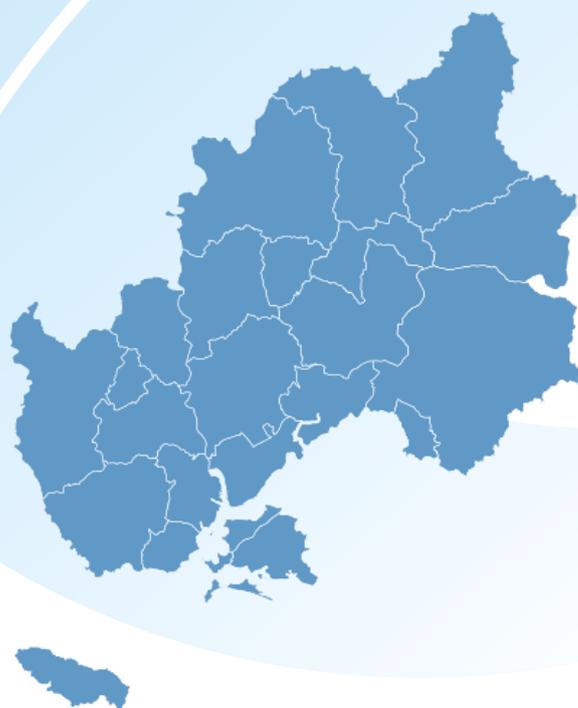




## Evaluation de la qualité de l'air

**Modélisation et évaluation de la pollution  
atmosphérique à Lorient Agglomération**

*Version finale, de Mai 2022*





# Evaluation de la qualité de l'air

## Modélisation et évaluation de la pollution atmosphérique à Lorient Agglomération

## Étude réalisée par Air Breizh

Air Breizh est l'organisme agréé de surveillance de la qualité de l'air dans la région Bretagne, au titre de l'article L221-3 du Code de l'environnement, précisé par l'arrêté du 17 juillet 2019 pris par le Ministère de l'Environnement portant renouvellement de l'agrément de l'association.

À ce titre et compte tenu de ses statuts, Air Breizh est garant de la transparence de l'information sur les résultats et les rapports d'études produits selon les règles suivantes :

Air Breizh réserve un droit d'accès au public à l'ensemble des résultats et rapports d'études selon plusieurs modalités : document papier, mise en ligne sur son site internet [www.airbreizh.asso.fr/publications/](http://www.airbreizh.asso.fr/publications/), résumé dans ses publications.

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'Air Breizh. Toute utilisation de ce rapport et/ou de ces données doit faire référence à Air Breizh dans les termes suivants : © Air Breizh (2021) Modélisation et évaluation de la pollution atmosphérique à Lorient Agglomération, Modélisation urbaine.

## Organisation interne – contrôle qualité

Rédaction	Relecture	Validation	Version/Date
Nicolas Moreau (Ingénieur Modélisation/SIG)	Simon Leray (Chef de projet Modélisation/SIG)  Olivier Le Bihan (Responsable service études)	Gaël Lefeuvre (Directeur)	Version finale - Mai 2022

### Glossaire

#### Unités de mesure

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Microgramme ( $10^{-6}$ g) par mètre cube (d'air)
kg/km	Kilogramme ( $10^3$ g) par kilomètre

#### Polluants

NO	Monoxyde d'azote
NO <sub>2</sub>	Dioxyde d'azote
NO <sub>x</sub> (NO + NO <sub>2</sub> )	Oxydes d'azote
O <sub>3</sub>	Ozone
PM10	Particules fines de diamètre inférieur à 10 microns ( $\mu\text{m}$ )
PM2.5	Particules fines de diamètre inférieur à 2.5 microns ( $\mu\text{m}$ )

#### Abréviations

AASQA	Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air
CA	Communauté d'Agglomération
CITEPA	Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique
CLC	Corine Land Cover
DGEC	Direction Générale de l'Energie et du Climat du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
ECL	Ecole Centrale de Lyon
GSP	Grande Source Ponctuelle
ICPE	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
IGN	Institut National de l'information Géographique et forestière
ISEA	Inventaire Spatialisé des Emissions Atmosphériques
LCSQA	Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air
LMFA	Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique
MTES	Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire
OMS	Organisation Mondiale pour la Santé
ORSB	Observatoire Régional de Santé Bretagne
PDU	Plan de Déplacement Urbain
PLUi	Plan Local d'Urbanisme intercommunal
PPA	Plan de Protection de l'Atmosphère
PRSE	Plan Régional Santé Environnement
SIG	Système d'Information Géographique
TMJA	Trafic Moyen Journalier Annuel
ZAG	Zone à risques – Agglomération
ZAR	Zones À Risques – hors agglomération
ZR	Zone Régionale

### Sommaire

<b>I. INTRODUCTION</b>	<b>6</b>
I. 1. LES ENJEUX DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE	6
I. 2. LE CONTEXTE DE L'ETUDE	7
I. 3. LE PLAN DE SURVEILLANCE D'AIR BREIZH A 2021 VIA LA MODELISATION	7
I. 4. DEROULEMENT DE L'ETUDE	8
I. 5. LA CARTE STRATEGIQUE AIR	8
<b>II. LA NOTION DE ZONAGE REGLEMENTAIRE</b>	<b>9</b>
<b>III. LES EMISSIONS DU TERRITOIRE DE LORIENT AGGLOMERATION</b>	<b>12</b>
III. 1. TRANSPORTS (TRANSPORTS ROUTIER, FERROVIAIRE, AERIEN, MARITIME)	12
III. 2. RESIDENTIEL ET TERTIAIRE	12
III. 3. AGRICULTURE	12
III. 4. L'INDUSTRIE	13
<b>IV. REPERES REGLEMENTAIRES</b>	<b>15</b>
IV. 1. REGLEMENTATION EN VIGUEUR	15
IV. 2. PROCEDURE D'ALERTE	15
IV. 3. VALEURS GUIDES DE L'ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE (OMS)	15
<b>V. METHODOLOGIE DE CONSTRUCTION D'UN MODELE URBAIN</b>	<b>17</b>
V. 1. CONTRAINTES LIEES A LA MODELISATION « HAUTE RESOLUTION »	18
V. 2. CONSTITUTION D'UN RESEAU DE RUES INTERCONNECTEES	18
V. 3. CARACTERISATION DES RUES AVEC L'OUTIL URBAN TRAFFIC	20
V. 4. CALCUL DES EMISSIONS LIEES AU TRAFIC AUTOMOBILE	22
V. 5. MODULATION DU TRAFIC ROUTIER	24
V. 6. CADASTRAGE DES EMISSIONS MARITIMES ISSUES DE L'INVENTAIRE DES EMISSIONS	25
V. 7. CADASTRAGE DES EMISSIONS HORS ROUTIER ET MARITIME (ISSUES DE L'INVENTAIRE DES EMISSIONS)	28
V. 8. DETERMINATION DES CONDITIONS METEOROLOGIQUES	30
V. 9. DETERMINATION DE LA POLLUTION DE FOND	32
V. 10. GRILLE ET POINTS RECEPTEURS DE CALCUL	34
<b>VI. VALIDATION DU MODELE : COMPARAISON DU MODELE AVEC LES MESURES DE TERRAIN</b>	<b>35</b>
VI. 1. DISPOSITIF DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR DE LORIENT AGGLOMERATION	35
VI. 2. VALIDATION DE LA MODELISATION	36
VI. 3. LIMITES DE L'EVALUATION DE LA MODELISATION	38
VI. 4. PERSPECTIVES	38
<b>VII. EXPOSITION DES HABITANTS A LA POLLUTION DE L'AIR</b>	<b>39</b>
VII. 1. METHODOLOGIE D'EVALUATION DE L'EXPOSITION A LA POLLUTION DE L'AIR	39
VII. 2. LE DIOXYDE D'AZOTE NO <sub>2</sub> : MOYENNE ANNUELLE 2019	41
VII. 3. LES PARTICULES FINES PM10 : MOYENNE ANNUELLE 2019	52
VII. 4. LES PARTICULES FINES PM2.5 : MOYENNE ANNUELLE 2019	63
<b>CONCLUSION</b>	<b>73</b>
<b>LISTE DES SOURCES DE DONNEES</b>	<b>80</b>
<b>VIII. ANNEXES</b>	<b>81</b>

## I. Introduction

### I. 1. Les enjeux de la pollution atmosphérique

La pollution de l'air est un enjeu aux multiples facettes. C'est d'abord un enjeu en matière de santé publique. En effet, **48 000 décès prématurés** sont dus à la pollution de l'air en **2016**, dont **2 000 en Bretagne** (Pascal M, 2016<sup>1</sup>).

Ce risque sanitaire n'est pas seulement lié aux épisodes de pollution mais également à l'exposition chronique des populations que ce soit en zone urbaine ou rurale. Ces effets chroniques sont nombreux : **augmentation du risque respiratoire et cardiovasculaire, effets sur la reproduction et sur le développement de l'enfant, perturbations endocriniennes et neurologiques.**

**C'est également un enjeu économique.** Chaque année, les coûts socio-économiques sont estimés à **145 milliards** d'euros (Santé Publique France<sup>2</sup>), et ce seulement en ne prenant en compte que la pollution aux particules fines.

Améliorer la qualité de l'air, c'est ainsi contribuer à une amélioration de la qualité de vie et de la santé des citoyens. Les scandales tels que le « Dieselgate » ont amplifié la demande citoyenne pour une information transparente sur la qualité de l'air.

**Ces risques sanitaires de la pollution de l'air ont naturellement contraint à la création de réglementations visant à limiter l'exposition de la population.** En France, la réglementation européenne, inscrite dans le code de l'environnement, **est appliquée. En complément**, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) **émet des recommandations (non contraignantes) visant à limiter les effets sanitaires de la pollution. La réglementation Européenne tend cependant à converger vers ces recommandations.**

---

<sup>1</sup> M. Pascal, "The mortality impacts of fine particles in France," *The Science of the total environment*, no. 571, pp. 416–425, 2016.

<sup>2</sup> Santé Publique "Coût socio-économique de la pollution aux particules fines," *Santé-publique*, 2017. <https://www.santepubliquefrance.fr/presse/2017/respecter-les-valeurs-guides-de-l-oms-en-matiere-de-pollution-atmospherique-reduirait-le-cout-societal-de-53-milliards-d-euros>

#### I. 2. Le contexte de l'étude

En charge de la surveillance de la qualité de l'air en Bretagne, Air Breizh dispose de stations fixes de mesure implantées sur l'ensemble de la région afin de suivre en continu l'évolution des polluants réglementés.

En complément, **Air Breizh a pris l'initiative d'évaluer l'exposition des populations à la pollution de l'air dans les principaux centres urbains bretons. Cette évaluation est possible grâce aux outils dont dispose l'observatoire pour surveiller la qualité de l'air :**

- **Un réseau de mesure composé de stations fixes mesurant les concentrations de polluants réglementés et émergents dans des lieux représentatifs de différents types d'exposition (proximité automobile, rurale, industrielle...), complétées de stations mobiles.**
- **Un inventaire des sources d'émissions détaillé par "Selected Nomenclature for sources of Air Pollution" (SNAP) et par commune.**
- **Des outils de modélisation permettant, à partir de l'inventaire des émissions, des mesures et des conditions météorologiques, de scénariser la répartition des polluants sur le territoire.**

La modélisation permet d'effectuer en tout point du territoire un diagnostic de la qualité de l'air respiré par les citoyens. Cette évaluation répond aux questions suivantes :

- **Comment se dispersent les émissions de polluants sur mon territoire ?**
- **Quelles sont les zones d'impact maximal de pollution ?**
- **Quel est l'impact des principales sources de pollution sur la qualité de l'air ?**

#### I. 3. Le plan de surveillance 2017 - 2021 d'Air Breizh pour la modélisation

La modélisation de la qualité de l'air dite à « haute résolution » sera réalisée pour les agglomérations bretonnes de plus de 100 000 habitants d'ici 2021. Le terme « haute résolution » signifie que les résultats de la modélisation sont projetés sur une grille fine. Ici, la taille d'une maille est de 10m.

**Les évaluations sont effectuées pour a minima trois polluants réglementés, qui sont également des indicateurs de la pollution atmosphérique à laquelle les habitants sont exposés en milieu urbain et péri-urbain : le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), les particules fines (PM10 et PM2.5).**

**Les centres urbains, soumis à de nombreuses sources de pollution intenses telles que le trafic automobile et le chauffage résidentiel et tertiaire sont des zones dites « sensibles ». Une attention particulière est ainsi déployée sur les principaux territoires qui regroupent au total environ 1 300 000 habitants, soit 40 % de la population bretonne<sup>3</sup> :**

- Rennes Métropole ;
- Brest Métropole ;
- Communauté d'Agglomération (CA) de Lorient – Lorient Agglomération ;
- CA du Golfe du Morbihan – Vannes Agglomération ;
- CA de la Baie d'Armor – Saint-Brieuc Agglomération ;
- CA de Quimper Bretagne Occidentale ;
- CA du Pays de Saint-Malo – Saint-Malo Agglomération.

---

<sup>3</sup> INSEE 2016

#### I. 4. Déroulement de l'étude

Le processus d'évaluation de l'exposition des habitants de l'agglomération comprend quatre grandes étapes :

- La constitution d'une base de données nécessaire à la modélisation, accompagnée de l'analyse des données d'émission, météorologiques et de pollution de fond ;
- L'application et la validation du modèle sur l'agglomération via une comparaison des résultats de la modélisation avec les données mesurées sur le terrain (issues du parc technique d'Air Breizh et des études de qualité de l'air déployées sur le territoire) ;
- L'exploitation des résultats modélisés via la production de cartographies de dispersion et d'exposition annuelles de l'agglomération, basées sur les valeurs limites européennes réglementaires en vigueur et les valeurs recommandées par l'OMS ;
- L'Evaluation de la pollution atmosphérique sur la population via les productions cartographiques.

La modélisation produite a été calculée sur l'année 2019 (période 1<sup>er</sup> janvier 2019 au 31 décembre 2019).

#### I. 5. La Carte Stratégique Air

L'objectif final du diagnostic de la qualité de l'air via la modélisation urbaine est la création d'une synthèse de l'ensemble des résultats modélisés et l'évaluation de l'exposition des populations qui en découle, nommée « Carte Stratégique Air » (CSA).

**La « Carte Stratégique Air » est un outil d'aide à la décision. Elle doit être produite sur une période de trois à cinq ans et peut être utilisée dans des plans et programmes tels que les Plans de Déplacements Urbains (PDU) et les Plans Locaux d'Urbanisme intercommunaux (PLUi).**

La période d'étude n'étant que d'un an, les cartes CSA ne sont pas produites dans ce rapport.

## II. La notion de zonage réglementaire

Afin de répondre aux exigences européennes, la France est découpée en **Zones Administratives de Surveillance (ZAS)**. Ce zonage est indispensable pour déclarer les données de mesure auprès de la Commission européenne pour les polluants réglementés. Ces zones sont délimitées en tenant compte des niveaux de polluants, des densités de populations exposées, des sources d'émissions, des conditions météorologiques qui prévalent dans ces zones et de l'impact de leur création sur le coût du dispositif national de surveillance.

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2017, de nouvelles **ZAS** ont été mises en place, classées en trois catégories<sup>4</sup> :

- Les « **Zones à risques - AGglomération** » (**ZAG**) qui comportent une agglomération de plus de 250 000 habitants, telle que définie par l'arrêté prévu à l'article L. 222-4 du code de l'environnement ;
- Les « **Zones À Risques – hors agglomération** » (**ZAR**) qui ne répondent pas aux critères des ZAG et dans lesquelles les normes de qualité de l'air mentionnées à l'article R. 221-1 du code de l'environnement ne sont pas respectées ou risquent de ne pas l'être ;
- La « **Zone Régionale** » (**ZR**) qui s'étend sur le reste du territoire de la région, comprenant plusieurs agglomérations de plus de 100 000 habitants.

Ces zones administratives de surveillance, illustrées via la Figure 1 et le Tableau 1, déterminent le dispositif opérationnel de mesure de l'air ambiant à mettre en œuvre sur la région Bretagne. La modélisation de la qualité de l'air, alimentée par l'inventaire régional des émissions, permet en complément d'évaluer la pollution atmosphérique en tout point du territoire

### Périmètre de l'étude

**La zone d'étude est la CA de Lorient**, composée de 25 communes. Cette dernière est représentée sur la Figure 2. **Avec ses 201 024 habitants, elle représente 6% de la population régionale** et est la **troisième agglomération de Bretagne** (Tableau 2).

Ses deux communes principales sont **Lorient** et **Lanester** avec respectivement **58 543** (29% de la population de l'agglomération) et **23 498** (12%) habitants.

La zone d'étude est influencée par le tourisme, apportant un afflux de véhicules pendant la période estivale (cf : V. 5 Modulation du trafic routier) ainsi que par une activité maritime importante au travers du port de Lorient–Keroman, **premier port de pêche français en valeur** (c'est-à-dire la valeur des ventes sous criée).

---

<sup>4</sup> Arrêté du 26 décembre 2016 relatif au découpage des régions en zones administratives de surveillance de l'air ambiant

## Evaluation de la qualité de l'air

### Modélisation et évaluation de la pollution atmosphérique à Lorient Agglomération

ZAS	Population et superficie			
	Superficie (km <sup>2</sup> ) (INSEE)	% Superficie / Superficie régionale	Population (INSEE 2016)	% Population / Population régionale
ZR – Bretagne	24 842	91 %	2 438 932	75 %
ZAG – Rennes Métropole	705	3 %	426 502	13 %
ZAR – Pays de Brest	1 661	6 %	393 273	12 %

Tableau 1 : Zones administratives de surveillance (superficie et population)

Centres urbains bretons	Population et superficie			
	Superficie (km <sup>2</sup> ) (INSEE)	% Superficie / Superficie régionale	Population (INSEE 2016)	% Population / Population régionale
ZAG – Rennes Métropole	705	3 %	426 502	13 %
ZAR – Pays de Brest	1 661	6 %	393 273	12 %
CA Lorient Agglomération	739	3 %	201 024	8 %
CA du Golfe du Morbihan	807	3 %	163 178	7 %
CA Saint-Brieuc Agglomération Baie d'Armor	601	2 %	151 246	5 %
CA de Quimper Bretagne Occidentale	479	2 %	98 682	4 %
CA du Pays de Saint Malo	246	1 %	80 229	3 %
<b>Total des centres urbains</b>	<b>3 795</b>	<b>14 %</b>	<b>1 292 707</b>	<b>41 %</b>

Tableau 2 : Principaux centres urbains de la région Bretagne (superficie et population)

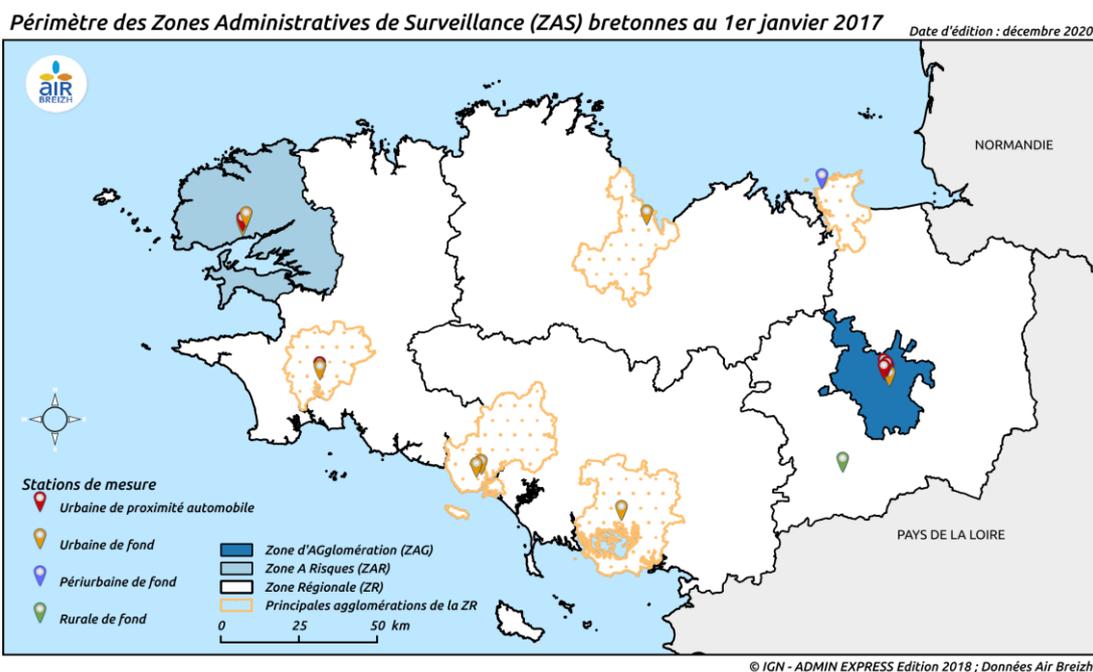
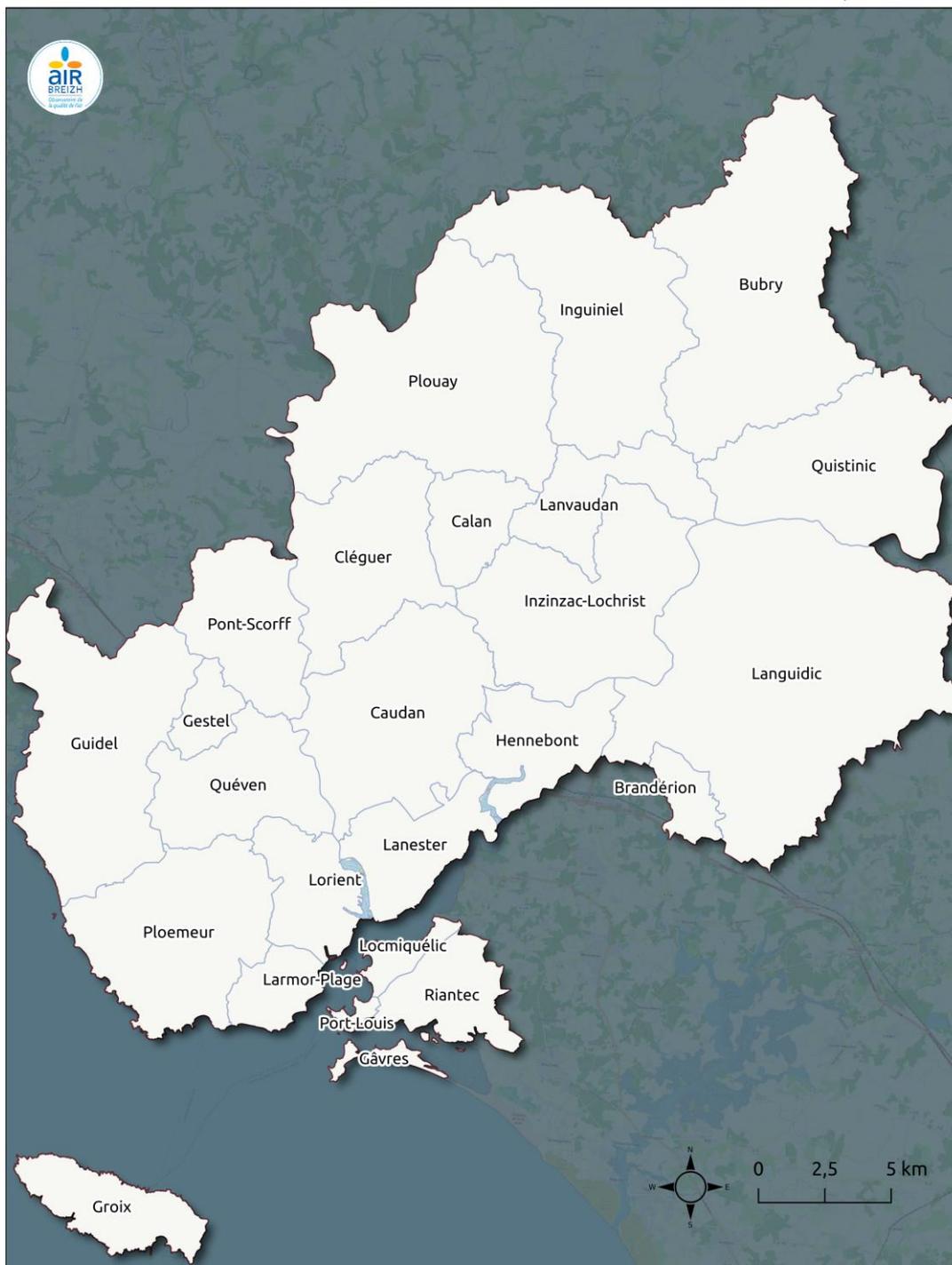


Figure 1 : Découpage administratif des zones de surveillance bretonnes

Lorient agglomération

Date d'édition: septembre 2021



@IGN - BD Topo Edition 2020 (V3.0); Données Air Breizh

Figure 2 : Communes de Lorient agglomération

### III. Les émissions du territoire de Lorient agglomération

Les émissions utilisées dans cette étude proviennent de l'Inventaire régional Spatialisé des Emissions Atmosphériques (ISEA) d'Air Breizh version 4, pour l'année de référence 2018, la plus récente disponible.

