classement Cancérogène, Mutagène et Reprotoxique

Type d'agent	Substances	CMR ²⁸	Toxicité chronique pour les effets à seuil*		Toxicité chronique pour les effets sans seuil*	
			Inhalation	Ingestion	Inhalation	Ingestion
Particulaire	Sulfurol	/	ND		ND	
	1,2-dichloroéthylène	/	-		ND	
	1,3-Propanediol,2-ethyl-2-(hydroxymethyl) -,polymer	/	ND		ND	
	2,2-bis[p-(2,3-epoxypropoxy)phényl]propane;étherdi glycidique du bisphénol A	/	ND		ND	
	2-butoxyéthanol	/	--		ND	
	2-propylheptanol ethoxylate	/	ND		ND	
	3-butoxy-2-propanol	/	ND		ND	
	Alcool benzylique	/	ND		ND	
	Butane-2-ol	/	ND		ND	
	Dioxyde de titane	2B	++		ND	
	Ethanol	/	ND		ND	
	Ether de méthyle et de nonafluorobutyle	/	ND		ND	
	Ether de méthyle et de nonafluoroisobutyle	/	ND		ND	
	Ether monométhyle du propylène-glycol	/	--		ND	
	éthylènediaminetétraacétate de tétrasodium	/	ND		ND	
	gamma-Butyrolactone	/	ND		ND	
	Hydroxyde de potassium	/	ND		ND	
	Methoxy-3-propionitrile	/	ND		ND	
	Methylisobutylcétone	/	--		ND	
	Nitroéthane	/	ND		ND	
	N-méthylpyrrolidone	R1B	--		ND	
	p-cumènesulfonate de sodium	/	ND		ND	
	polyisocyanates aliphatiques	/	ND		ND	
	Pyrophosphate tétrapotassique	/	ND		ND	
	Terphényl hydrogenated	/	ND		ND	
	Tétraméthylammonium hydroxyde	/	ND		ND	
	Triéthylamine	/	+		ND	
	1,2,4-triméthylbenzène	/	-		ND	
Acide Butyrique	/	ND		ND		
Amines	/	ND		ND		
1-6-Bis (2.3-epoxypropoxy)hexane	/	ND		ND		

Tableau 35 : Toxicité des composés en phase particulaire potentiellement émis

Type d'agent	Substances	CMR ²⁹	Toxicité pour les effets à seuil*		Toxicité pour les effets sans seuil*		
			Inhalation	Ingestion	Inhalation	Ingestion	
Particulaire	PM	PM Totale	/	ND		ND	
		PM 2.5	/	ND		NA	
		PM 10	/	ND		NA	
	Éléments Traces	Aluminium (Al)	/	ND	-	ND	ND
		Arsenic (As)	C1A	++	+++	++	+++
		Antimoine (Sb)	C2	++	++	ND	ND

²⁹ CMR : Cancérogène, Mutagène, Reprotoxique : classification de l'UE (Union Européenne)