#### Répartition des émissions du territoire

Les émissions de polluants de l'agglomération de Lorient, illustrées sur la Figure 3, proviennent majoritairement du transport et du secteur résidentiel/tertiaire :

- **Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)** : 73% des émissions d'oxydes d'azote sont issues du transport (routier 60% et autre transport 13%) ;
- **Particules fines (PM10 et PM2.5)** : Les sources d'émissions de particules sont principalement issues du chauffage résidentiel (37% et 55%) et du transport routier (18% et 17%). Le secteur industriel vient en 3<sup>ème</sup> place (18% et 16%).

À l'échelle régionale, la contribution des transports dans les émissions de NO<sub>x</sub> (56%) et de particules fines (PM10 (12%) et PM2.5 (15%)) est plus faible en raison d'un réseau routier moins dense.

#### III. 1. Transports (transports routier, ferroviaire, aérien, maritime)

Le secteur des transports est le secteur majoritaire dans les émissions de NO<sub>x</sub> de Lorient agglomération.

- Les émissions de NO<sub>x</sub> issues des transports sont à **82% liées au transport routier**. La majorité de ces émissions sont liés à la combustion d'hydrocarbures ;
- Les émissions de PM10 issues des transports sont à **90% liées au transport routier**. Elles sont issues d'une part de la combustion de carburant (**65%**) et d'autre part de l'abrasion des pneus, des freins, des routes et de la remise en suspension liée à la circulation automobile (**35%**).

#### III. 2. Résidentiel et tertiaire

La consommation énergétique du secteur **résidentiel/tertiaire** (chauffage, production d'eau chaude sanitaire et cuisson) est la principale source de PM2.5 et de PM10 de Lorient agglomération :

- **Les PM10 émises par le secteur résidentiel/tertiaire sont essentiellement constituées de PM2.5 (98% des PM10 émises sont des PM2.5) ;**
- **Le tertiaire contribue peu aux émissions de PM2.5 puisque 99% des PM2.5 du secteur résidentiel/tertiaire sont issues du seul secteur résidentiel ;**
- Le chauffage est le premier contributeur des émissions de PM2.5 du secteur résidentiel. Notons que la combustion du bois est le principal émetteur de particules (**95%** des PM2.5 du secteur résidentiel sont issues du chauffage au bois).

À l'échelle régionale, la part du secteur résidentiel et tertiaire est plus importante pour les PM2.5.

#### III. 3. Agriculture

L'agriculture représente 25% des émissions de PM10 et 8% des émissions de PM2.5 de Lorient agglomération :

- L'élevage représente **51%** des émissions de PM10 du secteur agricole, les cultures **46%** et la combustion dans les bâtiments et les engins **3%** ;
- L'élevage représente **45%** des émissions de PM2.5 du secteur agricole, les cultures **43%** et la combustion dans les bâtiments et les engins **12%**.

À l'échelle régionale, l'activité agricole est plus présente et a donc une contribution plus forte dans les émissions.

### III. 4. L'industrie

Le secteur industriel est un contributeur important dans les émissions de particules fines de Lorient agglomération (**18%**), notamment à travers les activités manufacturières qui représentent la quasi-totalité des émissions de PM10 (**78%**) et PM2.5 (**64%**) de ce secteur.

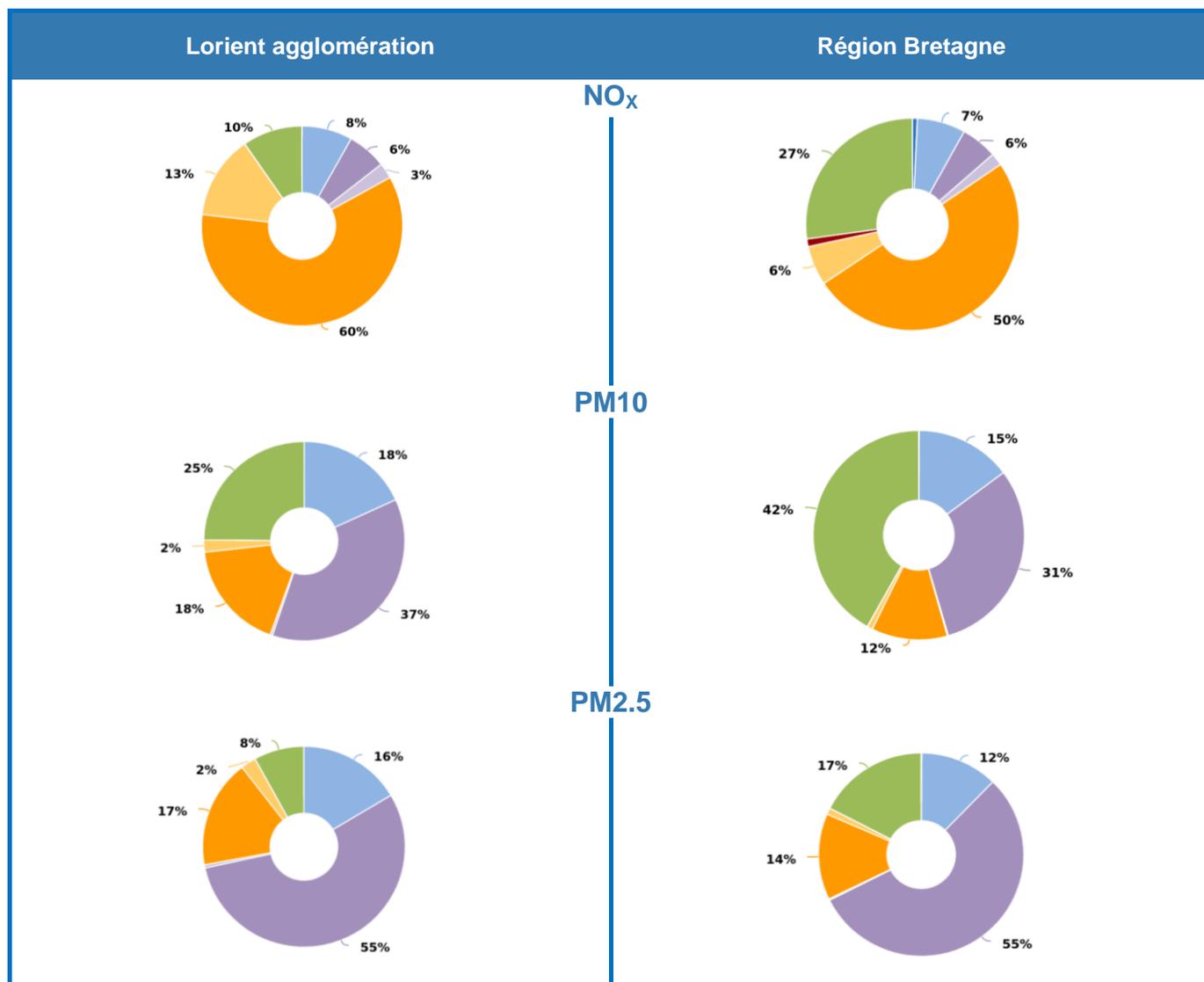


Figure 3 : Répartition des émissions de NO<sub>x</sub>, PM10 et PM2.5 en 2018 (ISEA v4)

- Industrie branche énergie
- Industrie hors énergie
- Résidentiel
- Tertiaire
- Transport routier
- Autres Transports
- Déchets
- Agriculture

#### Le transport maritime

Le secteur des autres transports, représenté Figure 4, est divisé en trois sous-secteurs : le trafic ferroviaire, le trafic maritime et le trafic aérien.

Le secteur maritime incluant le transport de voyageurs, le transport de marchandises et la pêche commerciale, représente une contribution importante des émissions issues du secteur des autres transports injectées dans la modélisation, avec 96 % des émissions de NO<sub>x</sub>, 55 % des émissions de PM10 et 73% des émissions de PM2.5 (ISEAv4).

**Les émissions maritimes émises dans la baie de Lorient seront donc spatialisées avec une attention particulière.**

**Attention particulière :** Les émissions militaires dues à l'arsenal militaire présent dans l'agglomération ne sont pas prises en compte dans le modèle car indisponibles.

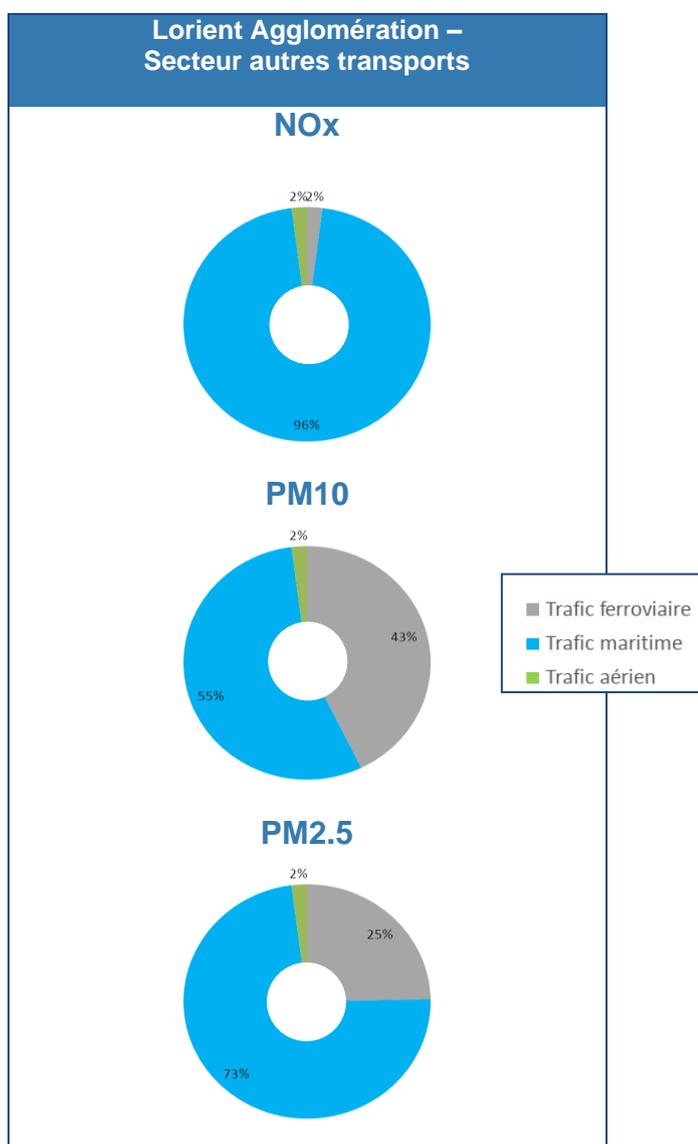


Figure 4 : Répartition des émissions du secteur autres transports pour l'agglomération de Lorient

## IV. Repères réglementaires

Au cours de cette étude, les niveaux de concentrations en polluants dans l'air sont comparés aux valeurs réglementaires européennes ainsi qu'aux valeurs guides OMS par le biais de cartographies. Les valeurs de référence pour les polluants mesurés sont synthétisées dans le Tableau 3.

Afin de comprendre, des éléments de contexte sont nécessaires :

### IV. 1. Réglementation en vigueur

À l'heure actuelle, les teneurs dans l'atmosphère de certains polluants sont réglementées au niveau européen<sup>5</sup> dans des directives puis déclinées en droit français par des décrets ou des arrêtés.

- **Valeur limite** : un niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser ; fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble ;
- **Valeur cible** : un niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble ;
- **Objectif de qualité** : un niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

### IV. 2. Procédure d'alerte

La procédure d'alerte à la pollution atmosphérique a pour but d'informer les autorités, les collectivités locales et la population via les médias afin de limiter les épisodes de pollution. Des mesures tendant à limiter les émissions polluantes peuvent être prises dans le but de réduire l'ampleur des pics de pollution.

- **Seuil d'Information et de Recommandations (IR)** : un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions.
- **Seuil d'alerte** : un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population et/ou de dégradation de l'environnement, justifiant la prise de mesures d'urgence par les services de l'Etat.

### IV. 3. Valeurs guides de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a publié en 2005 des valeurs recommandées de polluants dans l'air ambiant : il s'agit des niveaux d'exposition en-dessous desquels il n'a pas été observé d'effets nuisibles sur notre santé ou sur les végétaux. Ces valeurs correspondant à une qualité « idéale » de l'air ambiant sont données dans ce rapport à titre de comparaison avec les valeurs repères. Une mise à jour de ces valeurs a également été émise en 2021.

---

<sup>5</sup> Directive 2008/05/CE, <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000018984836/>

## Evaluation de la qualité de l'air

### Modélisation et évaluation de la pollution atmosphérique à Lorient Agglomération

Polluants	Valeurs réglementaires en air extérieur en vigueur Code de l'Environnement R221-1 à R228-1			Seuils des procédures d'alerte en air extérieur en vigueur Procédures préfectorales		Valeurs guides OMS (2005)	Valeurs guides OMS (2021)
	Valeurs limites	Valeurs cibles	Objectifs de qualité	Seuil IR	Seuil Alerte		
Dioxyde d'azote <b>NO<sub>2</sub></b>	<p><b>40 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle</p> <p><b>200 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de <b>18 heures/an</b></p>	-	-	<p><b>200 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne horaire</p>	<p><b>400 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne horaire</p>	-	<p><b>10 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle</p> <p><b>25 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de <b>3 jours/an</b></p>
Particules en suspension <b>PM10</b>	<p><b>40 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle</p> <p><b>50 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de <b>35 jours/an</b></p>	-	<p><b>30 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle</p>	<p><b>50 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne journalière</p>	<p><b>80 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne journalière</p>	<p><b>20 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle</p> <p><b>50 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de <b>3 jours/an</b></p>	<p><b>15 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle</p> <p><b>45 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de <b>3 jours/an</b></p>
Particules en suspension <b>PM2.5</b>	<p><b>25 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle</p>	<p><b>20 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle</p>	<p><b>10 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle</p>	<p><i>Non inclus dans la procédure préfectorale</i></p>	<p><i>Non inclus dans la procédure préfectorale</i></p>	<p><b>10 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle</p> <p><b>25 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de <b>3 jours/an</b></p>	<p><b>5 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle</p> <p><b>15 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de <b>3 jours/an</b></p>

Tableau 3 : Repères réglementaires (NO<sub>2</sub>, PM10 et PM2.5)

### V. Méthodologie de construction d'un modèle urbain

La création d'une plate-forme de modélisation nécessite de nombreuses données d'entrée :

- Un réseau de rues interconnectées ;
- Des émissions linéiques associées à ce réseau de rues ;
- Un cadastrage des émissions (hors secteur routier) sur la zone modélisée en tant que source ponctuelle/surfacique pour les industries majeures et source surfacique pour les émissions des autres secteurs d'activité ;
- Des conditions météorologiques sur le domaine considéré et pour la période étudiée ;
- La pollution de fond du domaine modélisé, qui peut être générée par les activités humaines en dehors de son périmètre ou naturellement présente dans l'air.

Le logigramme Figure 5 décrit le processus complet d'élaboration du modèle urbain de Lorient Agglomération, de l'acquisition et du traitement des données d'entrée à l'exploitation des données de sorties. Ce processus fait l'objet d'une présentation dans les chapitres suivants.

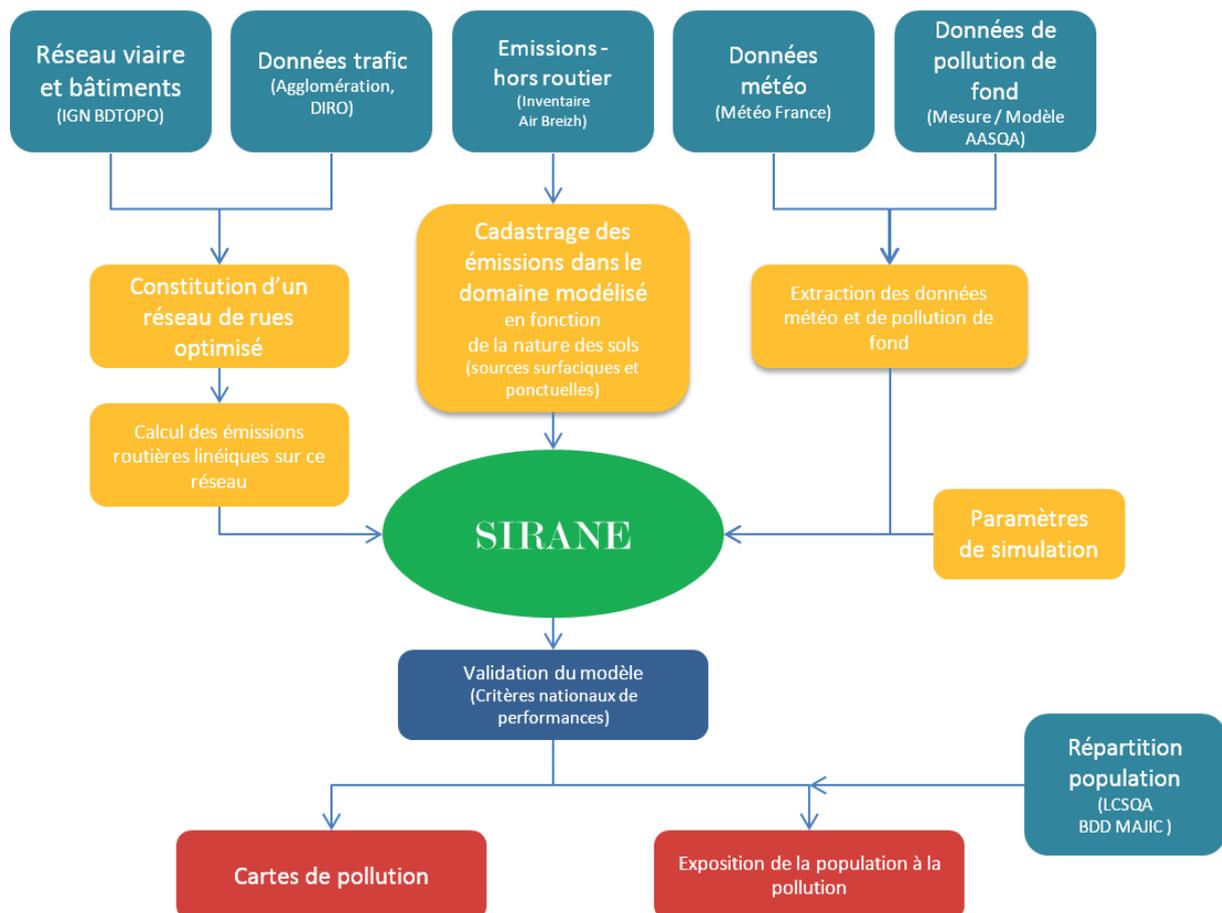


Figure 5 : Processus de création d'un modèle urbain

### V. 1. Contraintes liées à la modélisation « haute résolution »

Les outils de modélisation à fine échelle comme SIRANE nécessitent un réseau routier optimisé :

- Le réseau routier doit être optimisé afin que les ressources informatiques nécessaires restent raisonnables (compromis simplification/représentativité) ;
- Le réseau routier doit avoir une précision géographique de l'ordre de la dizaine de mètres afin qu'il ne se superpose pas aux habitations.

Compte tenu des contraintes du modèle, le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'air (LCSQA) préconise d'utiliser un réseau routier issu la BD TOPO de l'Institut National de l'information Géographique et forestière (IGN) ou d'un modèle de trafic (si existant sur la zone urbaine étudiée).

### V. 2. Constitution d'un réseau de rues interconnectées

Lorient agglomération et la Direction des routes de l'Ouest (DIRO) disposent de bases de données issues de comptages routiers projetés sur la BD TOPO de l'IGN. Sur la base des préconisations du LCSQA, le réseau de rues présenté Figure 6 a été construit à partir du réseau viaire BD TOPO de l'agglomération de Lorient.

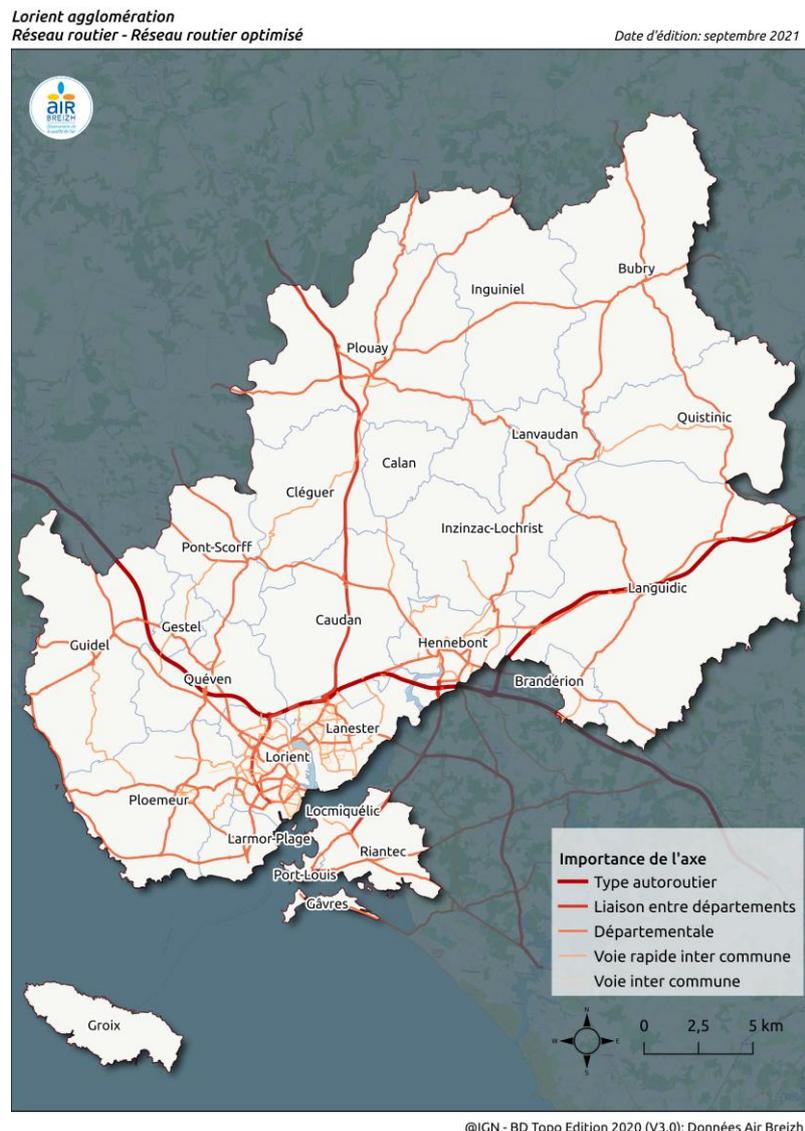


Figure 6 : Réseau routier optimisé de Lorient Agglomération



## **ÉVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR :** **Modélisation et évaluation de la pollution atmosphérique à Lorient** **agglomération**

### V. 3. Caractérisation des rues avec l'outil URBAN TRAFFIC

Les caractéristiques géométriques de chaque tronçon routier doivent être déterminées afin de modéliser correctement le confinement des polluants entre les bâtiments. Pour ce faire, l'outil URBAN TRAFFIC (communication personnelle – Ecole centrale de Lyon (ECL), Equipe AIR du Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique) a été déployé sur l'agglomération de Lorient.

#### Principes généraux d'URBAN TRAFFIC

À partir des fichiers géographiques du bâti et du réseau routier de la zone étudiée, l'outil URBAN TRAFFIC crée des images de résolution métrique des bâtiments simplifiés avec leur hauteur associée. Il identifie ensuite les volumes des rues et les associe au réseau routier initial.

#### Identification de la géométrie des rues : Est-ce une rue canyon ?

Le caractère « canyon » ou « ouvert » d'une rue est déterminé en fonction des critères suivants (Figure 7) :

- Les rues présentant une hauteur de bâti moyenne nulle à gauche et/ou à droite sont considérées « ouvertes » (cas d'une rue semi-bordée de bâtiments) ;
- Les rues pour lesquelles la largeur  $W$  est supérieure à trois fois la hauteur moyenne de bâti  $H$ , soit un rapport  $W/H > 3$  (équivalent à  $W > 3H$ ), sont considérées « ouvertes » ;
- Toutes les autres rues (rapport  $W/H < 3$  et bordées de bâtiments des deux côtés) sont considérées de type « canyon ».



Figure 7 : Critère de détermination des rues (« ouverte » ou « canyon »)

**NB :** La notion de « rue » est utilisée ici par simplification. Le réseau viaire de rue de la BD TOPO est décomposé en tronçons routiers.

#### Détermination du type de rues et leurs caractéristiques : longueur $L$ , largeur $W$ et hauteur $H$

L'outil URBAN TRAFFIC permet de déterminer si une rue est de type « canyon » ou non et de caractériser sa géométrie.

- le **type « canyon »** qui correspond à une situation de confinement du tronçon avec des bâtiments de chaque côté, caractérisé par un volume de dimension Hauteur  $H$  x Largeur  $W$  x Longueur  $L$  ;
- le **type « ouvert »** qui correspond aux rues en zone dégagée (places larges, rues non bordées ou bordées d'un seul côté), caractérisé par une surface plane de dimension Largeur  $W$  x Longueur  $L$ . La longueur  $L$  est issue de la largeur de route fournie par la BD TOPO.

## ÉVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR :

### Modélisation et évaluation de la pollution atmosphérique à Lorient agglomération

Le réseau obtenu compte finalement 843 kilomètres de voies dont 109km de rues « canyons » rajoutées par URBAN TRAFFIC, représentant 13% des rues. Le réseau est représenté sur la Figure 8. Les rues de type "ouvert" prédominent largement dès que l'on s'éloigne du centre-ville.

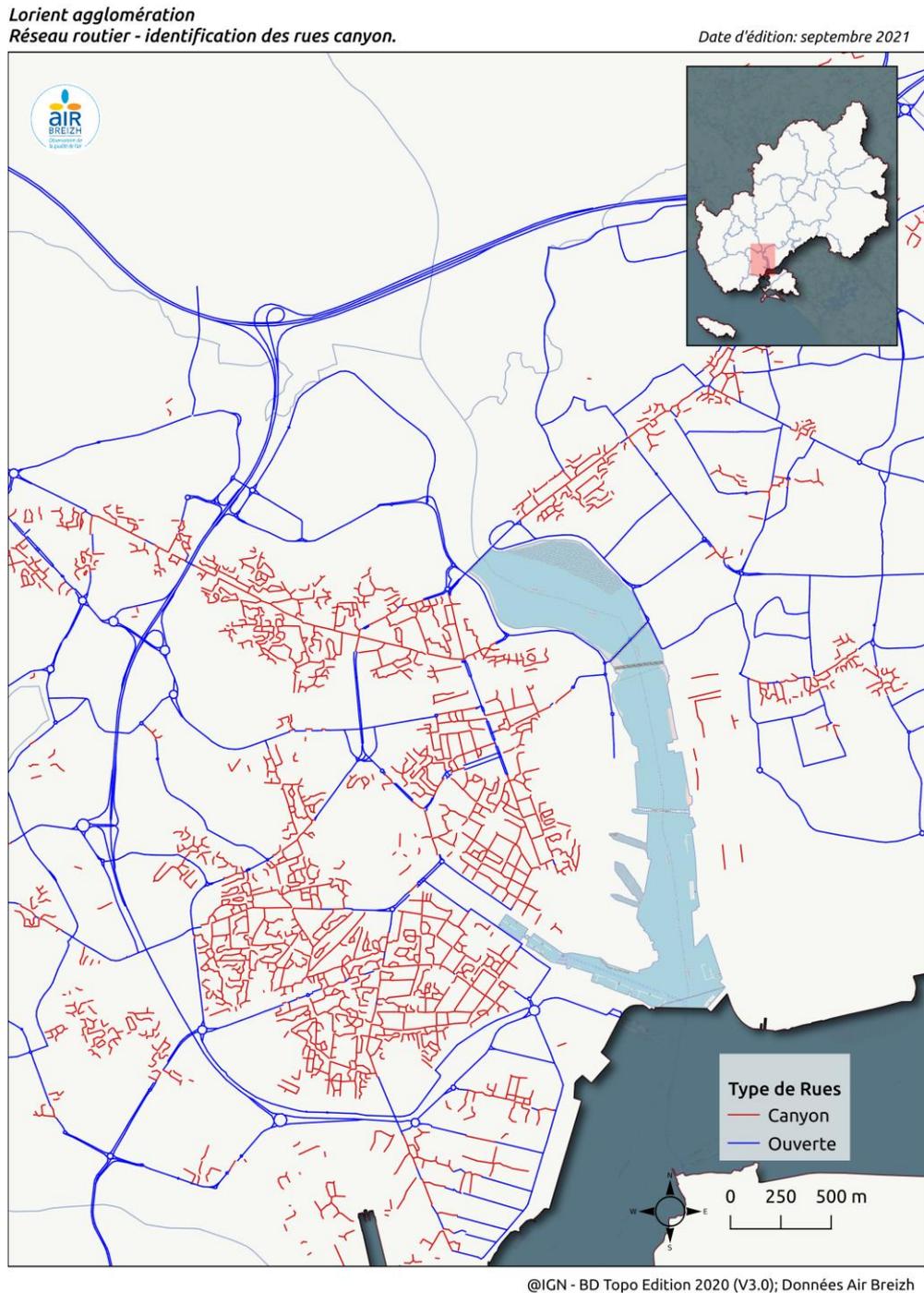


Figure 8 : Identification des rues : « ouverte » ou « canyon »

#### V. 4. Calcul des émissions liées au trafic automobile

Le calcul des émissions issues du trafic routier est un point essentiel de la mise en œuvre du modèle SIRANE. C'est aussi un des points les plus sensibles compte tenu de la difficulté à évaluer le trafic routier et le parc automobile.

**Le calcul des émissions** a été réalisé via le logiciel Circul'Air 5.0 (C. Schillinger – Atmo Grand Est) en utilisant la méthodologie COPERT V (« The industry standard emissions calculator » ; <https://www.emisia.com/utilities/copert/>) qui **repose sur l'utilisation de lois empiriques permettant d'estimer les émissions des véhicules**. Ces lois sont spécifiées pour un grand nombre de classes, correspondant à différents types de véhicules, de carburants, de motorisations, de générations technologiques. Une illustration du principe de calcul est fournie en annexe (II) de ce rapport.

Les émissions du réseau routier sont représentées sur la Figure 9.

#### Données Trafics et vitesses règlementaires autorisées

Le calcul des émissions s'est appuyé sur les données communales, départementales et régionales :

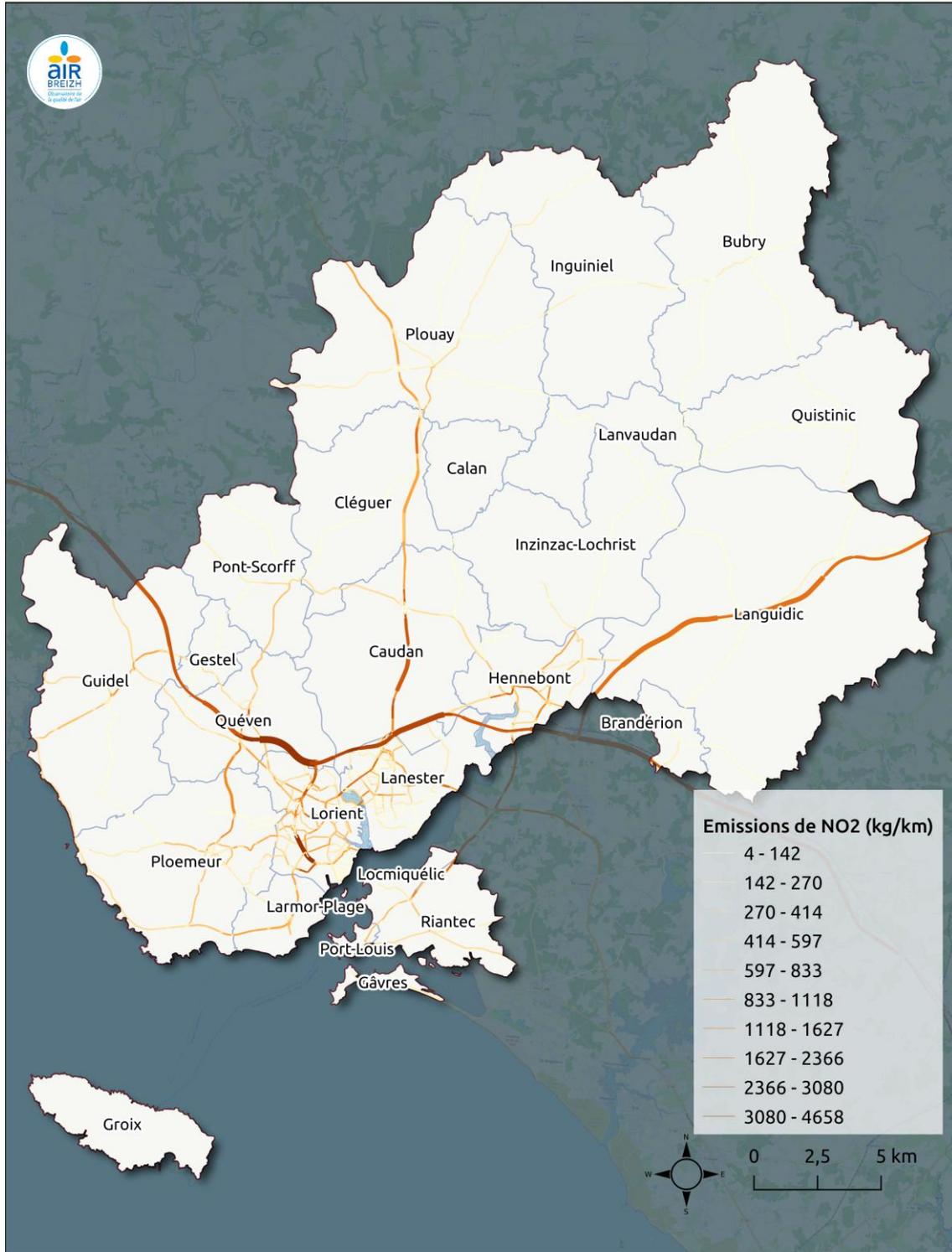
- Comptages routiers : Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA). C'est le nombre moyen journalier de véhicule circulant sur un tronçon routier, tous véhicules confondus ;
- Pourcentage de poids lourds et de bus associés aux TMJA ;
- Vitesses règlementaires autorisées sur le réseau viaire.

#### Caractérisation du réseau routier

Les paramètres géométriques nécessaires tels les longueurs des tronçons, leur pente, leur largeur (nombre de voies sur la chaussée), leur sens de circulation (direct, indirect ou double) sont fournis par la BD TOPO de l'IGN.

#### Parc automobile

**Le parc automobile utilisé correspond à l'année de référence 2019** (parc automobile national le plus récent disponible issu du Centre Interprofessionnel Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique (CITEPA)).



@IGN - BD Topo Edition 2020 (V3.0); Données DIR Ouest; Données Lorient agglomération; Données Air Breizh

Figure 9 : Emissions d'oxydes d'azote NO<sub>x</sub> du réseau routier de Lorient Agglomération

### V. 5. Modulation du trafic routier

Le trafic routier évolue suivant l'heure de la journée, le jour de la semaine, le type de jour (ouvré, samedi et veille de fête et dimanches) et le mois de l'année.

Les différentes modulations temporelles, représentées sur la Figure 10, sont calculées à partir de comptages permanents fournissant des données de trafic au pas horaire pour une année entière. Ces comptages sont placés sur la **N165** au niveau de **Gestel** ainsi que sur la **N165** au niveau de **Kerloic**.

Pour toutes les heures de l'année, un coefficient de modulation du trafic est déterminé à partir du produit de convolution des profils journaliers et mensuels. Le coefficient de modulation  $C$  à l'heure  $h$ , pour le jour de la semaine  $j$  et du mois  $m$ , est donné par la formule suivante :

$$Coefficient\ C(m, j, h) = coef(m) \times coef(j, h)$$

Avec

- $m$  entre 1 et 12, correspondant à la répartition du trafic sur chaque mois de l'année ;
- $j$  correspondant à la répartition du trafic sur chaque type de jour (Jour Ouvré « JO », Samedi Veille de Fêtes « SVF », Dimanche / Férié « DF »). Elle tient compte du nombre de jours-type présents dans le mois considéré (spécificités mensuelles) ;
- $h$  entre 0 et 23h, correspondant à la répartition du trafic pour chaque heure et pour chaque type de jour (JO, SVF, DF) avec une distinction entre les périodes estivale (juillet-août) et non estivale (le reste de l'année).

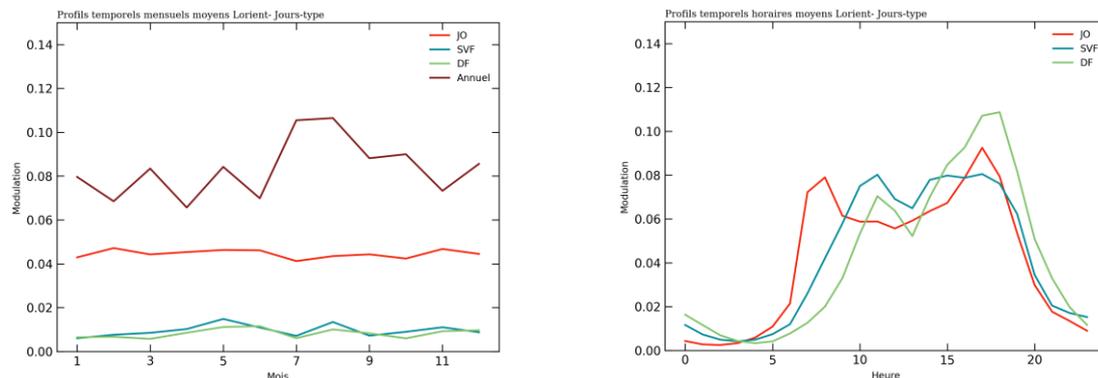


Figure 10 : Exemple des profils temporels horaires du trafic routier

Ainsi, en associant le coefficient de modulation et les TMJA mentionnés plus haut, il est possible de déterminer le trafic horaire de chacun des axes de l'agglomération.

Cependant, ce calcul de la modulation implique deux fortes hypothèses :

- Un seul profil est appliqué à l'ensemble des routes de l'agglomération de Lorient, indépendamment de leur typologie ;
- La modulation est appliquée directement aux émissions, sans tenir compte de la variation de vitesse des véhicules sur un même tronçon.

Des points de comptage horaires disposés sur des axes de typologie différente (type autoroutier, rue de centre-ville ...) seraient nécessaires pour affiner la modulation.

#### V. 6. Cadastrage des émissions maritimes issues de l'inventaire des émissions

##### Cadastrage de l'inventaire des émissions maritimes 2018 (v4)

Les émissions communales de l'activité maritime ont été spatialisées à partir des données géographiques des bassins portuaires.

Les émissions par quai et par type de manœuvre (chenalage, phase à quai, manœuvre) sont fournies par l'inventaire. Des zones correspondant à chaque quai sont identifiées (Figure 11). Les émissions liées aux manœuvres et aux phases à quai sont associées au quai correspondant. Les émissions liées au chenalage sont réparties sur le bassin du port de Lorient.

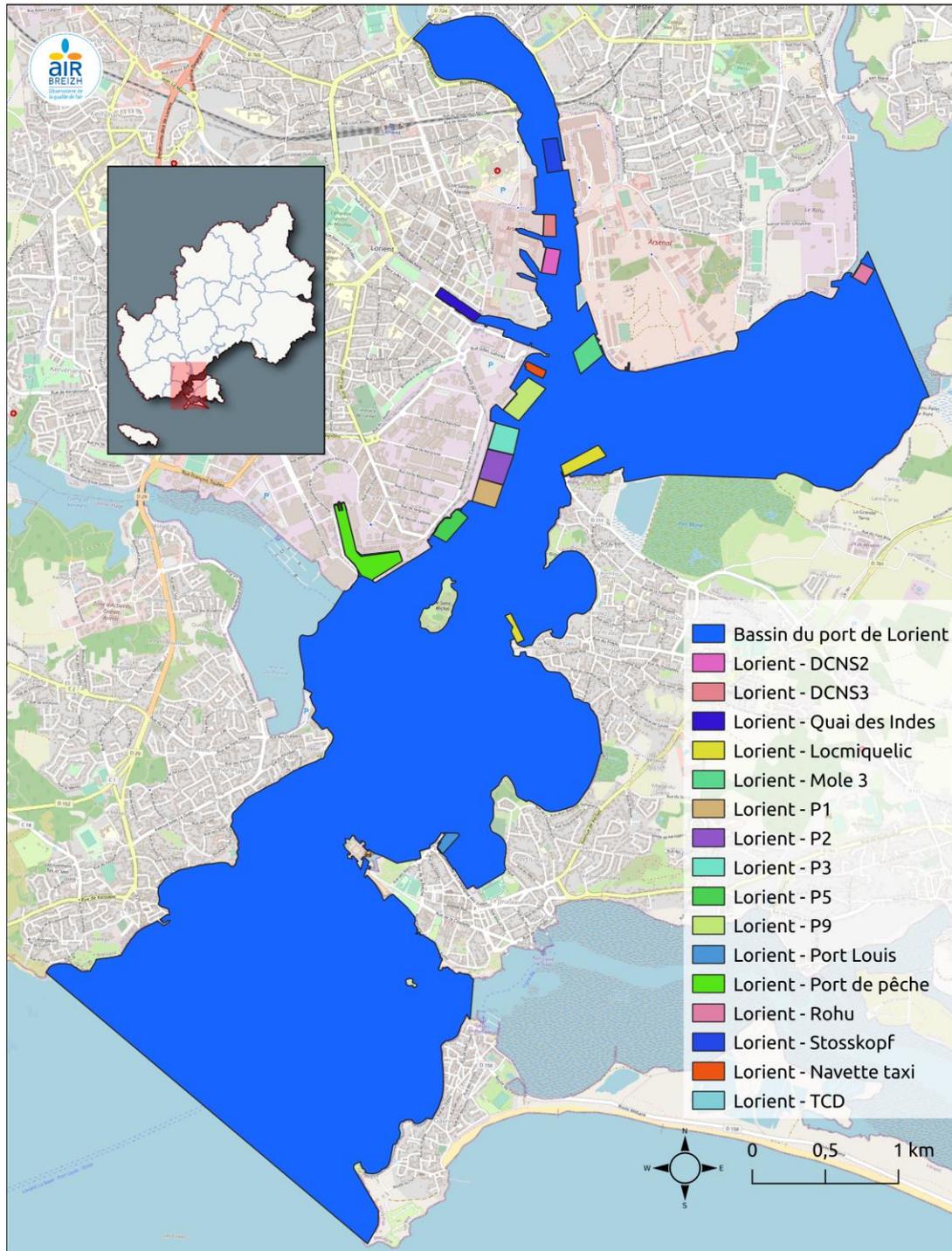
##### Attention particulière :

- Les émissions issues de la pêche et du transport en haute mer ne sont pas comprises dans ce cadastre car elles sont émises en dehors du domaine d'étude.
- Les activités de plaisance et militaires ne sont pas incluses faute de données à la disposition d'Air Breizh.