Type d'agent	Substances	CMR ²⁹	Toxicité pour les effets à seuil*		Toxicité pour les effets sans seuil*	
			Inhalation	Ingestion	Inhalation	Ingestion
Métalliques (ETM)	Cadmium (Cd)	C2/M2/R2	++	+++	ND	ND
	Chrome III (Cr III)	/	-	--	ND	ND
	Chrome VI (Cr VI)	C2	+++	+	+++	++
	Cobalt (Co)	C2	++	+	ND	ND
	Cuivre (Cu)	/	+	-	ND	ND
	Etain (Sn)	/	ND	ND	ND	ND
	Manganèse (Mn)	/	++	+	ND	ND
	Mercurure (Hg)	R1B	++	+++	ND	ND
	Nickel (Ni)	C2	+++	+	++	ND
		C1A/M2/R3				
	Plomb (Pb)	R1	ND	+	+	+
	Sélénium (Se)	/	-	++	ND	ND
	Vanadium (V)	/	++	++	ND	ND
	Thallium (Tl)	/	ND	ND	ND	ND
	Tellure (Te)	/	ND	ND	ND	ND
	Tungstène	/	ND	+++	ND	ND
	Zinc (Zn)	/	ND	-	ND	ND
	Zirconium	/	ND	ND	ND	ND
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	Anthracène	/	ND	-	--	-
	Benzo[a]anthracène	C2B	ND	ND	-	-
	Benzo[a]pyrène	C1B/M1B/R1B	+++	+++	++	+++
	Benzo[b]fluoranthène	/	ND	ND	+	++
	Benzo(k)fluoranthène	C1B	ND	ND	--	-
	Benzo[ghi]perylène	/	ND	+	-	-
	Dibenz(a,h)anthracène	C1B	ND	ND	+	++
	Fluoranthène	/	ND	+	--	-
Indeno-1,2,3-[cd]pyrene	C2B	ND	ND	-	+	
Autres	Black carbon	C2	ND	ND	ND	ND
	Dioxines et Furannes	2,3,7,8 TCDD	ND	+++	ND	ND
	PCB	1*	+	+++	+	++
	Silice cristalline	C1A	+	ND	ND	ND
	Pyrimiphos-méthyl	/	ND	++	ND	ND
	Tetraborate de disodium	R2	ND	-	ND	ND
	Zinèbe	/	ND	++	ND	ND

* Classification du CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer)

Légende :

* Toxicité Effets A Seuils	Inhalation			Ingestion		
	+++	++	+	+++	++	+
	VTR ³⁰ < 0,1	0,1 < VTR < 1	1 < VTR < 10	VTR < 0,001	0,001 < VTR < 0,01	0,01 < VTR < 0,1
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	mg/kg/j	mg/kg/j	mg/kg/j
	10 < VTR < 100	100 < VTR		0,1 < VTR < 1	1 < VTR	
	µg/m ³	µg/m ³		mg/kg/j	mg/kg/j	
	NA	Non Adéquat		ND	Non Disponible	

³⁰ VTR : Valeur Toxicologique de référence

* Toxicité Effets sans Seuil	Inhalation			Ingestion		
	+++	ERU ³¹ > 10-3	µg/m ³⁻¹	+++	ERU > 1	mg/kg/j-1
++	10-3 > ERU > 10-4	µg/m ³⁻¹	++	1 > ERU > 0.1	mg/kg/j-1	
+	10-4 > ERU > 10-5	µg/m ³⁻¹	+	0.1 > ERU > 0.01	mg/kg/j-1	
-	10-5 > ERU > 10-6	µg/m ³⁻¹	-	0.01 > ERU > 0.001	mg/kg/j-1	
--	10-6 > ERU	µg/m ³⁻¹	--	0.001 > ERU	mg/kg/j-1	
NA	Non Adéquat		ND	Non Disponible		

A l'issue de cette première recherche d'information toxicologique, il apparait un certain nombre de substances (54) ne disposant d'aucune VTR :

Tableau 36 : Synthèse des composés ne disposant pas de VTR

Substances		
1,3-Propanediol,2-ethyl-2-(hydroxyméthyl) -,polymer	Etain	NO ₂
2,2-bis[p-(2,3-epoxypropoxy)phényl]propane;étherdi glycidique du bisphénol A	Ethanol	NOx
2-méthoxy-1-propanol	Ether de méthyle et de nonafluorobutyle	p-cumènesulfonate de sodium
2-methylpropane-1-ol	Ether de méthyle et de nonafluoroisobutyle	PFC
2-propylheptanol ethoxylate	Ether monométhyle du propylène-glycol	PM totales
3-butoxy-2-propanol	ethylènediaminetétraacétate de tétrasodium	PM1
4-hydroxy-4-méthyl-2-pentanone	Ethylmercaptan	PM10
Acétate de 2-méthoxy-1-méthyléthyle	Fer	PM2.5
Acide Butyrique	gamma-Butyrolactone	polyisocyanates aliphatiques
Alcool benzylique	HFC	Pyrophosphate tétrapotassique
Amines	Hydroxyde de potassium	SF6
Black Carbon	Mercaptans	SO2
Butane-1-ol	Méthane	Sulfurool
Butane-2-ol	Methoxy-3-propionitrile	Tellure
CO	Méthylmercaptan	Terphényl hydrogenated
CO2	N2O	Tétraméthylammonium hydroxyde
COV totaux	NF3	Thallium
COVNM	Nitroéthane	Zirconium