Les zones identifiées Figure 11 sont utilisées pour cadastrer les émissions du secteur maritime. Ce cadastre est représenté dans la Figure 12.

Lorient agglomération  
Cadastré des émissions - Spatialisation du secteur transport maritime

Date d'édition: septembre 2021



@IGN - BD Topo Edition 2020 (V3.0); Données Air Breizh

Figure 11 : Représentation cartographique des zones d'émissions portuaires retenues pour l'élaboration du cadastre maritime

Lorient agglomération  
Cadastre des émissions - Secteur transport maritime

Date d'édition: septembre 2021

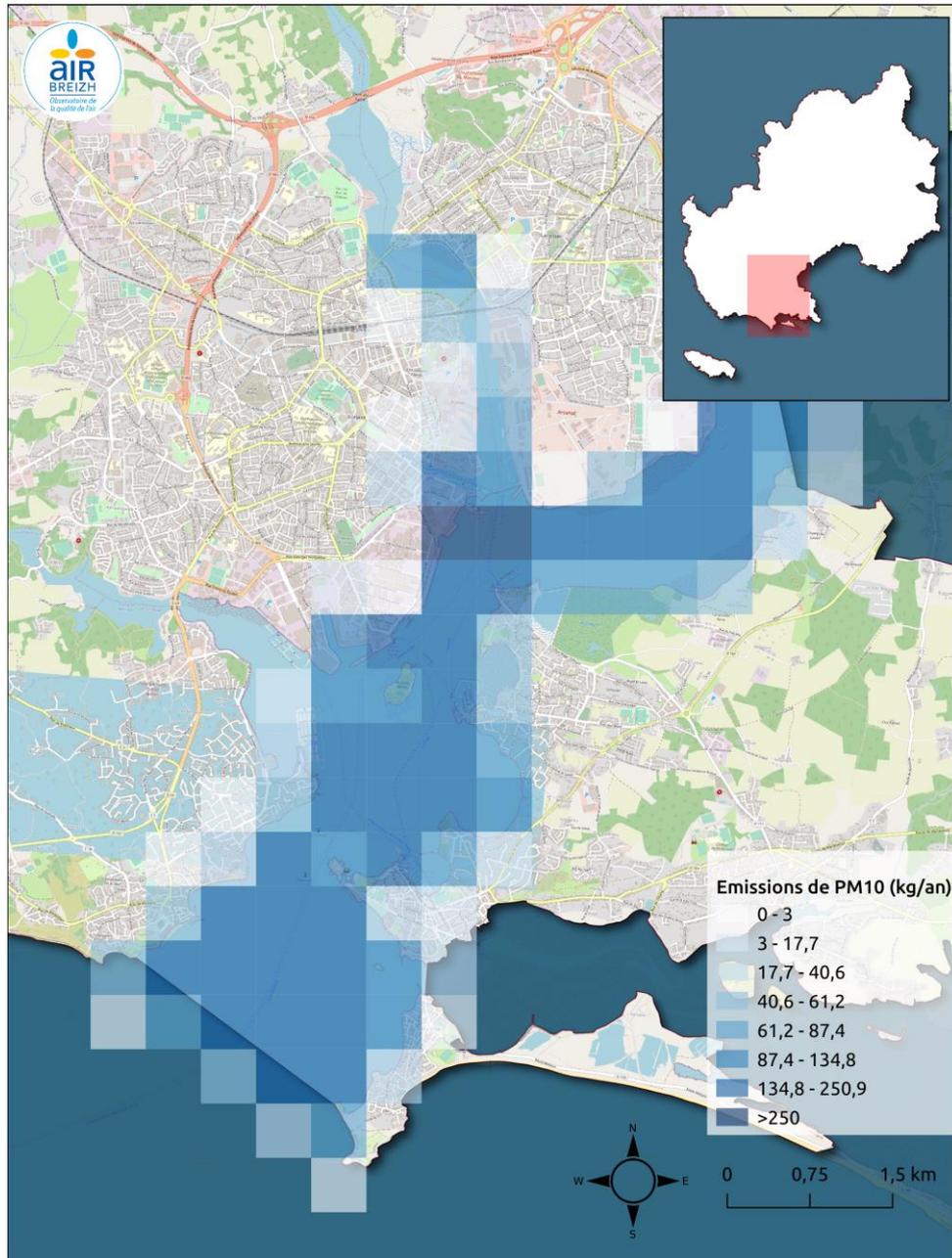


Figure 12 : Cadastre maritime des émissions annuelles 2018 de PM10

### V. 7. Cadastrage des émissions hors routier et maritime (issues de l'inventaire des émissions)

#### Cadastrage de l'inventaire des émissions 2018 (v4)

Les émissions liées au chauffage résidentiel, à l'échelle de l'« Ilots Regroupés pour l'Information Statistique » (IRIS) fournie par l'INSEE, et les émissions communales des autres secteurs sont spatialisées en utilisant la base de données d'occupation des sols « Corine Land Cover » (CLC) établie dans le cadre du programme européen de surveillance des terres Copernicus.

- Une zone identifiée comme étant du bâti résidentiel se voit attribuer en fonction de sa surface des émissions issues du secteur résidentiel (chauffage urbain) ;
- Une zone identifiée comme étant des terrains agricoles se voit attribuer en fonction de sa surface des émissions issues du secteur de l'agriculture.

Les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) de Lorient agglomération et ses alentours ont été extraites du cadastre puis intégrées en tant que Grandes Sources Ponctuelles (GSP). Le module de source ponctuelle de SIRANE permet de modéliser la surélévation des panaches émis par les cheminées. Les émissions ponctuelles industrielles se basent sur les déclarations officielles d'émission 2018, année la plus récente disponible. Un site industriel avec cheminée(s) soumis à déclaration est implanté sur le territoire (Tableau 4).

Sites	Numéro d'inspection	Activité
FDB Fonderie de Bretagne	0055.01651	Production de pièces de fonderie brutes pour l'industrie automobile

Tableau 4 : Sites industriels ICPE (sources ponctuelles) retenus dans le modèle

Le cadastrage des émissions de PM10 issues du secteur chauffage résidentiel, illustré Figure 14, met en évidence l'impact du chauffage, source principale de particules fines avec le transport routier. Les émissions de PM10 liées au chauffage résidentiel sont maximales dans les centres urbains de l'agglomération.

#### Temporalisation du cadastre des émissions (Hors routier)

Une approche de temporalisation des émissions par secteur est appliquée dans le modèle (Figure 13). Cette approche est utilisée dans le but d'affiner l'impact de chaque source sur la dispersion atmosphérique.

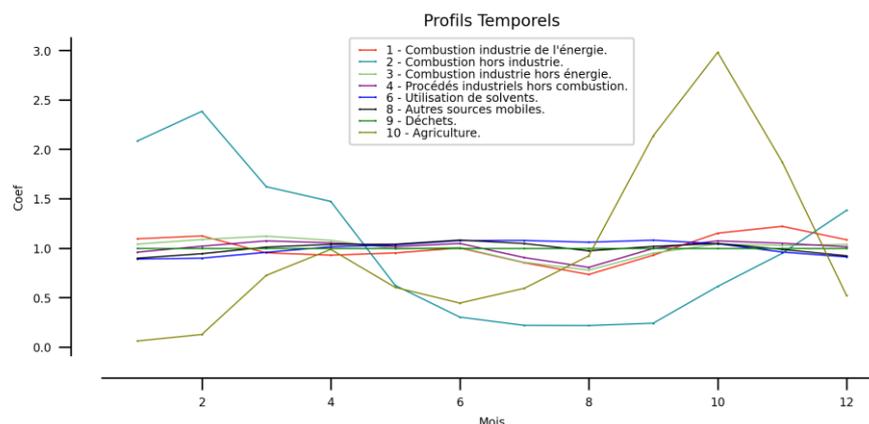


Figure 13 : Profils temporels utilisés pour le cadastre hors routier en moyenne mensuelle

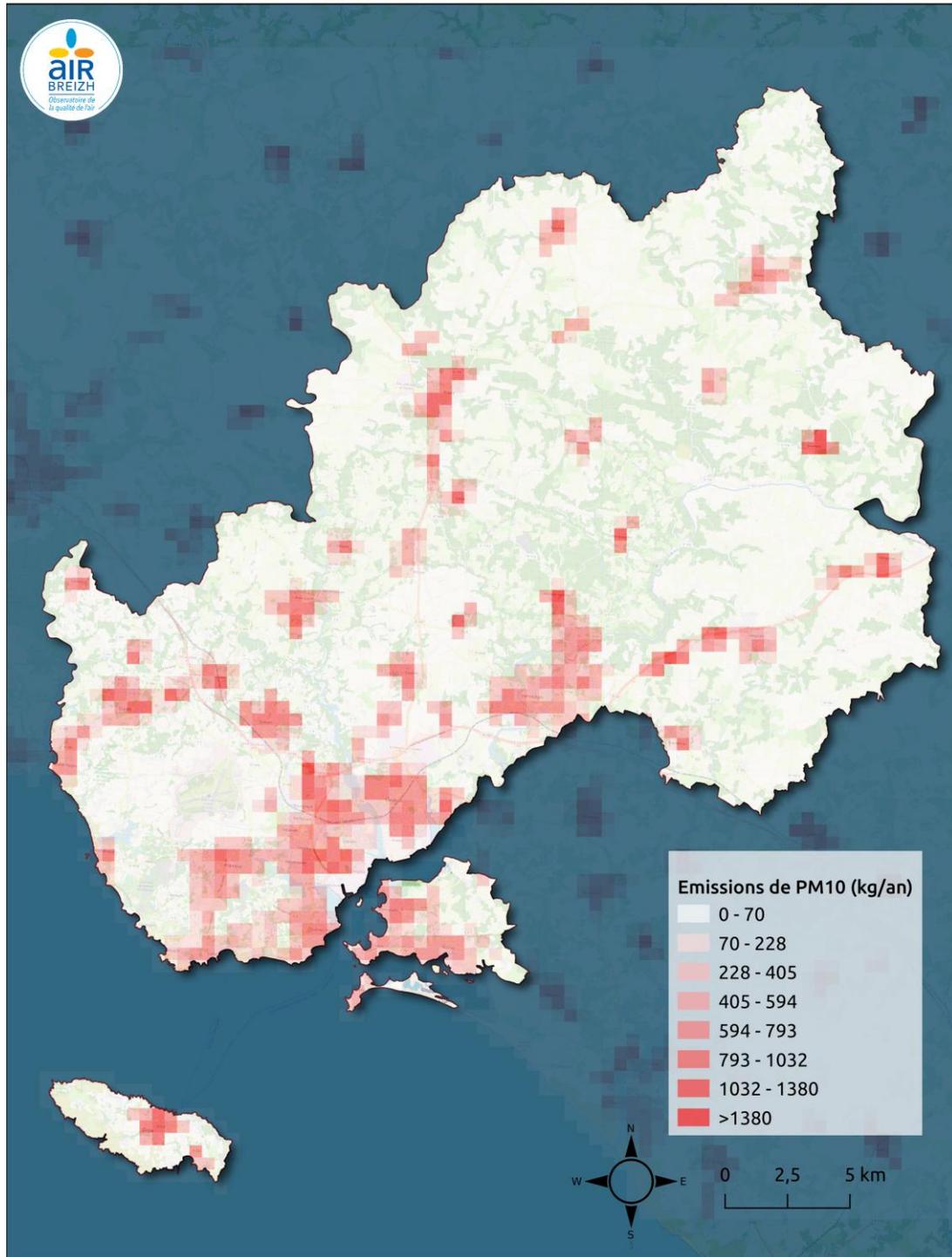


Figure 14 : Cadastre des émissions de PM10 issues du chauffage résidentiel pour l'année de référence 2018

#### V. 8. Détermination des conditions météorologiques

La modélisation de la dispersion atmosphérique en milieu urbain nécessite la connaissance de différents paramètres météorologiques :

- la vitesse et la direction du vent à l'extérieur de la canopée urbaine ;
- les conditions de stratification thermique de l'atmosphère : température de l'air, rayonnement solaire incident et pluviométrie (hauteur de précipitations).

Ces paramètres sont fournis par des mesures de terrain et/ou par des données issues de modèles météorologiques. Les autres données météorologiques essentielles à la modélisation (turbulence, vitesse du vent à l'intérieur des rues, ...) sont calculées par le préprocesseur météo de SIRANE.

Les données météorologiques utilisées dans cette étude proviennent principalement de la station Météo France implantée à l'aéroport de Lorient Lann-Bihoué. En cas d'absence de mesures, les sorties du modèle ARPEGE de Météo France sont implémentées dans le modèle.

#### Rose des vents moyenne sur l'année 2019

Les vitesses de vent inférieures à 1 m/s (vent considéré comme calme et non suffisant pour obtenir des mesures météorologiquement fiables) ont été supprimées des calculs. Elles représentent 0.6 % des mesures (51 données horaires sur 8 745). Les pas de temps horaires non connus sur l'année 2019 représentent 0,17 % des mesures (15 données horaires).

**Attention particulière** : une rose des vents montre d'où vient le vent et fait intervenir dans sa construction les directions et les vitesses de vent. Son rendu dépend du nombre de secteurs de direction ainsi que du nombre de classes de vitesse de vent choisis. Nous prendrons en considération 16 secteurs : 8 secteurs primaires (Nord, Est, ...) et 8 secteurs secondaires (Nord-Nord-Est, ...), soit 22.5° par secteur (360°/16), et des classes de vent par pas de 1 m/s.

Les vents, illustrés Figure 15, ont été majoritairement du Ouest / Sud-Ouest avec environ 30% des enregistrements sur l'année 2019.

# ÉVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR :

## Modélisation et évaluation de la pollution atmosphérique à Lorient agglomération

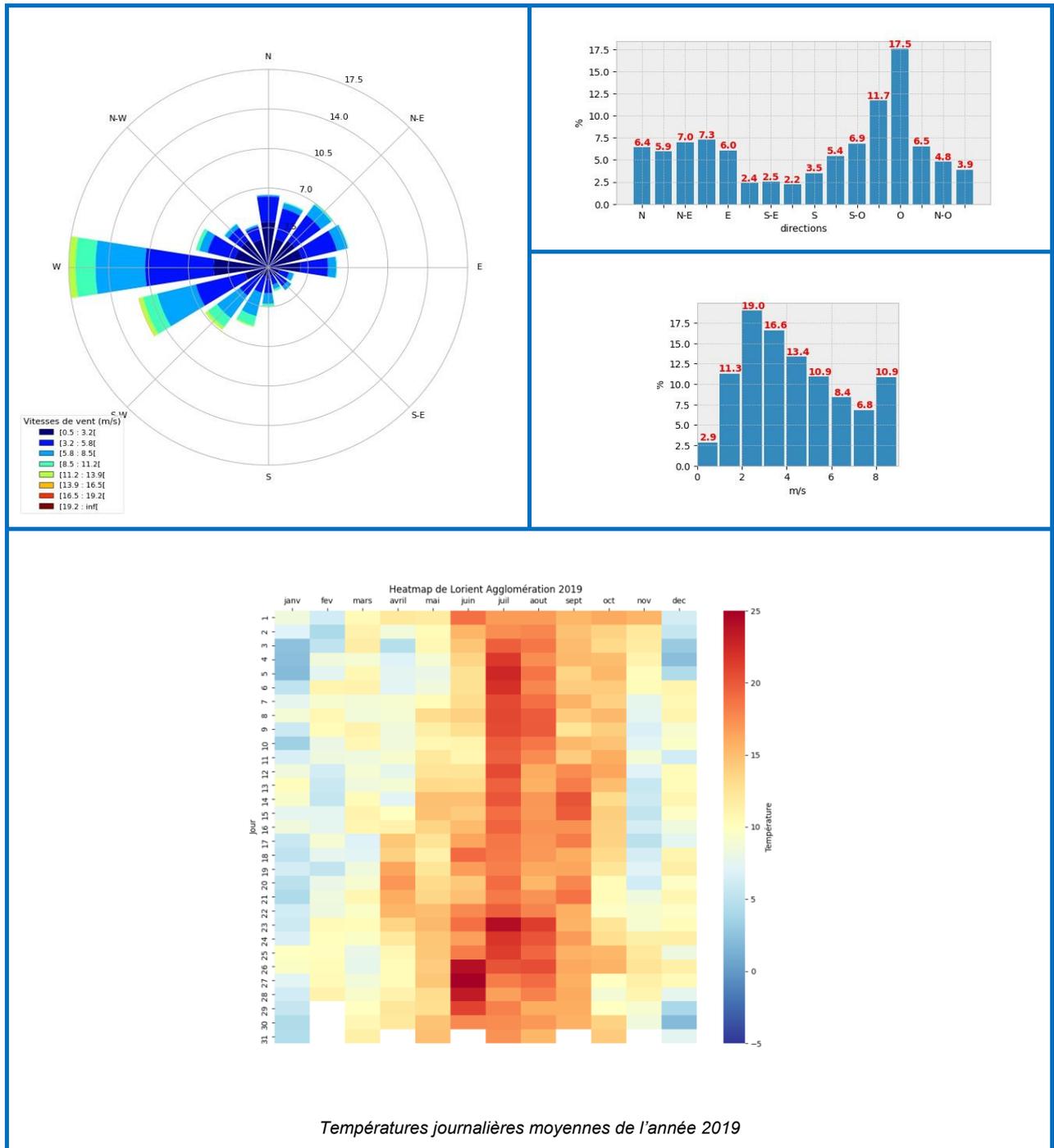


Figure 15 : Conditions météorologiques globales (stations Météo France Aéroport Lorient Lann-Bihoué)

### V. 9. Détermination de la pollution de fond

La pollution de fond correspond aux apports de polluants extérieurs à la zone d'étude. Cette pollution est donc indépendante de l'activité dans la zone. Elle peut être influencée par de multiples sources d'émissions, dont les aires urbaines et agricoles du territoire. SIRANE applique une valeur de pollution de fond **unique à toute la zone d'étude**, pour **chaque pas horaire** et pour **chaque polluant modélisé**.

Le dispositif de surveillance d'Air Breizh comportait en 2019 une station rurale de fond, implantée sur la commune de Guipry-Messac en Ile-et-Vilaine. Elle mesurait le couple  $\text{NO}_x - \text{O}_3$ , nécessaire pour modéliser le dioxyde d'azote  $\text{NO}_2$ , ainsi que les particules fines  $\text{PM}_{10}$  et  $\text{PM}_{2.5}$ . Les régions voisines des Pays de La Loire et de Normandie possèdent également des stations rurales de fond, permettant de mesurer la pollution de fond de leur territoire (stations implantées dans les départements de la Mayenne, de la Vendée et de l'Orne). Cette méthode d'agrégation de la pollution de fond à partir de plusieurs instruments aux alentours du domaine d'étude permet d'obtenir des mesures pour chaque pas de temps horaire étudié.

**Attention particulière :** Les stations rurales ne mesurent pas toutes les 4 polluants nécessaires pour la modélisation urbaine ( $\text{NO}_x - \text{O}_3$ ,  $\text{PM}_{10} - \text{PM}_{2.5}$ ) et sont peu nombreuses sur le territoire français :

- Station « Guipry » implantée à 40 km au Sud de Rennes en Ile-et-Vilaine ;
- Station « La Tardière » implantée à 200 km au Sud de Rennes en Vendée ;
- Station « Saint-Denis-d'Anjou » implantée à 110 km à l'Est de Rennes en Mayenne ;
- Station « La Coulonche » implantée à 120 km au Nord-Est de Rennes dans l'Orne.

#### Couple $\text{NO}_x - \text{Ozone}$ :

Les oxydes d'azote  $\text{NO}_x$  ( $\text{NO} + \text{NO}_2$ ) sont principalement émis par les véhicules et les installations de combustion. Ils jouent un rôle majeur dans le cycle de formation et de destruction de l'ozone.

Le dioxyde d'azote  $\text{NO}_2$  est un gaz irritant qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires. Il est formé à partir du  $\text{NO}$  et d'oxydants tels que l'ozone  $\text{O}_3$  et le dioxygène  $\text{O}_2$  dans l'atmosphère. Il est également détruit par l'action du rayonnement solaire.

La pollution au dioxyde d'azote est très locale. En dehors des centres villes et sans influence de proximité automobile, les niveaux de  $\text{NO}_x$  sont généralement très faibles au regard de la réglementation européenne. À l'inverse, les niveaux d'ozone sont élevés en situation de fond rural, le puits azoté étant minoritaire.

La constitution de la pollution de fond pour le couple  $\text{NO}_x - \text{O}_3$  a été élaborée de la façon suivante :

- Couple  $\text{NO}_2 - \text{O}_3$  issu d'une des stations rurales de fond disponible dans le grand Ouest ;
- En cas d'absence de mesure sur la station sélectionnée (pour cause de maintenance ou invalidation de la donnée), le minimum ( $\text{NO}_x$ ) / le maximum ( $\text{O}_3$ ) horaire mesuré entre les autres stations rurales de fond du grand Ouest est sélectionné.

Des simulations pour chaque couple  $\text{NO}_x - \text{O}_3$  disponible ont été réalisées. L'étape de calage du modèle a permis d'identifier la station la plus pertinente. Cette méthode permet également d'obtenir des mesures pour chaque pas de temps horaire étudié (condition obligatoire imposée par le modèle).

## ÉVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR : Modélisation et évaluation de la pollution atmosphérique à Lorient agglomération

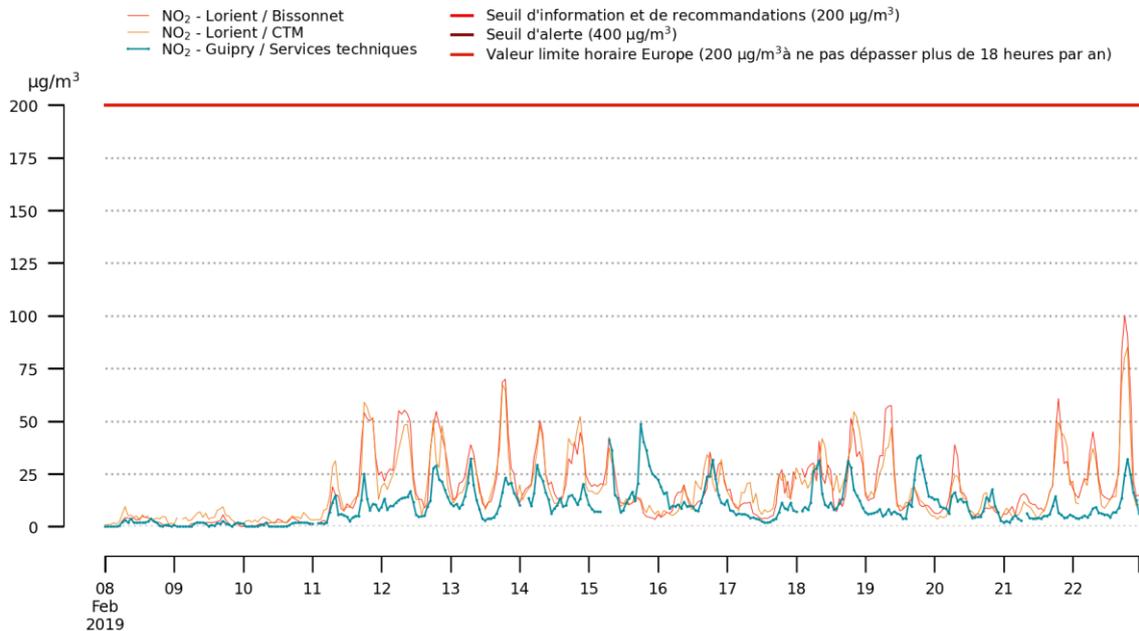


Figure 16 : Comparaison des concentrations de  $\text{NO}_2$  en situation de fond rurale (Guipry) et aux stations de Lorient Agglomération

### Couple $\text{PM}_{10}$ – $\text{PM}_{2.5}$ :

Contrairement aux oxydes d'azote, la fraction du niveau de fond dans les concentrations respirées de particules fines est plus importante. Leur dispersion est plus « globale » (exemple de la pollution particulaire subsaharienne observée sur le territoire breton en octobre 2017).

Deux sources de données peuvent être utilisées pour la constitution de la pollution de fond :

- Des données issues d'instruments de référence implantés en situation de fond rural dans le grand Ouest (cf. paragraphe précédent « Couple  $\text{NO}_x$  –  $\text{O}_3$  ») ;
- Des données issues des modèles régionaux de la qualité de l'air disponibles sur la région Bretagne. La sélection des concentrations issues des modèles est basée sur l'origine des vents (8 secteurs de vents).

Des simulations ont été réalisées à partir des deux sources de données. Elles montrent que pour le modèle de Lorient agglomération, l'utilisation de sorties de modèles régionaux en fonction de l'origine des vents est plus pertinente par rapport à l'utilisation de données rurales de fond issues d'un ou plusieurs instruments.

#### V. 10. Grille et points récepteurs de calcul

Le logiciel SIRANE utilise une grille prédéfinie de points réguliers tous les 10 m sur l'ensemble du domaine étudié afin d'obtenir des cartes à haute résolution.

**Attention particulière :** Le modèle SIRANE est un modèle de dispersion atmosphérique adapté à l'échelle du quartier. Les zooms effectués au niveau d'une rue doivent être effectués avec prudence. Les cartographies de pollution possèdent une résolution spatiale de 10m par 10m. La description des rues est simplifiée en utilisant des données moyennes pour la largeur moyenne d'une rue et une hauteur moyenne des bâtiments qui la bordent.

Le logiciel SIRANE permet également de calculer, en des points prédéfinis, la concentration et les statistiques associées. Ces points sont utilisés pour analyser les performances du modèle aux coordonnées géographiques des capteurs implantés sur le territoire. C'est la comparaison des données modélisées aux données de terrain issues de capteurs, présentée dans le chapitre suivant. Ici, ces points de calculs sont les stations de mesure de l'agglomération, Bissonnet et CTM (Figure 17).

### VI. Validation du modèle : Comparaison du modèle avec les mesures de terrain

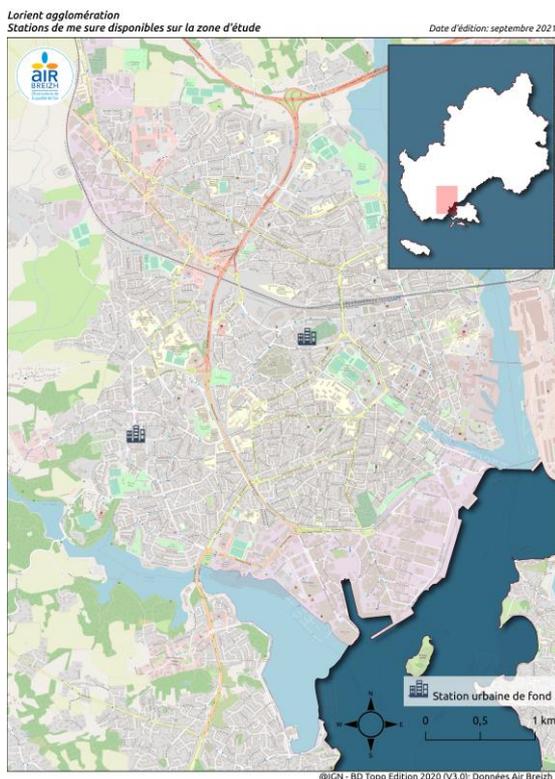
Afin d'évaluer la qualité des simulations effectuées avec le modèle SIRANE, les concentrations calculées ont été comparées avec les mesures des capteurs implantés sur l'agglomération. Pour cela, des points de références spécifiques (appelés « points récepteurs ») ont été déterminés aux coordonnées géographiques des stations de mesure de l'agglomération.

L'évaluation du modèle repose sur plusieurs indicateurs statistiques, calculés avec un logiciel national de validation appelé « EvalTools » (fournis par le LCSQA). Les résultats de ces comparaisons sont présentés dans les paragraphes suivants.

#### VI. 1. Dispositif de surveillance de la qualité de l'air de Lorient Agglomération

Deux stations de mesure sont présentes sur l'agglomération de Lorient en 2019. Il s'agit de deux stations « urbaines de fond » :

- Une station implantée dans le parc du Bois Bissonnet dite « Bissonnet », mesurant les NO<sub>x</sub>, les PM10 et les PM2.5 ;
- Une station implantée dans le centre technique municipal dite « CTM » mesurant uniquement les NO<sub>x</sub>.



Stations de mesure		Concentrations (µg/m <sub>3</sub> )			
		NO <sub>x</sub>	O <sub>3</sub>	PM10	PM25
<b>Bois Bissonnet</b>					
Station urbaine de fond	2019	X	X	X	X
<b>CTM</b>					
Station urbaine de fond	2019	X	-	-	-



Les stations « urbaines de fond » sont représentatives de l'air respiré par la majorité des habitants de l'agglomération

Tableau 5 : Stations et polluants mesurés quotidiennement

Figure 17 : Dispositif de surveillance de la qualité de l'air implanté dans l'agglomération de Lorient

### VI. 2. Validation de la modélisation

Afin de respecter les critères de validation nationaux, il est nécessaire d'avoir une couverture des données de mesure supérieure à 75% sur la période étudiée.

Figure Target Plot

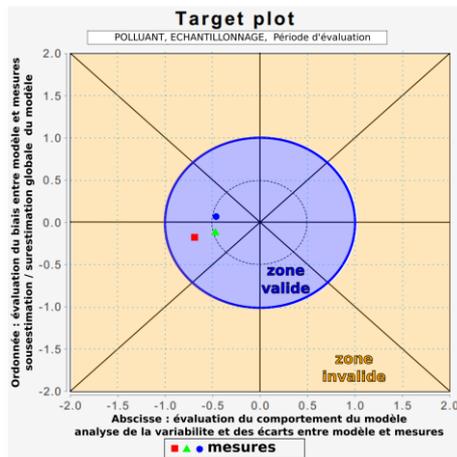


Figure 18 : Illustration et signification d'une cible d'évaluation "Target Plot"

L'outil « EvalTools » permet d'évaluer et de synthétiser la performance d'un modèle, par le biais d'une comparaison avec les données de mesure de terrain, illustrée sous forme de cible « Target Plot ». Les critères d'évaluation sont basés sur la directive européenne en vigueur (transcrite en droit français).

**Interprétation :** les résultats de la modélisation sont valides si 90 % des comparaisons horaires entre le modèle et les mesures aux stations de surveillance du territoire sont situées dans le cercle bleu de la cible illustrée Figure 18.

Le modèle reproduit exactement la mesure lorsque les marqueurs sont au cœur de la cible. Le modèle est dans l'intervalle de l'incertitude de la mesure si les marqueurs sont inclus dans le cercle plus restreint en pointillé.

Source : Outil « EvalTools », développé par Météo France et le LCSQA

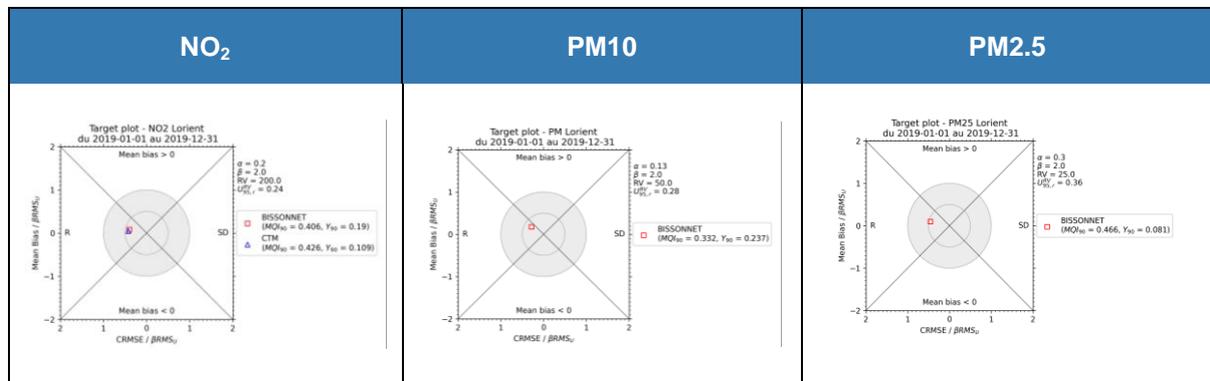
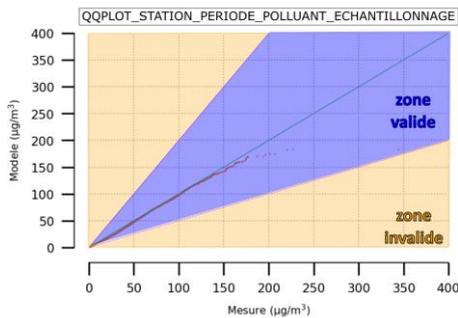


Figure 19 : Evaluation du modèle sur l'année 2019 (Target Plot)

Les comparaisons des résultats de la modélisation 2019 avec les mesures de terrain pour chaque polluant étudié (Figure 19) respectent les critères nationaux de validation d'un modèle de qualité de l'air.

### Figure Quantile-Quantile « QQ-Plot »



La figure Quantile-Quantile « QQ-Plot » (Figure 20) permet d'évaluer et de synthétiser l'ajustement de la distribution modélisée avec la référence observée, par le biais d'une comparaison de ces deux jeux de données sans tenir compte de la chronologie des événements (tri par ordre croissant).

**Interprétation :** Les résultats de la modélisation sont valides s'ils sont compris entre +/- 50 % de la mesure observée (critère d'évaluation basé sur la directive européenne en vigueur).

Figure 20 : Illustration et signification d'une figure Quantile-Quantile

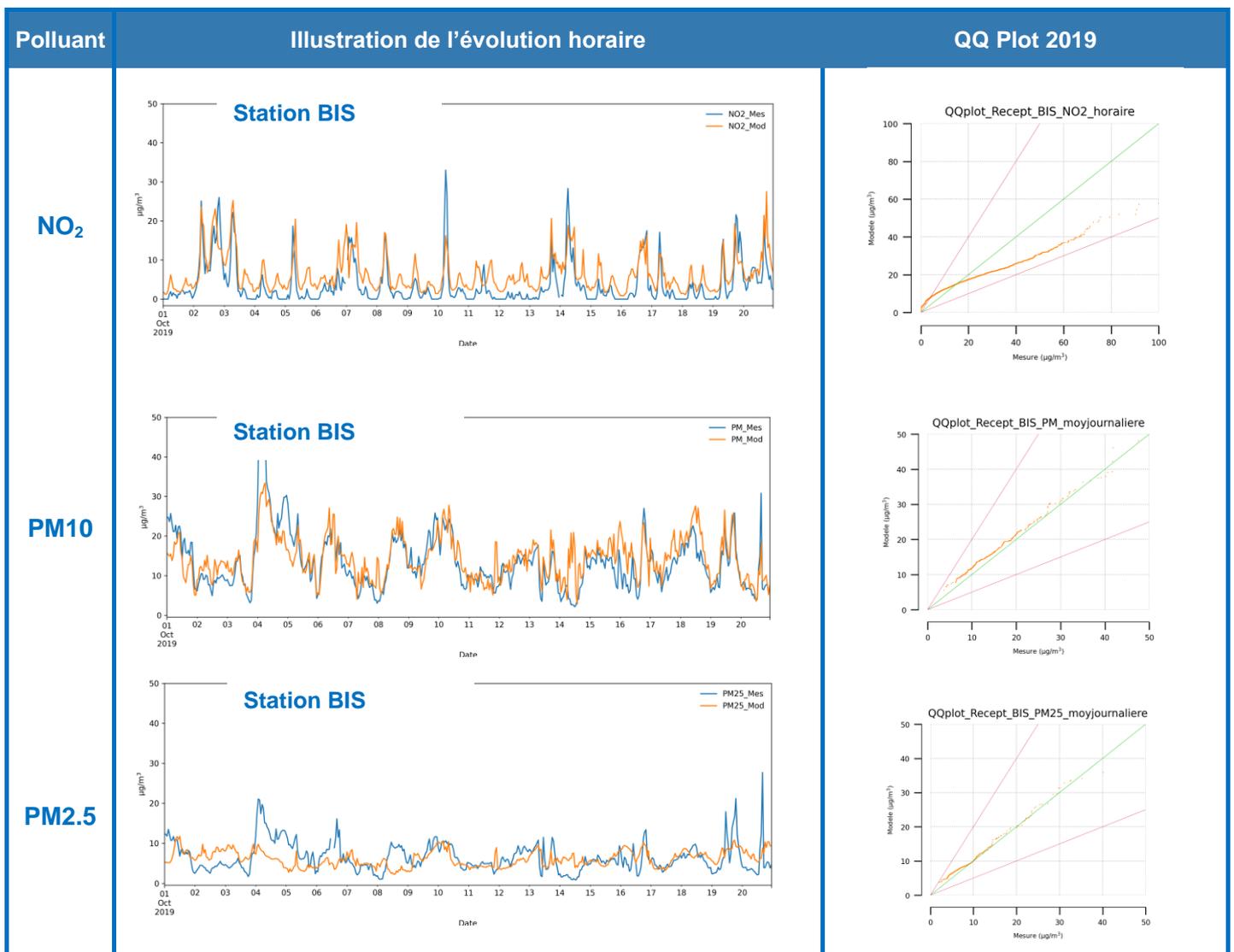


Figure 21 : Evaluation du modèle pour les polluants étudiés sur l'année 2019 et pour la station Bissonnet (QQ-plot)

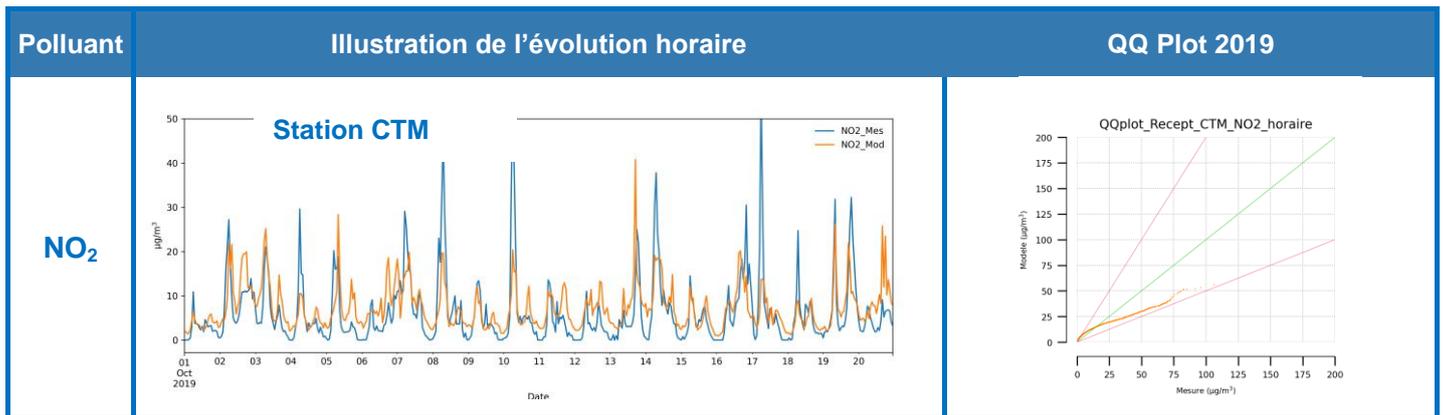


Figure 22 : Evaluation du modèle pour les polluants étudiés sur l'année 2019 et pour la station CTM (QQ-plot)

Les QQ-plots des stations CTM et Bissonnet (Figure 21 et Figure 22) sont valides du point de vue de la directive Européenne. Le modèle donne cependant de moins bons résultats pour le dioxyde d'azote, notamment à la station CTM.

### VI. 3. Limites de l'évaluation de la modélisation

SIRANE se base sur des principes physiques et chimiques pour calculer la dispersion des émissions injectées dans le modèle. Les événements exceptionnels d'origine anthropique à proximité des stations ne peuvent donc pas être reproduits. Par exemple, une source ponctuelle telle que des travaux à proximité de la station ne peut pas être prise en compte par le modèle.

Enfin, seules les émissions des polluants étudiés (NO<sub>x</sub>, PM10 et PM2.5) ont été injectées dans le modèle. Les émissions d'ammoniac (NH<sub>3</sub>), précurseur de particules fines secondaires (formées dans l'atmosphère en combinaison avec notamment les NO<sub>x</sub>), n'ont pas été prises en compte dans cette évaluation car ce phénomène n'est pas implémenté dans le modèle de chimie de SIRANE. Les concentrations de particules fines sont donc probablement sous-estimées dans certaines zones géographiques contributrices d'émissions d'ammoniac (secteurs agricole et industriel).

### VI. 4. Perspectives

Plusieurs perspectives d'amélioration existent :

- Une amélioration de la prise en compte de la pollution de fond. En effet, certaines différences entre le modèle et les mesures sont causées par la pollution de fond (ex. : résultats PM10 et PM2.5). De plus, la dernière version de SIRANE (qui sera donc utilisée pour les prochains modèles) propose la possibilité d'injecter la pollution de fond via une grille en deux dimensions. L'influence d'un tel fond par rapport à l'approche actuelle est à tester ;
- Une réflexion sur les profils temporels injectés dans le modèle pour l'amélioration de l'approche de modulation du cadastre (hors routier) ;
- Une augmentation du nombre de point de mesure sur le territoire étudié (campagnes de mesures, micro-capteurs) et couvrant des scénarios d'expositions plus variés (proximité trafic, industriel, etc). Dans un premier temps la nouvelle station de proximité trafic implantée sur le boulevard de Normandie en 2020 permettra d'améliorer l'analyse et la compréhension des résultats du modèle.

### VII. Exposition des habitants à la pollution de l'air

Les cartes de ce chapitre représentent les concentrations moyennes annuelles 2019 pour les trois polluants réglementés étudiés, indicateurs de la pollution de l'air ambiant à laquelle les habitants sont exposés en milieu urbain et péri-urbain : le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> et les particules fines PM10 – PM2.5.

**Les niveaux de pollution modélisés résultent de la concentration de fond qui provient des sources extérieures à l'agglomération et de la contribution des sources d'émissions locales.**

#### VII. 1. Méthodologie d'évaluation de l'exposition à la pollution de l'air

##### Définition de l'échelle de couleur

L'échelle de couleur (Tableau 6) est basée sur la valeur limite annuelle réglementaire européenne de chaque polluant. Elle est définie au niveau national par le LCSQA. Lorsque la concentration moyenne dépasse la valeur limite (> 100% de VL), la carte vire au rouge.

Seuils % VL (Valeur Limite)	Couleurs	Qualificatif	Concentrations (µg/m <sup>3</sup> ) moyenne annuelle		
			NO2	PM10	PM2.5
> 0 % VL	Vert clair	Très Bon	>0	>0	>0
> 20 % VL			>8	>8	>5
> 30 % VL	Vert moyen	Bon	>12	>12	>7.5
> 40 % VL			>16	>16	>10
> 50 % VL	Vert clair	Moyen	>20	>20	>12.5
> 60 % VL			>24	>24	>15
> 70 % VL	Orange clair	Médiocre	>28	>28	>17.5
> 80 % VL			>32	>32	>20
> 90 % VL	Orange foncé	Mauvais	>36	>36	>22.5
> VL			>40	>40	>25
> 2 x VL	Rouge foncé	Très Mauvais	>80	>80	>50

Tableau 6 : Échelle nationale de couleurs réglementaires pour la modélisation

### Définition de l'indicateur d'exposition de la population à la pollution de l'air

Le calcul d'exposition de la population s'appuie sur la base de données MAJIC (référence 2017), élaborée par le LCSQA à partir notamment de la BD TOPO de l'IGN.

La base de données MAJIC décrit la répartition de la population sur l'ensemble des bâtiments de la zone d'étude. Un bâtiment est considéré comme « impacté » par un dépassement de la valeur limite lorsque tout ou partie de ce bâtiment est impacté par un dépassement.