Parmi ces composés, seuls le black carbon, le 2-méthoxypropanol et le Monoxyde de Carbone (CO) sont classés CMR. Il est à noter que le CO est un gaz caractéristique de la qualité de l'air intérieur et une fois émis en air extérieur, le CO s'oxyde très rapidement en CO₂. Il est par ailleurs à noter que ses effets sont principalement en lien avec une exposition de type aiguë.

³¹ ERU : Excès de Risque Unitaire

8.5 Choix des substances d'intérêt

Les substances d'intérêt peuvent être :

- **Des traceurs d'émission** : substances susceptibles de révéler une contribution de l'ensemble des installations retenues dans l'étude aux concentrations mesurées dans l'environnement, et éventuellement une dégradation des milieux attribuable à ces émissions. Ces traceurs sont considérés pour le diagnostic et l'analyse des milieux et lors de la surveillance environnementale.

Les substances spécifiques en lien avec les activités retenues sont privilégiées comme traceurs d'émissions, car l'interprétation des données est alors plus évidente.

- **Des traceurs de risque** : substances émises susceptibles de générer des effets sanitaires chez les personnes qui y sont exposées. Ces traceurs sont considérés pour l'évaluation quantitative des risques sanitaires.

Le choix des substances d'intérêt est basé sur :

- Les flux émis de la substance vers les milieux environnementaux (Cf. § 5.4);
- La vulnérabilité des populations (Cf. § 2.1.5) ;
- La vulnérabilité des milieux (Cf. § 7) ;
- La toxicité de la substance (Cf. §8.4) ;
- Le potentiel de cumul des expositions en lien avec plusieurs installations ;
- Le potentiel de transfert vers les milieux d'exposition liés aux usages constatés (Cf. §8.2).

8.5.1 Traceurs de risque

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 choisies. La philosophie de la démarche implique donc un choix de « traceurs du risque sanitaire » parmi la liste, la plus complète possible, des substances émises. La prise en compte de ces traceurs et non de la liste complète de substance permet toutefois de conclure quant à l'acceptabilité ou non des risques. On entend par polluants « traceurs de risque » les substances qui font l'objet d'une évaluation quantitative de l'exposition et du risque (INERIS, Guide méthodologique pour l'évaluation du risque sanitaire, 2003).

Les critères les plus importants sont :

- Les quantités émises à l'atmosphère,
- La toxicité des composés et notamment le caractère cancérigène.

Les autres critères à prendre en compte sont :