La méthodologie, illustrée Figure 23, implique ainsi une précision à l'échelle du bâtiment. La population habitant dans un bâtiment situé dans une zone en dépassement de valeur limite (> 100 % de VL) est distribuée en fonction de la surface du bâtiment affectée par ce dépassement.

$$Exposition_{LCSQA} = \left| \sum_{\text{Bâtiment}} Population_{\text{Bâtiment}} \left\{ \frac{Surface\ exposée_{\text{Bâtiment}}}{Surface_{\text{Bâtiment}}} \right\} \right|$$

Avec  $\left\{ \begin{array}{l} Population_{\text{Bâtiment}} \\ Surface_{\text{Bâtiment}} \\ Surface\ exposée_{\text{Bâtiment}} \end{array} \right.$  = Nombre d'habitants du bâtiment impacté par un dépassement de VL  
 = Surface du bâtiment impacté par un dépassement de VL  
 = Surface exposée du bâtiment impacté par un dépassement de VL

**Il est aussi possible de calculer la population impactée par un dépassement en prenant en compte toute la population résidant dans les bâtiments concernés.**

Ainsi l'exposition de la population sera présentée dans le rapport sous forme d'intervalle (exposition LCSQA et population résidant dans les bâtiments).

**{Exposition LCSQA – Population totale vivant dans les bâtiments impactés}.**

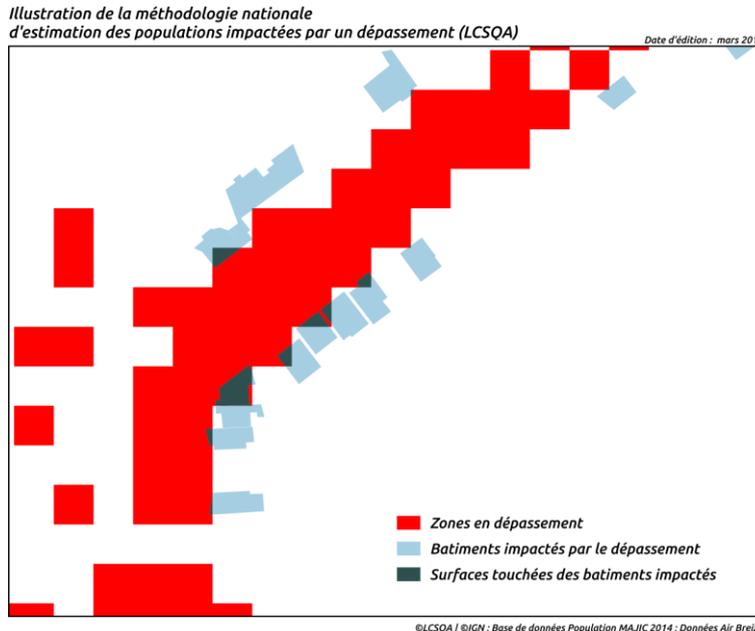


Figure 23 : Illustration de la méthodologie d'estimation des populations exposées à la pollution

#### VII. 2. Le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> : moyenne annuelle 2019

Les oxydes d'azote proviennent principalement du transport, des activités agricoles et du chauffage urbain (résidentiel et tertiaire), représentant respectivement 73%, 10% et 9% des émissions de Lorient agglomération<sup>6</sup>.

Les **valeurs réglementaires** de la qualité de l'air pour le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> sont :

- La valeur limite annuelle fixée à **40** µg/m<sup>3</sup> (moyenne annuelle) ;
- La valeur limite horaire fixée à **200** µg/m<sup>3</sup> (moyenne horaire) à ne pas dépasser plus de **18 heures** par an.

Des **valeurs guides établies** par l'OMS, au-dessous desquelles il n'a pas été observé d'effets nuisibles sur la santé humaine ou sur la végétation, ont été également fixées en 2021<sup>7</sup> à :

- **10** µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle ;
- **25** µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an.

Une comparaison de l'exposition de la population entre les valeurs réglementaires et les valeurs guides sera effectuée.

Les valeurs limites européennes en vigueur en 2021 pendant l'écriture de ce rapport seront à terme révisées et très vraisemblablement abaissées pour tendre vers les valeurs guides établies par l'Organisation Mondiale de la Santé.

**Attention particulière :** Le modèle SIRANE est un modèle de dispersion en milieu urbain adapté à l'échelle du quartier. Les zooms effectués au niveau d'une rue doivent être effectués avec prudence. Les cartographies de pollution possèdent une résolution spatiale de 10 m par 10 m. La description des rues est simplifiée en utilisant des données moyennes pour la largeur moyenne d'une rue et une hauteur moyenne des bâtiments qui la bordent.

<sup>6</sup> Inventaire Spatialisé des Emissions Atmosphériques - ISEA v4 <https://www.airbreizh.asso.fr/isea-la-nouvelle-version-de-linventaire-spatialise-des-emissions-atmospheriques/>

<sup>7</sup> Recommandations OMS 2021 <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/346555/9789240035423-fre.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

#### Situation chronique : moyenne annuelle 2019 par rapport aux valeurs réglementaires

##### Concentration de NO<sub>2</sub> au niveau de l'agglomération

En cohérence avec la répartition de ses sources d'émissions et de son niveau de pollution de fond très faible, les concentrations de dioxyde d'azote sont plus élevées au niveau des axes routiers (Cf. Figure 24). Sa durée de vie étant très courte, les concentrations chutent très rapidement à mesure que l'on s'éloigne des voies de circulation.

Les grands axes routiers sont exposés à des niveaux élevés de dioxyde d'azote :

- Les voies rapides à fort trafic (supérieur à 20 000 véhicules par jour en moyenne) reliant l'agglomération de Vannes à celle de Brest et passant à proximité des centres urbains de l'agglomération de Lorient (N165) ;
- La pénétrante reliant la N165 au centre-ville de Lorient (D465) ;
- L'axe reliant Lanester et Lorient (Rue Jean Jaurès et Boulevard de Normandie).

L'effet de confinement des polluants dans les rues de type « canyon » peut accentuer les concentrations sur certains axes de l'agglomération. Quelques exemples sont :

- La rue Jean Jaurès à Lanester ;
- Le boulevard de Normandie à Lorient ;
- La rue de Belgique à Lorient ;
- L'avenue République et l'avenue Jean Jaurès d'Hennebont ;
- La rue Jean Jaurès à Quéven.

Les routes touristiques telles que la départementale D29 reliant Lorient à Larmor-Plage sont également concernées par des concentrations de dioxyde d'azote importantes.

##### Concentration de NO<sub>2</sub> au niveau du port de Lorient

Des concentrations de l'ordre de 18 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle sont observées à proximité des quais et sur le bassin du port.

Cependant, les émissions maritimes sont estimées sur la base des informations fournies par la capitainerie du port et spatialisées dans la modélisation au niveau des bassins, gares et chenaux (sources surfaciques). Afin de mieux évaluer les concentrations modélisées, des points de mesure supplémentaires seraient nécessaires par le biais de campagne de mesures.

Les **cartes réglementaires d'exposition de la population** à la pollution de l'air (Cf. Figure 25) sont présentées selon trois classes afin de comparer l'impact de ces réglementations :

- Zone en dépassement de valeur limite (> 40 µg/m<sup>3</sup>) ;
- Zone en potentiel dépassement de valeur limite due à l'incertitude de la modélisation (> 32 µg/m<sup>3</sup>). Ce chiffre correspond à 80% de la valeur limite ;
- Zone dépassant 60% de la valeur limite (> 24 µg/m<sup>3</sup>) à titre d'information – non réglementaire.

La majorité de la population réside dans des zones faiblement exposées au dioxyde d'azote. En effet, entre 20 et 200 habitants sont exposés à des valeurs dépassant la réglementation en vigueur.

De plus, entre 50 et 550 habitants sont exposés à un dépassement de 80% de la valeur limite.

# ÉVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR :

## Modélisation et évaluation de la pollution atmosphérique à Lorient agglomération

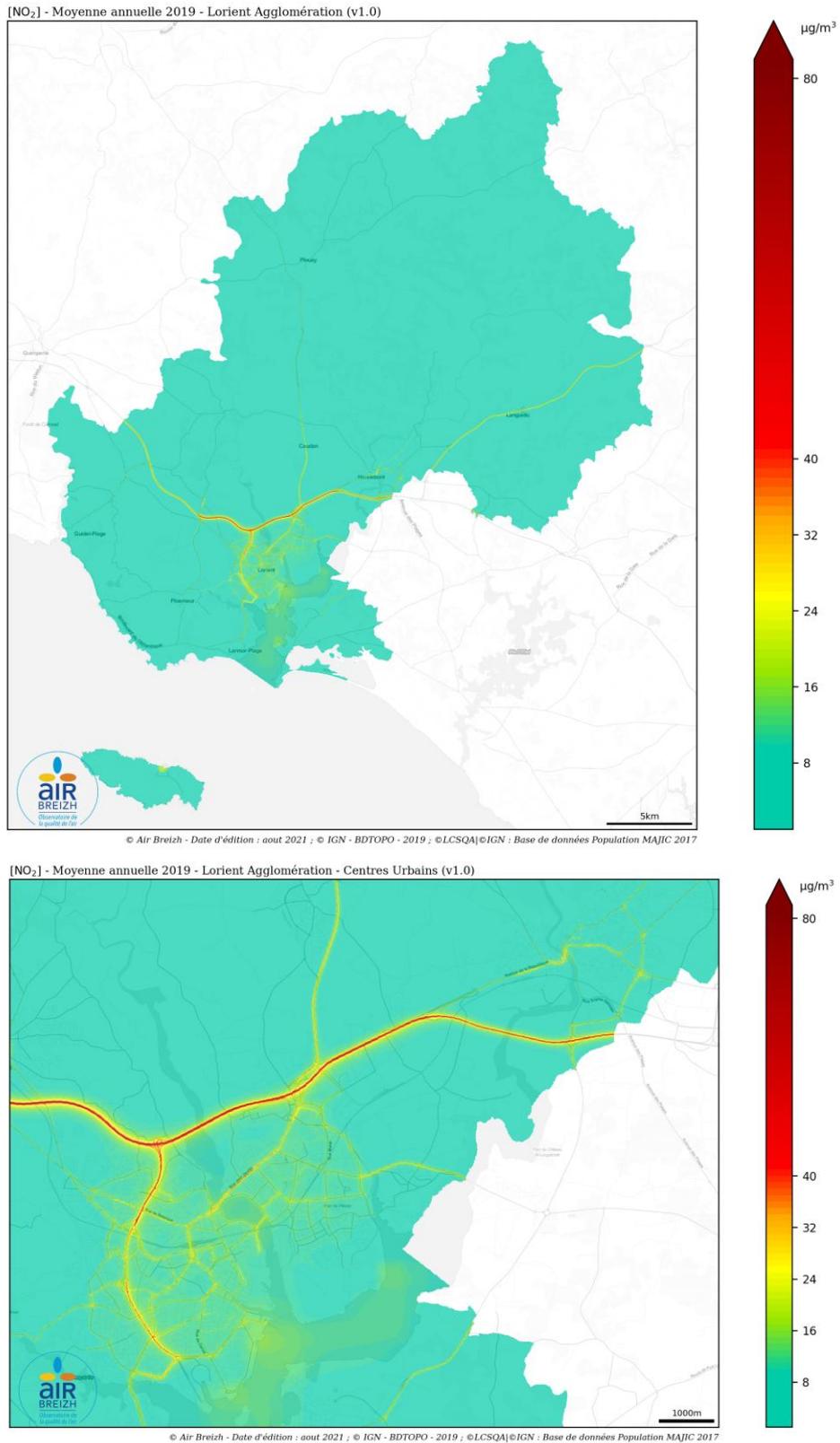
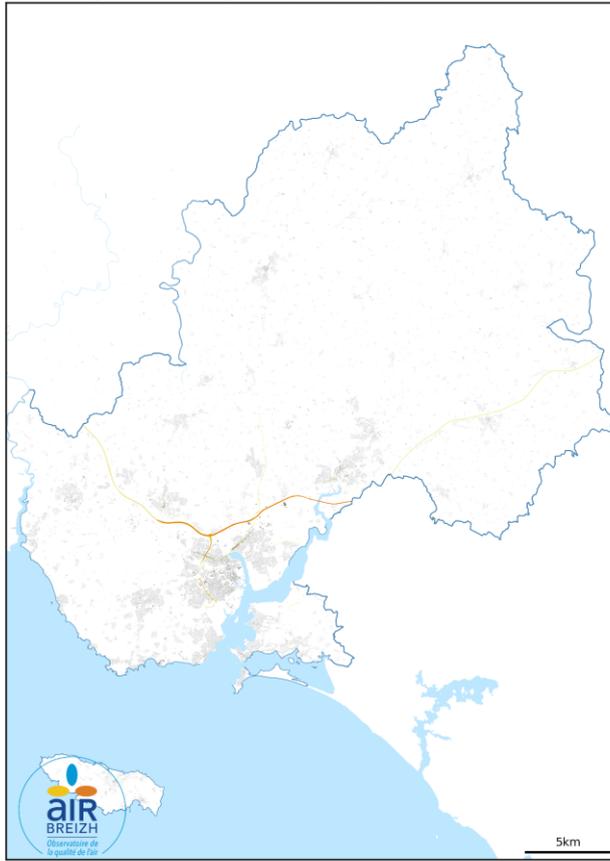
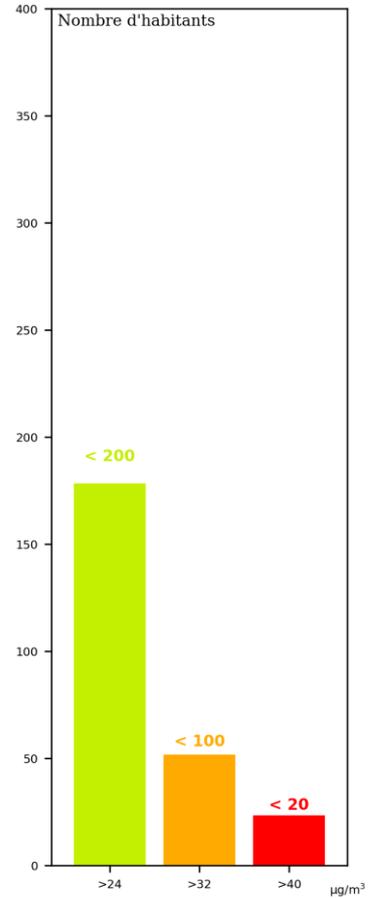


Figure 24 : Cartes de concentration en moyenne annuelle 2019 de NO<sub>2</sub> par rapport à la valeur limite réglementaire

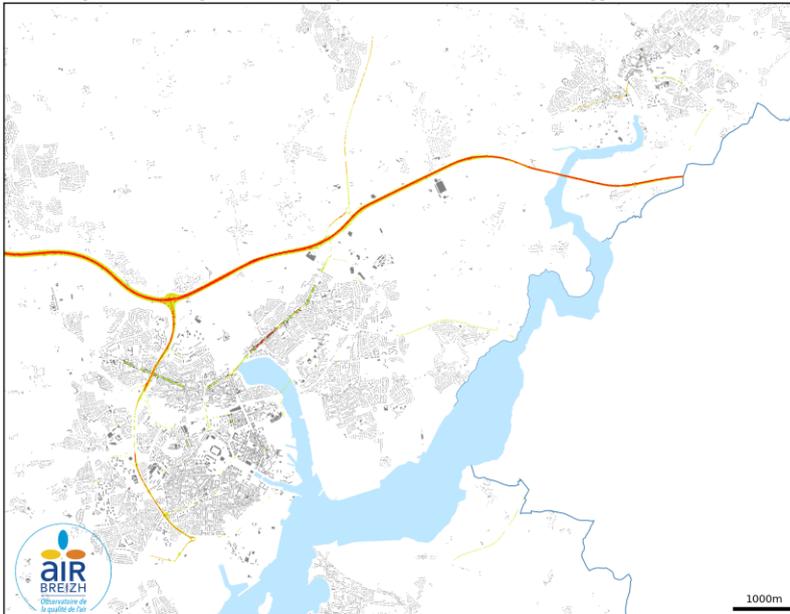
Zone en dépassement et Exposition [NO<sub>2</sub>] - Moyenne annuelle 2019 - CA Lorient Agglomération (v1.0)



Date d'édition : déc. 2021 ; © LCSQA|IGN : Base de données Population MAJIC 2017



Zone en dépassement et Exposition [NO<sub>2</sub>] - Moyenne annuelle 2019 - CA Lorient Agglomération (v1.0)



Date d'édition : déc. 2021 ; © LCSQA|IGN : Base de données Population MAJIC 2017

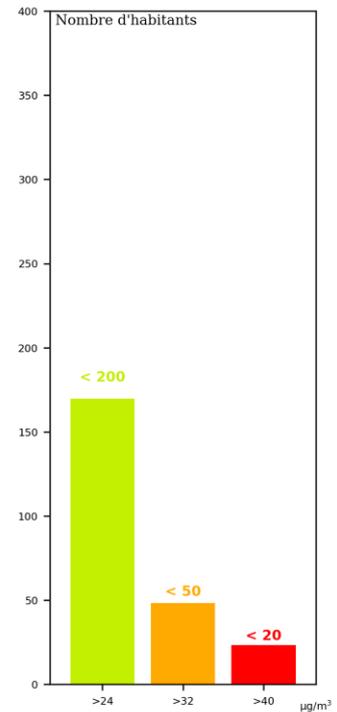


Figure 25 : Exposition de la population à un dépassement de la valeur limite annuelle réglementaire pour le NO<sub>2</sub> sur l'agglomération de Lorient (en haut) et sur une zone urbaine restreinte (en bas).

### Origine de la pollution au NO<sub>2</sub> : Quel est l'impact des principales sources de pollution sur la qualité de l'air ?

Les sources sont classées en quatre catégories (Cf. Figure 26), selon la méthodologie employée dans le modèle :

- Les sources linéiques routières, représentées en orange ;
- Les sources ponctuelles industrielles, représentées en bleu ;
- Les sources cadastrées (autres émissions dont le chauffage urbain), représentées en violet ;
- La pollution de fond régionale, qui peut être influencée indirectement par tout type de sources d'émission, dont les aires urbaines, industrielles ou agricoles extérieures au domaine, représentée en vert.

La mesure de dioxyde d'azote est également représentée en trait bleu sur la figure, afin de pouvoir comparer les concentrations simulées (somme des aires colorées) aux concentrations réelles respirées.

Afin de mieux appréhender les contributions des sources en fonction de la situation géographique, les cartes de dispersion présentées Figure 27 (moyenne annuelle 2019) représentent la contribution du trafic routier et des sources cadastrées.

Les contributions des sources de pollution sont variables en ordre de grandeur et spatialement :

- **Le trafic routier** apporte des concentrations de dioxyde d'azote respirées importantes, avec une augmentation croissante avec la proximité des axes routiers.
- **Les grandes sources ponctuelles industrielles** ont un impact très faible sur les concentrations de dioxyde d'azote, avec des niveaux inférieurs à 1 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle.
- **Les autres sources cadastrées**, principalement pilotées par les équipements de chauffage, contribuent à hauteur de quelques µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle.

Ces résultats suggèrent que réduire les sources d'émissions de dioxyde d'azote issues du trafic routier, du transport maritime et du chauffage, grâce à la modernisation des équipements ou à la réduction des activités, pourrait diminuer les niveaux de pollution respirés quotidiennement par les habitants de l'agglomération.