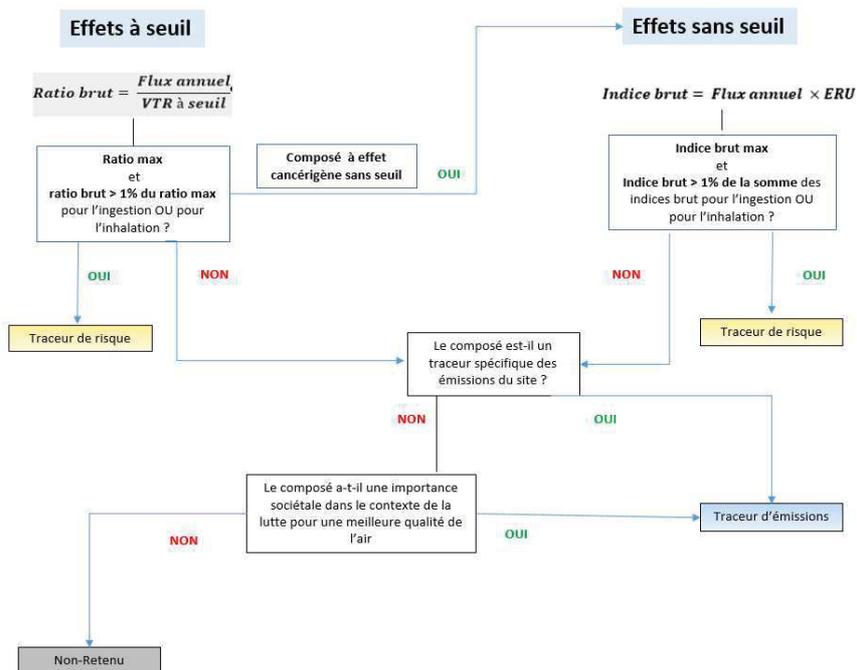
- L'existence de valeur VTR,
- L'existence de voies de contamination pertinentes,
- La spécificité du produit par rapport à l'activité du site.

Afin de déterminer parmi les substances, celles que nous considérons comme traceurs de risque, un choix de VTR est effectué en accord avec la note d'information N° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014.

Ensuite, le choix de « traceur du risque » est réalisé en comparant les substances entre elles. Pour cela, nous avons tenu compte à la fois des quantités émises (en flux annuel) et de la toxicité des composés.

Le schéma général de choix des traceurs est proposé ci-après :

Figure 99 : Logigramme pour le choix des substances d'intérêt sanitaire.



Les premiers choix réalisés ont concerné les composés CMR en raison de la sévérité des effets. Dans le cas des substances cancérigènes disposant d'une VTR sans seuil **ou Excès de Risque Unitaire (ERU)**, il est calculé un indice brut afin de prioriser les substances :

$$\text{Indice brut} = \text{Flux annuel} \times \text{ERU}$$

On retiendra alors, par voie d'exposition, toutes les substances dont **l'indice est > 1% de la somme des indices brut**

Cette étape aboutit à une liste de **priorité 1** de **13 substances**. Cette liste représente plus de 97% de l'indice brut global.

Ensuite, nous considérons dans la liste de **priorité 2**, l'ensemble des substances CMR indépendamment du calcul de l'indice brut. Cette liste considère **13 substances** supplémentaires.

Ensuite, pour les substances présentant des effets à seuil, il est calculé un « ratio brut » par voie d'exposition de la façon suivante :

$$\text{Ratio brut} = \frac{\text{Flux annuel}}{\text{VTR à seuil}}$$

Les indices résultants ne sont en aucun cas des indicateurs sanitaires, mais permettent d'estimer conjointement les quantités émises et la toxicité, et de hiérarchiser les traceurs de risque de façon indicative.

Il est d'habitude de retenir, par voie d'exposition, toutes les substances dont le ratio est > 1% du ratio max pour les substances *à seuil*, conformément aux indications du guide INERIS (Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – 2013) et aux pratiques en vigueur à l'heure actuelle en France.

Dans le cadre de l'exposition par ingestion, l'ingestion de sol superficiel est très souvent le « déterminant du risque ». La contamination des sols superficiels ne faisant pas intervenir de critère de transfert propre à chaque substance, la méthode des ratios peut également s'appliquer à cette voie d'exposition.

Cette liste représente les substances de **priorité 3**.

Dans le traitement des données pour la zone de la CARENE, la substance présentant le ratio maximum pour l'exposition par inhalation est l'acide cyanhydrique émis par un seul rejet du site TOTAL Donges, dont les émissions moyennes sur les 3 ans de données sont de plus de 60 tonnes, dépassant de très loin les autres substances.

Afin de considérer au mieux les différentes problématiques liées aux installations de la zone, L'indice 100 a été réaffecté à la substance suivante.