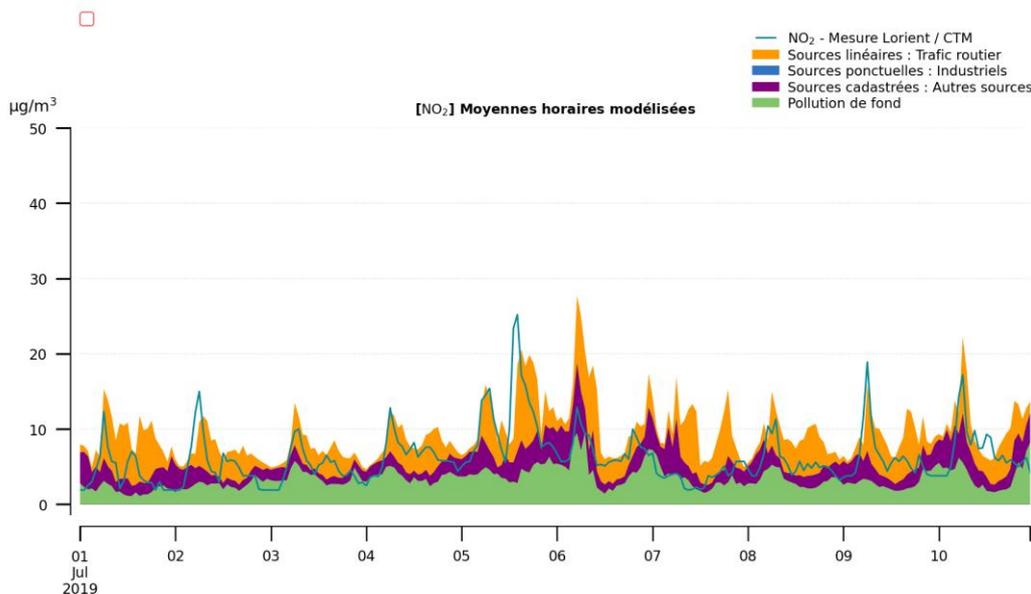
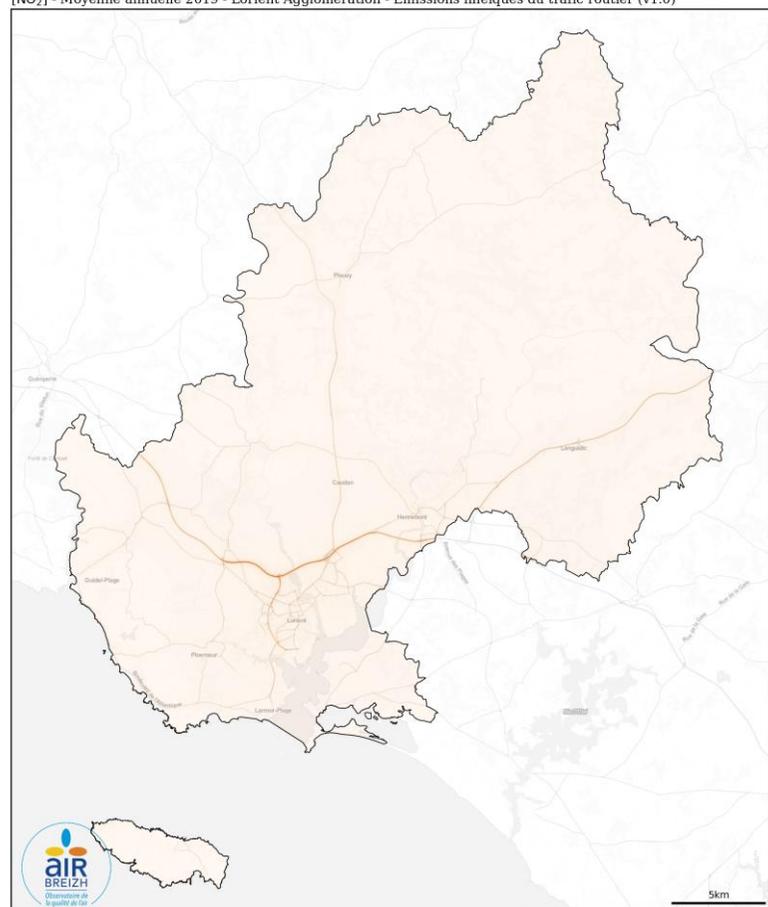


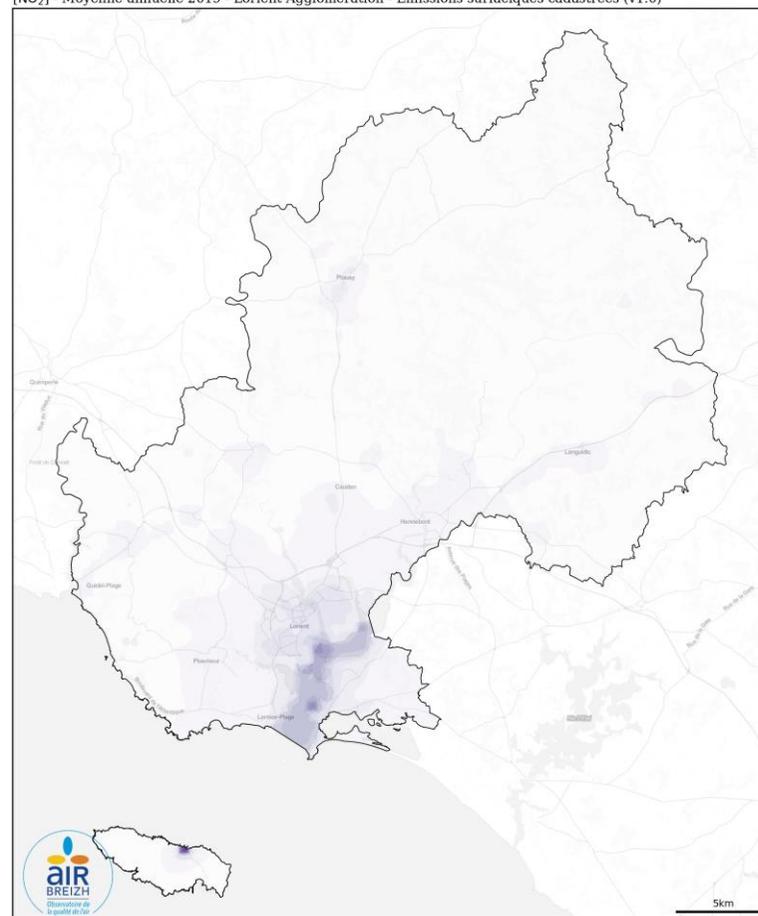
Figure 26 : Concentrations de NO<sub>2</sub> en moyenne horaire au niveau de la station 'CTM' (en bas) - Situation estivale (du 01/07/2019 au 11/07/2019)

[NO<sub>2</sub>] - Moyenne annuelle 2019 - Lorient Agglomération - Emissions linéiques du trafic routier (v1.0)



© Air Breizh - Date d'édition : oct. 2021 ; © IGN - BDTOPO - 2019 ; © LCSQA|©IGN : Base de données Population MAJIC 2017

[NO<sub>2</sub>] - Moyenne annuelle 2019 - Lorient Agglomération - Emissions surfaciques cadastrées (v1.0)



© Air Breizh - Date d'édition : oct. 2021 ; © IGN - BDTOPO - 2019 ; © LCSQA|©IGN : Base de données Population MAJIC 2017

Figure 27 : Contribution des sources dans les concentrations moyennes modélisées de NO<sub>2</sub> pour l'année de référence 2019. Les émissions du trafic routier sont représentées à gauche et celles des sources cadastrées à droite. NB : les échelles sont différentes.

### Etat des lieux du nombre de dépassement des valeurs limites règlementaires pour le NO<sub>2</sub> sur l'agglomération de Lorient.

La Figure 28 illustre le nombre d'heures de dépassement du seuil d'information et de recommandation simulé pour l'année de référence 2019, fixé à 200 µg/m<sup>3</sup>.

La valeur limite horaire fixée à 18 heures de dépassement autorisées du seuil d'information et de recommandations (200 µg/m<sup>3</sup>) n'est pas respectée au niveau des voies de circulation des principaux axes de Lorient agglomération (N165, D465).

Ce résultat est cohérent avec le système de mesure de l'agglomération qui n'a enregistré aucun dépassement du seuil d'information et de recommandations en situation urbaine de fond pour l'année 2019.

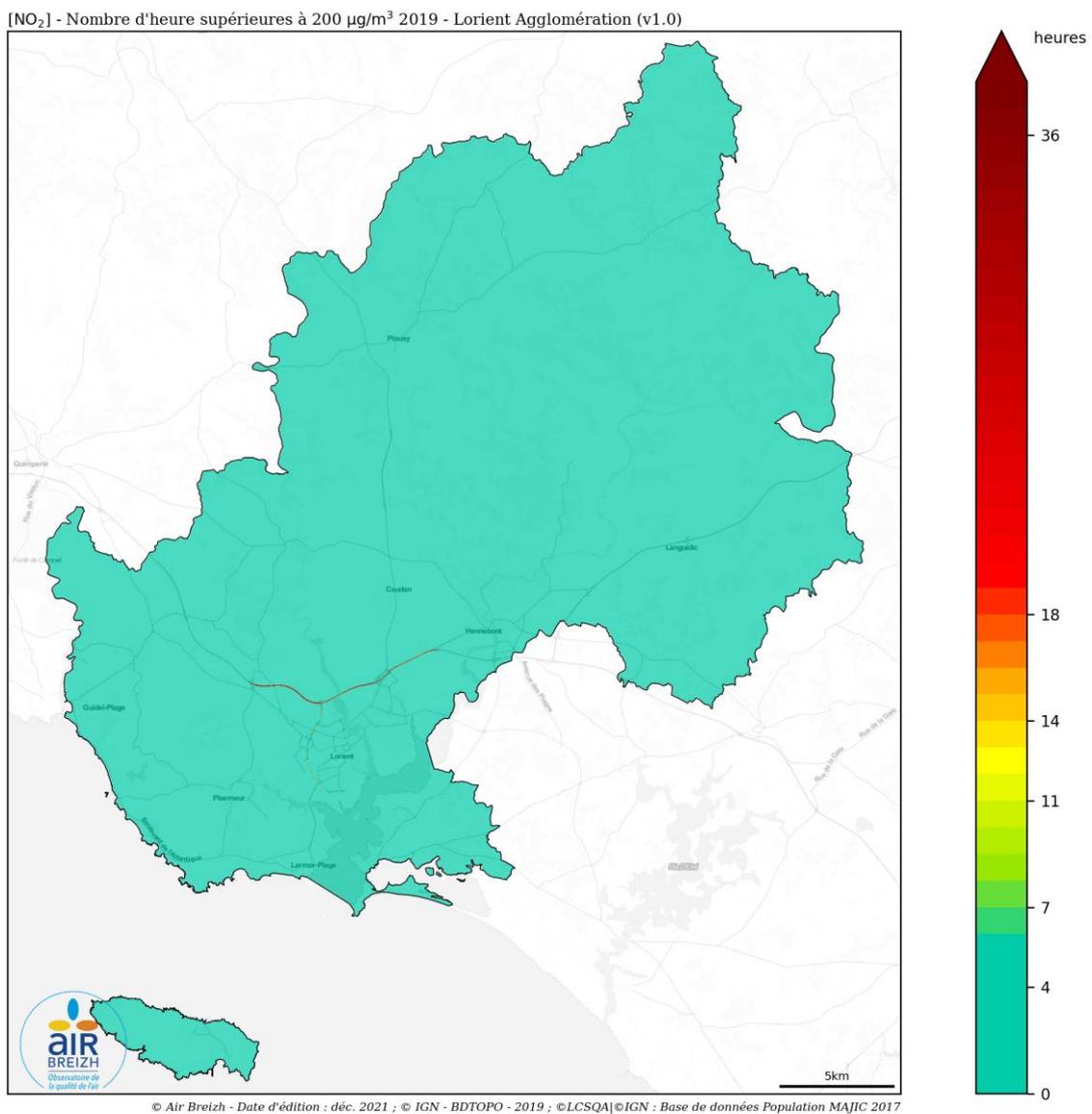


Figure 28 : Carte de nombre de jours de dépassement du seuil d'information et de recommandations pour le NO<sub>2</sub> pour l'année de référence 2019

#### Situation chronique - Comparaison avec les valeurs guide OMS (2021)

Les valeurs réglementaires en vigueur à l'écriture de ce rapport seront amenées à tendre vers les recommandations de l'OMS. Aussi, il est important d'estimer l'impact de ces mesures sur l'exposition de la population.

La Figure 29 représente une comparaison des concentrations de dioxyde d'azote pour l'année de référence 2019 à l'échelle de la région par rapport à la valeur limite réglementaire et à la valeur guide de l'OMS (2021). Cette même comparaison est illustrée Figure 30 à l'échelle de l'agglomération de Lorient.

Les **cartes d'exposition de la population** à la pollution de l'air (Cf. Figure 31) seront présentées selon deux classes :

- Zone en dépassement de valeur limite ( $> 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pour la première carte ;
- Zone en dépassement de la valeur guide OMS (2021) ( $> 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pour la seconde.

Entre 60 000 et 130 000 personnes sont exposées à un dépassement de la valeur limite OMS (2021), soit entre 30% et 65% de la population de l'agglomération de Lorient.

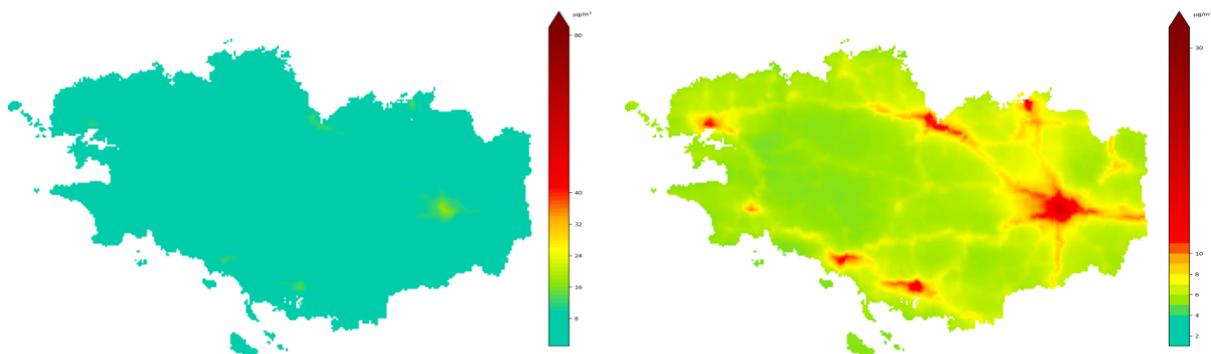
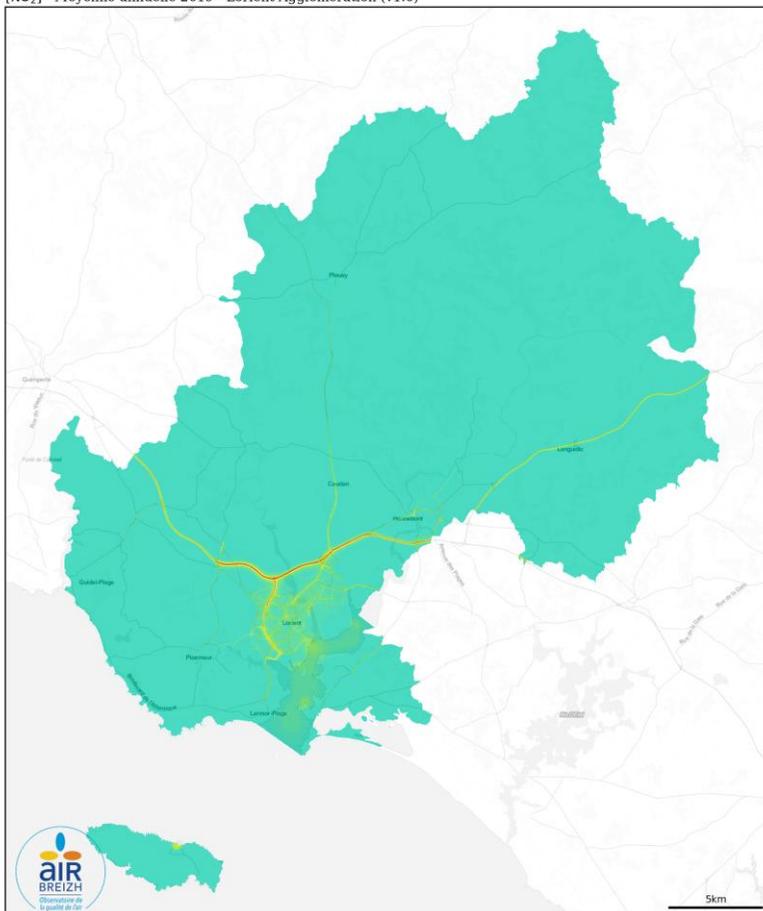


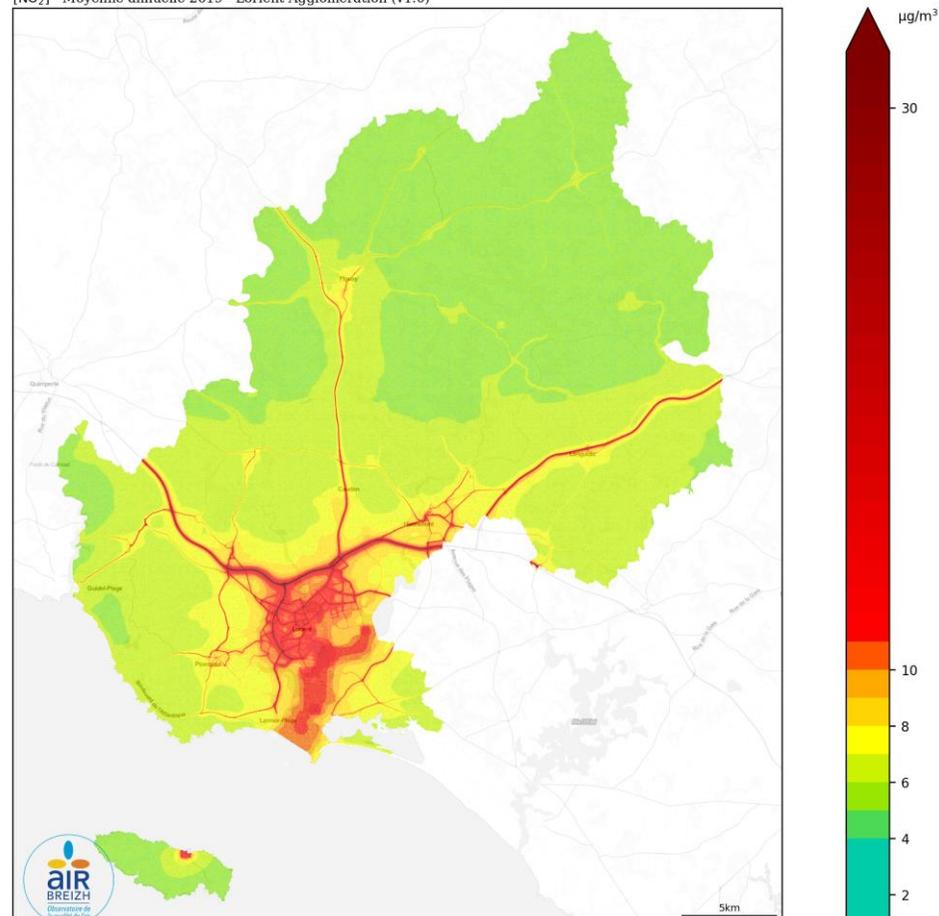
Figure 29 : Cartes de concentrations régionales de  $\text{NO}_2$  en moyenne annuelle de 2019 par rapport à la valeur limite réglementaire (En haut) et à la valeur guide OMS (2021) (En bas)

[NO<sub>2</sub>] - Moyenne annuelle 2019 - Lorient Agglomération (v1.0)



© Air Breizh - Date d'édition : aout 2021 ; © IGN - BDTOPO - 2019 ; © LCSQA|IGN : Base de données Population MAJIC 2017

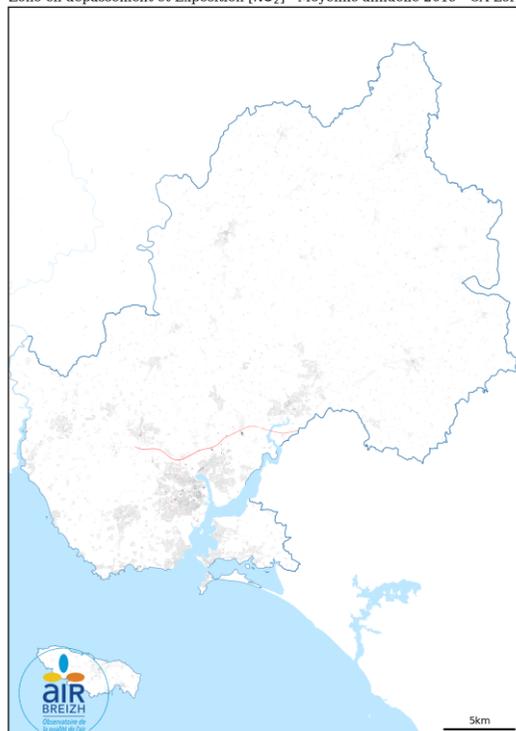
[NO<sub>2</sub>] - Moyenne annuelle 2019 - Lorient Agglomération (v1.0)



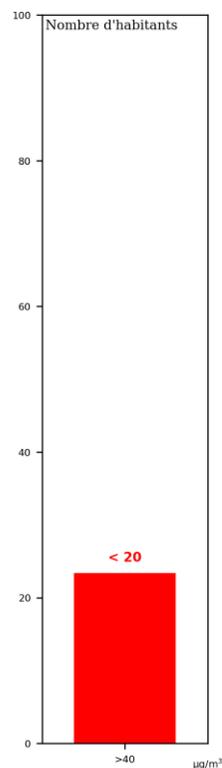
© Air Breizh - Date d'édition : sept. 2021 ; © IGN - BDTOPO - 2019 ; © LCSQA|IGN : Base de données Population MAJIC 2017

Figure 30 : Cartes des concentrations en moyennes annuelles 2019 de NO<sub>2</sub> par rapport à la valeur limite règlementaire (gauche) et à la valeur guide OMS (2021) (droite)

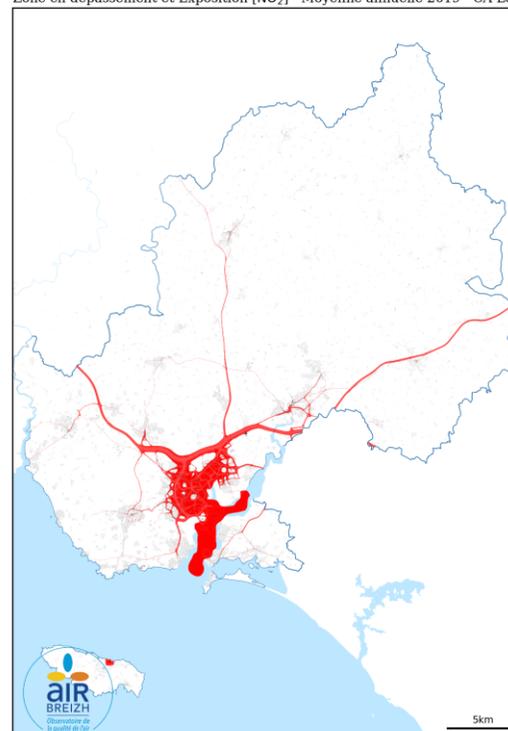
Zone en dépassement et Exposition [NO<sub>2</sub>] - Moyenne annuelle 2019 - CA Lorient Agglomération (v1.0)



Date d'édition : nov. 2021 ; © LCSQA | IGN : Base de données Population MAJIC 2017



Zone en dépassement et Exposition [NO<sub>2</sub>] - Moyenne annuelle 2019 - CA Lorient Agglomération (v1.0)



Date d'édition : nov. 2021 ; © LCSQA | IGN : Base de données Population MAJIC 2017

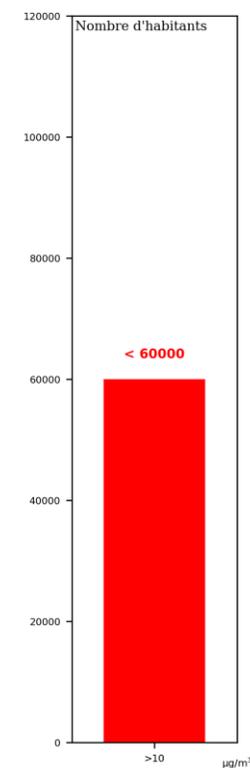


Figure 31 : Exposition de la population à un dépassement de la valeur limite annuelle règlementaire (gauche) et de la valeur limite OMS (2021) (droite) pour le NO<sub>2</sub> en 2019.

**Attention particulière :** La carte OMS (2021) peut porter à confusion en raison de l'hypothèse faite lors de la spatialisation des émissions du secteur maritime (cf : Partie V. 6). La zone portuaire est en dépassement de la valeur limite OMS (2021) même si les concentrations sont plus faibles que sur la route nationale (cf : Figure 30).

#### Etat des lieux du nombre de dépassement des valeurs guide OMS pour le NO<sub>2</sub> sur l'agglomération de Lorient.

Le modèle SIRANE ne permet pas encore de calculer l'indicateur du nombre de jours de dépassement d'un certain seuil. Cependant, d'après le dispositif de surveillance du dioxyde d'azote implanté dans l'agglomération, la valeur guide journalière établie par l'OMS (2021) a été dépassée pour l'année de référence 2019.