Pour la voie ingestion, les dioxines présentent le ratio maximum. De même, en retenant la méthodologie présentée précédemment, seules 3 substances seraient prises en compte : L'indice 100 a donc été réaffecté à la substance suivante dans le classement : le plomb.

Cette liste représente les substances de **priorité 4**.

A l'issue de ce choix, il apparaît que certaines substances ne sont émises que par 1 seul site. Il est donc considéré que la substance ne constitue pas une substance d'intérêt pour la zone d'étude (pas de zone de cumul envisageable). Si par ailleurs, ces substances ont fait l'objet d'une ERS par le site en question montrant l'absence d'impact ou si la substance est considérée dans le cadre d'un plan de surveillance, alors elle est considérée en **priorité 5**.

Ces différents choix aboutissent à une liste de 43 substances de priorités différentes reportées dans le tableau suivant :

Tableau 37 : Substances d'intérêt proposées selon leurs priorités

Substances
1,3-butadiène
Arsenic
Benzène
Benzo(a)Anthracène
Benzo(a)Pyrène
Benzo(k)Fluoranthène
Chrome VI
Cobalt
dibenzo(ah)anthracène
indéno(1,2,3-cd)pyrène
Naphtalène
Nickel
Plomb
Acétaldéhyde
Antimoine
Cadmium
Dioxines/furanes
Dioxyde de titane
Formaldéhyde
Mercure
N-méthylpyrrolidone
PCB
Phénol
Silice cristalline
Tetraborate de disodium
Toluène
Diisocyanate d'hexaméthylène
H ₂ S
Xylènes
1-méthoxy-2-propanol
1.2.3 trimethylbenzene
Aliphatiques C8-C16
Cuivre
Fluoranthène
Hexane
Manganèse
NH ₃
Sélénium

Substances
Tungstène
Vanadium
Zinc
1,2-dichloroéthylène
Acide cyanhydrique

Avec priorité :

1
2
3
4
5

Cette liste pourra être amenée à évoluer au fur et à mesure de l'avancée de l'étude en fonction notamment des résultats des modélisations atmosphériques réalisées dans le cadre de la phase 2.

8.5.2 Traceurs d'émission

De plus, lorsqu'un composé considéré présente un potentiel toxique avéré mais pour lequel on ne dispose pas de valeur toxicologique de référence, ce dernier peut toutefois être conservé dans la mesure où il existe des objectifs de qualité de l'air. Ceci est notamment valable pour les particules (PM10 et PM2.5).

Les oxydes d'azote (NOx) et le dioxyde de soufre (SO₂) disposent également d'objectif de qualité de l'air et de valeur guide et puisque qu'ils sont, à l'instar des PM, importants pour l'amélioration de la qualité de l'air dans la région, ces deux composés sont rajoutés à la liste des traceurs.

Tableau 38 : Synthèse des substances « traceur d'activité »

Substance	
PM10	NOx
PM2.5	SO ₂

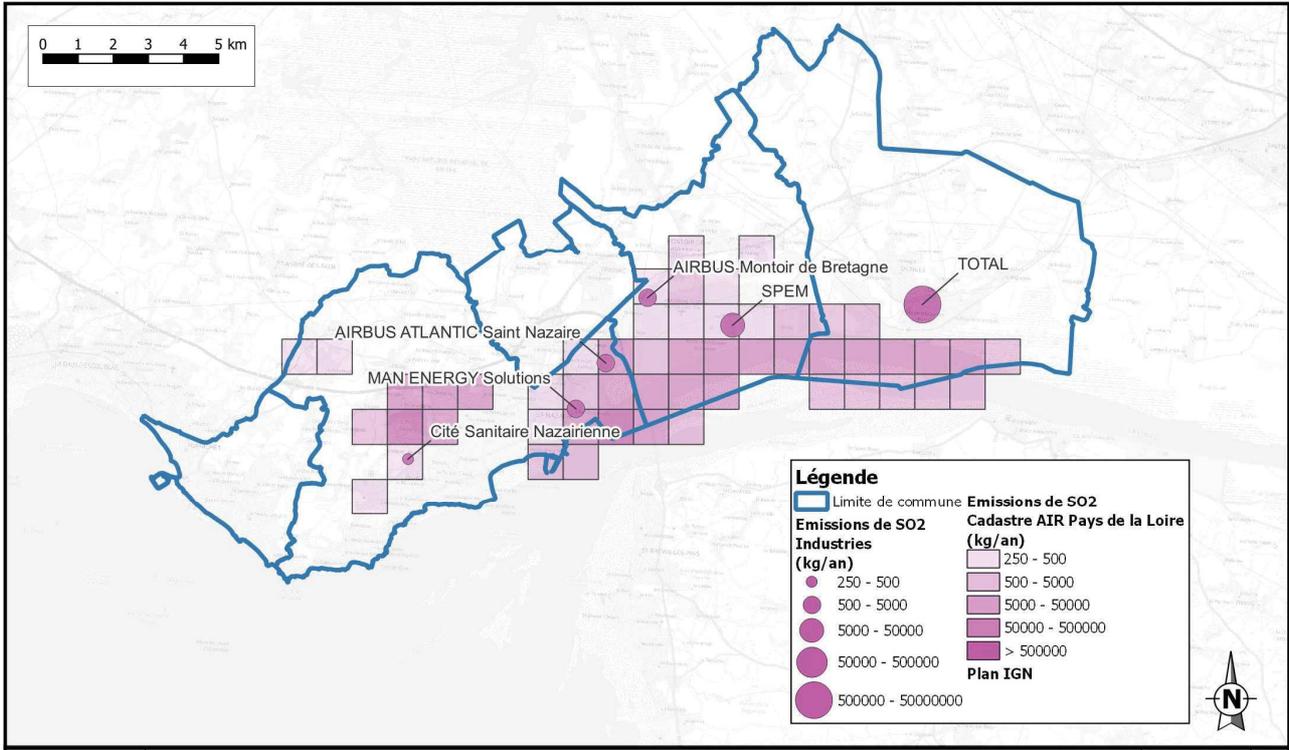
Selon le PPA, les oxydes d'azote et les particules fines sont les deux polluants nécessitant une vigilance particulière.

L'inventaire des émissions établi pour 2018 indique que les déplacements en véhicules motorisés, l'industrie et certaines activités agricoles sont les principales sources émettrices d'oxydes d'azote et de particules. Les actions du PPA sont ciblées sur ces deux polluants et visent ces différents secteurs.

Par ailleurs, la réduction des lignes directrices en 2021 pour ces deux composés justifie de les conserver comme traceurs d'émissions dans la présente étude de zone.

Le SO₂ est conservé dans la présente étude car il constitue le traceur principal des émissions industrielles. En outre, il est utilisé dans la phase de modélisation pour réaliser une partie de la phase de calage du modèle de dispersion atmosphérique. A titre d'exemple, la carte des émissions de SO₂ est présentée ci-après :

Figure 100 : Cartographie des émissions de SO₂



8.6 Synthèse du schéma conceptuel

Tableau 39 : Synthèse du schéma conceptuel pour les composés rejetés à l'atmosphère

Sources = Rejets atmosphériques		Vecteur ou voie de transfert possible			
		Dispersion atmosphérique	Dépôt au sol	Passage via la chaîne alimentaire : végétaux	Passage via la chaîne alimentaire : produits animaux
Gazeux		OUI : Composé gazeux	NON : Composés restant à l'état gazeux	NON Composés restant à l'état gazeux	NON Composés restant à l'état gazeux
Particulaires	PM	OUI : Pour les substances atmosphériques particulaires, l'exposition par inhalation est considérée lorsque les particules sont « inhalables », c'est-à-dire que le diamètre des substances particulaires est inférieur à 10 µm et inférieur ou égale à 2.5 µm dans le cadre de la présente étude	NON considérés les particules « sans effet spécifique » ne présentent pas d'effet toxique par ingestion.	NON Pas de transfert possible	NON Pas de transfert possible
	ETM		OUI : pris à 100 % sous forme particulaire, ils vont se déposer au sol sous forme de dépôts secs et dépôts humides.	OUI : Les ETM sont des composés hydrophiles capables de passer dans les végétaux par la voie racinaire.	NON : Composés peu ou pas lipophiles
	HAP			OUI : Bioaccumulation dans les végétaux reste néanmoins mal connue.	NON : Composés peu lipophiles
	DIOXINES	OUI : Pour les polluants atmosphériques particulaires, l'exposition par inhalation est considérée lorsque les particules sont « inhalables », c'est-à-dire que le diamètre des polluants particulaires est inférieur à 10 µm	OUI : pris à 100 % sous forme particulaire, ils vont se déposer au sol sous forme de dépôts secs et dépôts humides.	NON : Les Dioxines sont des composés lipophiles qui ne sont pas capables de passer dans les végétaux par la voie racinaire.	OUI : Les dioxines sont des molécules lipophiles et par conséquent vont se bio accumuler dans les tissus riches en graisse.
Enjeux à protéger		Entreprise et habitations à moins de 500 m Travailleurs et Riverains	Présence d'espaces verts au droit de certaines écoles Aires de jeux et terrains de sport Riverains et écoliers	Présence de potagers dans le périmètre d'étude Riverains consommateurs des végétaux produits dans les potagers.	Présence de zone d'élevage dans le périmètre d'étude Consommateurs de viande, lait, œuf

Tableau 40 : Synthèse du schéma conceptuel pour les composés présents dans le milieu aqueux

Voie de transfert	Vecteur ou voie de transfert possible			
	Eaux de distribution	Activité de plaisance	Passage via la chaîne alimentaire : pêche	Passage via la chaîne alimentaire : végétaux
Usage des eaux	Aucun captage AEP sur la zone d'étude	Activités de plaisance Riverain plaisancier	Activités de pêche Riverain consommateur de poisson, de coquillages	Présence de cultures et de puits privé Riverains consommateurs des végétaux produits dans les potagers.
Voies d'exposition possibles	-	Eaux de baignade sur la zone d'étude sont jugées de bonne qualité	Bonne qualité des eaux de surface Ecotoxicité des sédiments, faible à négligeable	La majorité des puits n'ont pas d'usage Peu de puits sont susceptibles d'être impactés par une éventuelle pollution provenant de cette zone. Pas de pollution notable des eaux souterraines
Enjeux à protéger retenu	Non	Non	Non	Non

9. Perspectives

Cette phase 1 a permis de collecter l'ensemble des données disponibles et pertinentes pour réaliser un état des lieux sur les sources de pollution, les milieux, les usages et les populations dans la zone d'étude.

Plus précisément, il a été :

- dressé un inventaire qualitatif et quantitatif des substances émises et présentes sur le secteur d'étude suivi d'une hiérarchisation des substances d'intérêt sanitaire, en fonction du contexte environnemental (type de population, présence de culture et d'élevage, etc) et de leurs effets sanitaires (voie d'exposition et toxicité) ;
- caractérisé l'état des milieux sur la base des premières mesures disponibles identifiées ;
- établi le schéma conceptuel d'exposition à partir d'une liste hiérarchisée de traceurs de risque, permettant de préciser les liens entre les sources de pollution, les différents milieux, les voies de transfert et les populations exposées.

Ce schéma conceptuel a ainsi permis de cibler milieux et polluants d'intérêt pour la suite de l'étude.

La 2ème phase aura pour objectif de localiser et hiérarchiser les secteurs impactés par ces polluants via la modélisation des émissions atmosphériques recensées. Le croisement de ces zones d'impact et des usages des milieux conduiront à l'élaboration d'une stratégie de mesures environnementales venant compléter les éventuels manquements des mesures existantes.