#### Nombre de jours de dépassement NO<sub>2</sub> mesuré par le dispositif de surveillance :

La Figure 32 présente le nombre de dépassement de la valeur guide OMS (2021) fixée à **25 µg/m<sup>3</sup>** en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an.

Du point de vue de cette valeur guide, **16 dépassements** ont été observés en 2019 à la station Bissonnet et **15** à la station CTM. La limite de 3 jours par an n'est donc pas respectée. De plus, aucun dépassement n'est comptabilisé en situation de fond rural à la station Guipry : les dépassements observés dans l'agglomération de Lorient sont bien causés par les émissions des zones urbaines

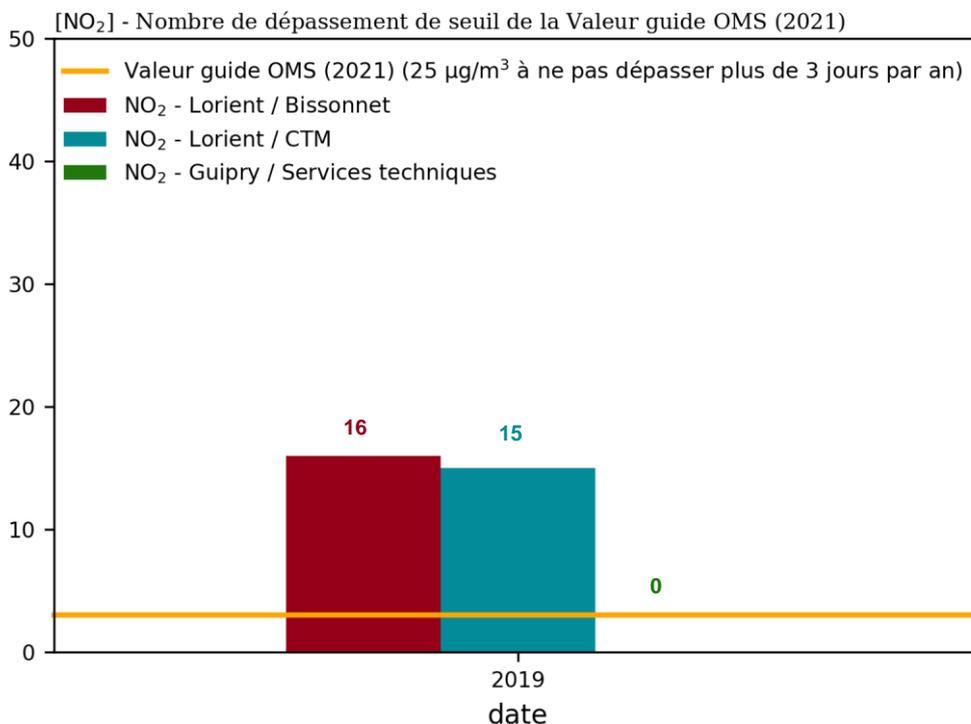


Figure 32 : Nombre de jours en dépassement de la valeur guide OMS (2021) pour le NO<sub>2</sub>

#### VII. 3. Les particules fines PM10 : moyenne annuelle 2019

Les particules fines PM10 sont émises principalement par le chauffage urbain (**37%**), les transports (**20%**) et les activités agricoles (**25%**) de l'agglomération de Lorient<sup>8</sup>.

Les **valeurs réglementaires** de la qualité de l'air pour les PM10 sont :

- La valeur limite annuelle fixée à **40** µg/m<sup>3</sup> (en moyenne annuelle) ;
- L'objectif de qualité annuel fixé à **30** µg/m<sup>3</sup> (en moyenne annuelle) ;
- La valeur limite journalière fixée à **50** µg/m<sup>3</sup> (en moyenne journalière) à ne pas dépasser plus de **35** jours par an.

Les **valeurs guides** de la qualité de l'air pour les PM10 établies par l'OMS en 2005 sont :

- **20** µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle ;
- **50** µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de **3** jours par an.

Les **valeurs guides** de la qualité de l'air pour les PM10 établies par l'OMS en 2021 sont :

- **15** µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle ;
- **45** µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de **3** jours par an.

Une comparaison de l'exposition de la population entre les valeurs réglementaires et les valeurs guides sera effectuée.

Les valeurs limites européennes en vigueur en 2021 pendant l'écriture de ce rapport seront à terme révisées et très vraisemblablement abaissées pour tendre vers les valeurs guides établies par l'Organisation Mondiale de la Santé.

**Attention particulière :** Le modèle SIRANE est un modèle de dispersion en milieu urbain adapté à l'échelle du quartier. Les zooms effectués au niveau d'une rue doivent être effectués avec prudence. Les cartographies de pollution possèdent une résolution spatiale de 10 m par 10 m. La description des rues est simplifiée en utilisant des données moyennes pour la largeur moyenne d'une rue et une hauteur moyenne des bâtiments qui la bordent.

---

<sup>8</sup> ISEA v4

#### Situation chronique : moyenne annuelle 2019 par rapport aux valeurs règlementaires

##### Concentrations de PM10 au niveau de l'agglomération

L'amplitude des concentrations de particules fines modélisées, illustrées Figure 33, est plus restreinte que pour le dioxyde d'azote :

- Le niveau de fond périurbain dans les zones peu habitées de l'agglomération est autour de  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (environ 40 % de la VL règlementaire) ;
- Le niveau de fond urbain des villes de Lorient et de Lanester est autour de  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en cohérence avec le dispositif de mesure implanté en situation urbaine de fond. Le chauffage résidentiel, qui représente 37 % des émissions de PM10 de l'agglomération, est le principal responsable de cette augmentation par rapport aux zones moins habitées de l'agglomération.

##### Concentrations de PM10 au niveau du port de Lorient

Des concentrations de l'ordre de  $18 - 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (environ 50% de VL règlementaire) en moyenne annuelle sont modélisées à proximité des quais et du bassin du port de Lorient.

Le secteur maritime a, contrairement au cas des  $\text{NO}_x$ , un impact limité sur les concentrations de PM10. Les concentrations sont équivalentes aux zones urbaines voire périurbaines. En effet, seules 10 tonnes de PM10 d'origine maritime sont émises au niveau du port de Lorient, contre 279 tonnes de  $\text{NO}_x$ .

Cependant, les émissions maritimes sont estimées sur la base des informations fournies par la capitainerie du port et spatialisées dans la modélisation au niveau des bassins (sources surfaciques). Afin de mieux évaluer les concentrations modélisées, des points de mesure supplémentaires seraient nécessaires par le biais de campagnes de mesure.

Les **cartes d'exposition de la population** à la pollution de l'air (Cf. Figure 34) seront présentées selon deux classes :

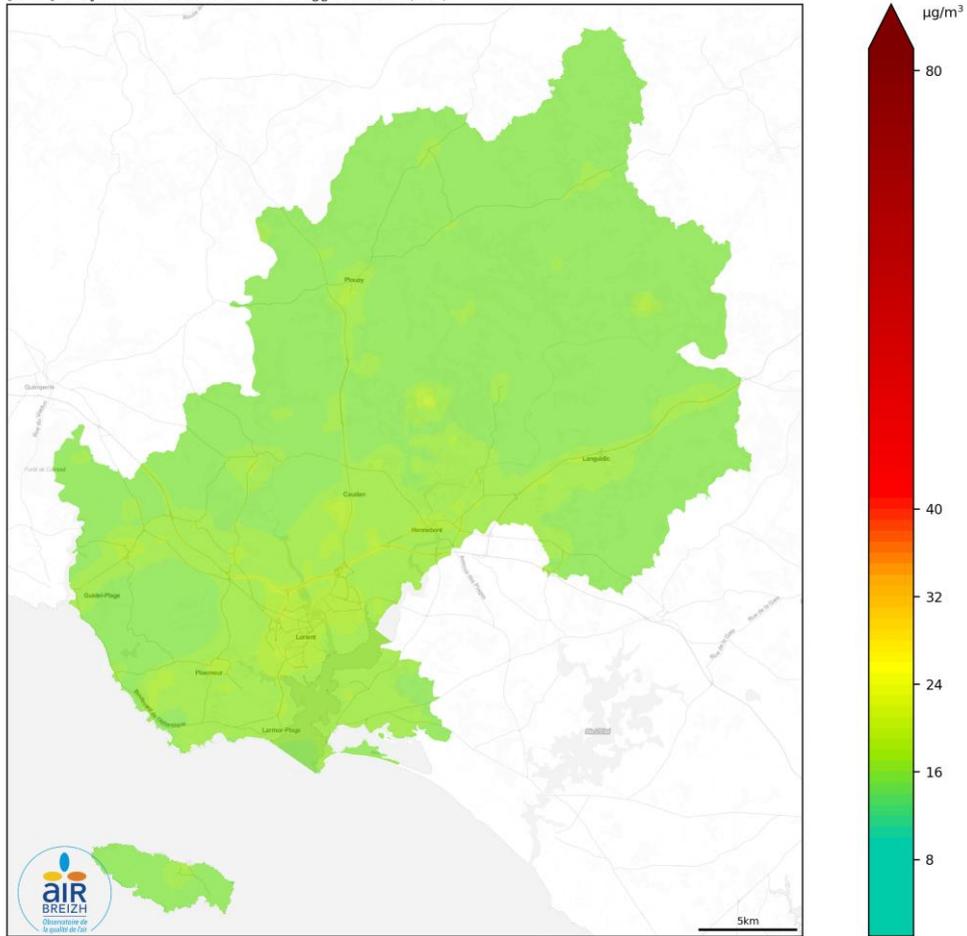
- Zone en dépassement de valeur limite ( $> 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ;
- Zone en dépassement de l'objectif de qualité ( $> 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

D'après la modélisation, aucun habitant n'est exposé à des dépassements de seuils règlementaires en vigueur :

- Respect de la valeur limite fixée à  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (équivalent à 100 % de VL) ;
- Respect de l'objectif de qualité fixé à  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (équivalent à 75 % de VL).

# ÉVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR : Modélisation et évaluation de la pollution atmosphérique à Lorient agglomération

[PM10] - Moyenne annuelle 2019 - Lorient Agglomération (v1.0)



[PM10] - Moyenne annuelle 2019 - Lorient Agglomération - Centres Urbains (v1.0)

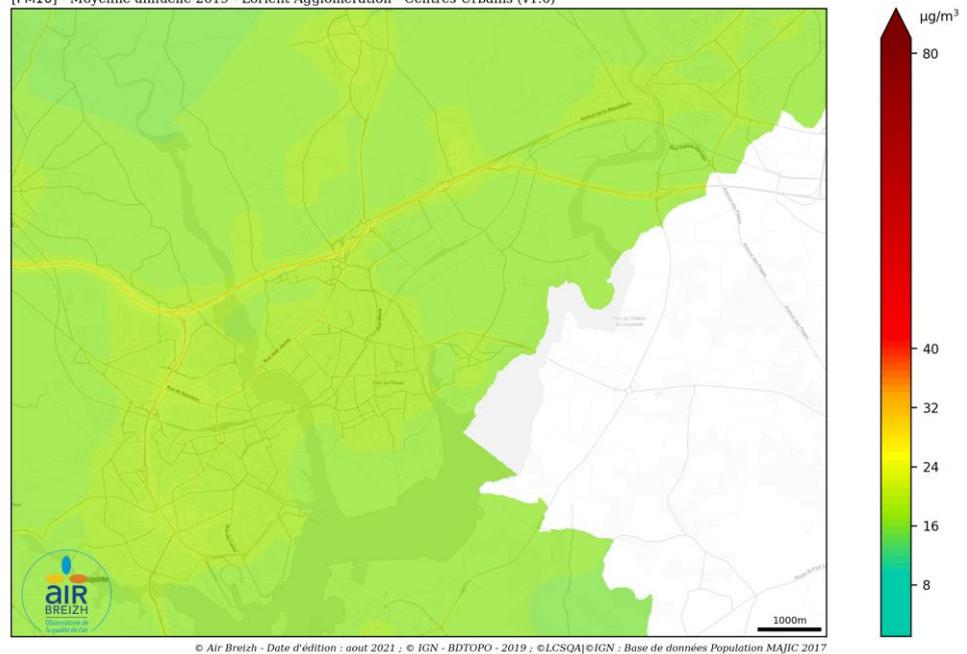
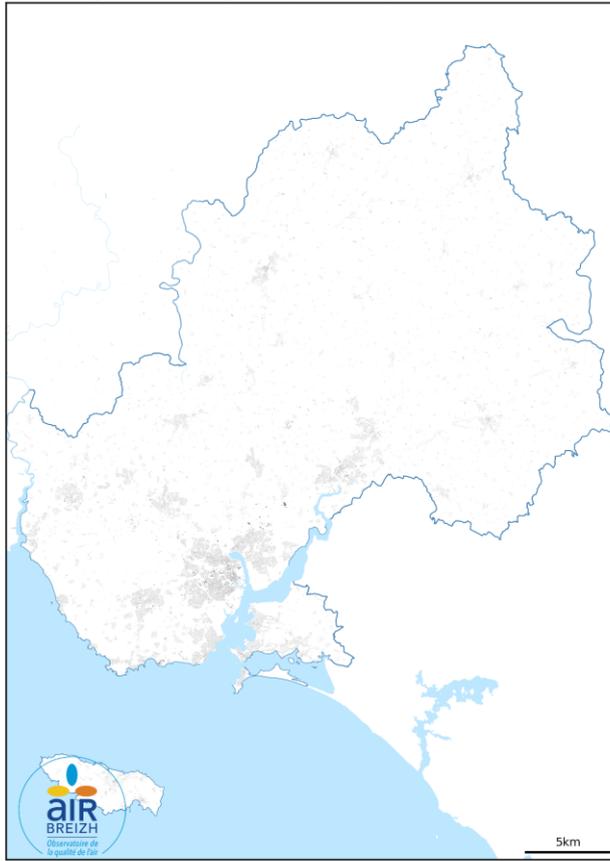
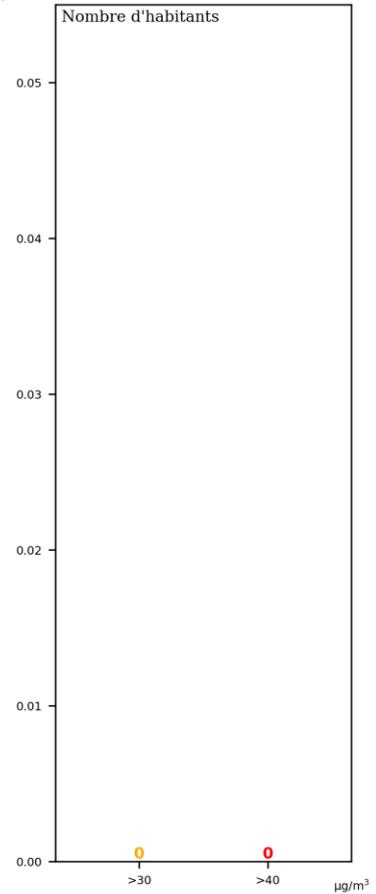


Figure 33 : Cartes de concentration annuelles de PM10 en 2019 par rapport à la valeur limite réglementaire

Zone en dépassement et Exposition [PM10] - Moyenne annuelle 2019 - CA Lorient Agglomération (v1.0)



Date d'édition : déc. 2021 ; © LCSQA|IGN : Base de données Population MAJIC 2017



Zone en dépassement et Exposition [PM10] - Moyenne annuelle 2019 - CA Lorient Agglomération (v1.0)



Date d'édition : déc. 2021 ; © LCSQA|IGN : Base de données Population MAJIC 2017

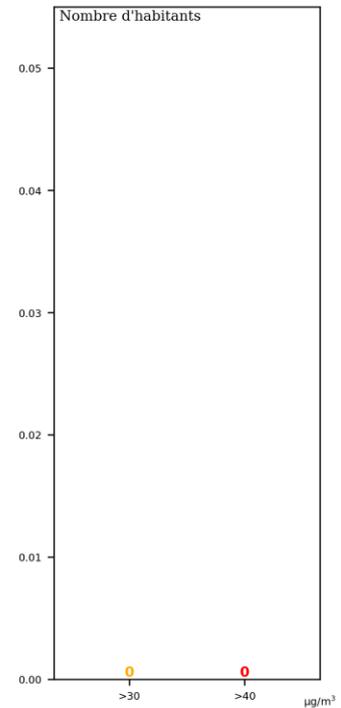


Figure 34 : Exposition de la population à un dépassement de la valeur limite règlementaire pour les PM10 sur l'agglomération de Lorient (en haut) et sur une zone urbaine restreinte (en bas).

#### Origine de la pollution particulaire PM10 : Quel est l'impact des principales sources de pollution sur la qualité de l'air ?

La Figure 35 illustre l'origine des sources de pollution des particules fines PM10, au niveau de la station Bissonnet.

Les sources sont classées en quatre catégories, selon la méthodologie employée dans le modèle :

- Les sources linéiques routières, représentées en orange ;
- Les sources ponctuelles industrielles, représentées en bleu ;
- Les sources cadastrées (autres émissions dont le chauffage urbain), représentées en violet ;
- La pollution de fond régionale, qui peut être influencée indirectement par tout type de sources d'émission, dont les aires urbaines, industrielles ou agricoles extérieures au domaine, représentée en vert.

La mesure de PM10 est également représentée en trait bleu sur la figure, afin de pouvoir comparer les concentrations simulées (somme des aires colorées) aux concentrations réelles respirées.

Afin de mieux appréhender les contributions des sources en fonction de la situation géographique, les cartes de dispersion présentées Figure 36 (moyenne annuelle 2019) représentent la contribution du trafic routier et des sources cadastrées.

Les contributions des sources de pollution sont variables en ordre de grandeur et spatialement :

- **Le trafic routier** contribue moins aux concentrations de PM10 respirées qu'à celles du NO<sub>2</sub>, en lien avec un secteur des transports routiers moins contributeur pour les PM10 que pour les NO<sub>x</sub>. Le trafic routier est cependant un des contributeurs principaux, avec une augmentation croissante en fonction de la proximité avec l'axe routier.
- **Le transport maritime** contribue très peu aux concentrations de PM10 respirées au niveau de la zone portuaire, avec des moyennes annuelles modélisées inférieures à 1 µg/m<sup>3</sup>.
- **Les grandes sources ponctuelles industrielles** ont un impact très faible sur les concentrations de PM10, avec des niveaux inférieurs à 1 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle.
- **Les autres sources cadastrées**, principalement pilotées par les équipements de chauffage, contribuent à hauteur de quelques µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle. Cette contribution est plus forte en hiver.

Ces résultats suggèrent que réduire les sources de PM10 liées trafic routier et du chauffage, grâce à la modernisation des équipements ou à la réduction des activités, pourrait diminuer les niveaux de pollution respirés quotidiennement par les habitants de l'agglomération.

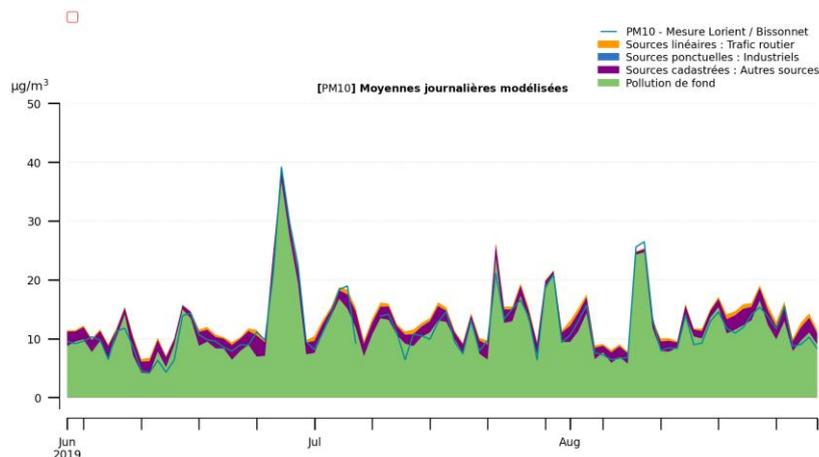
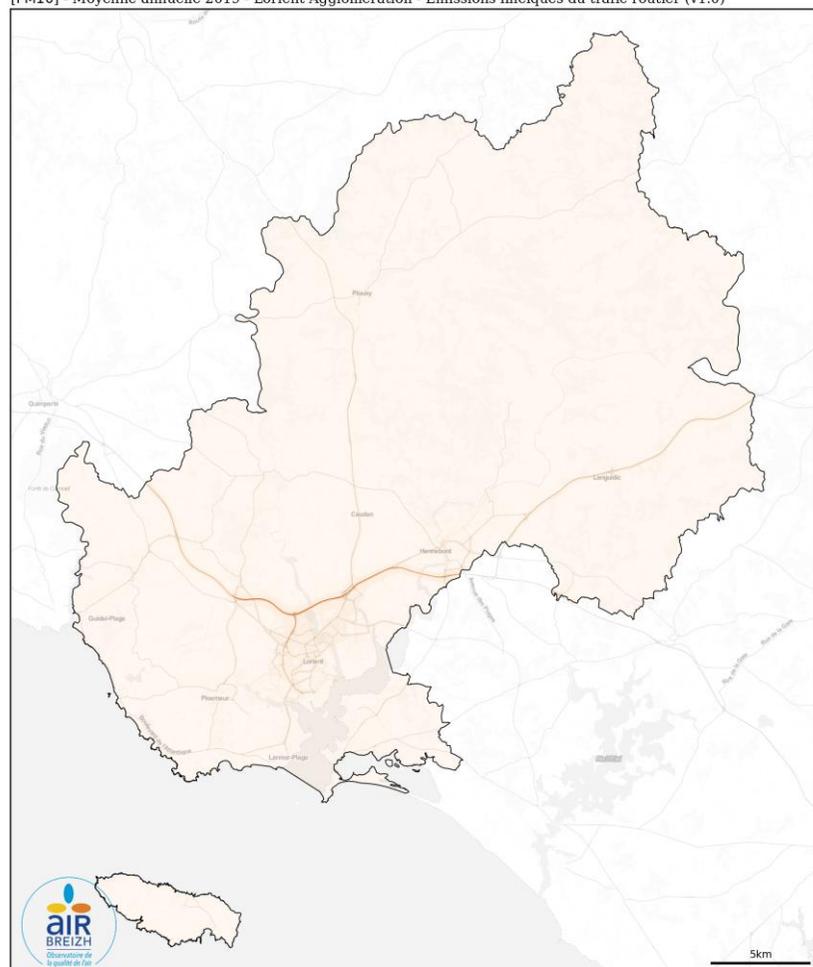


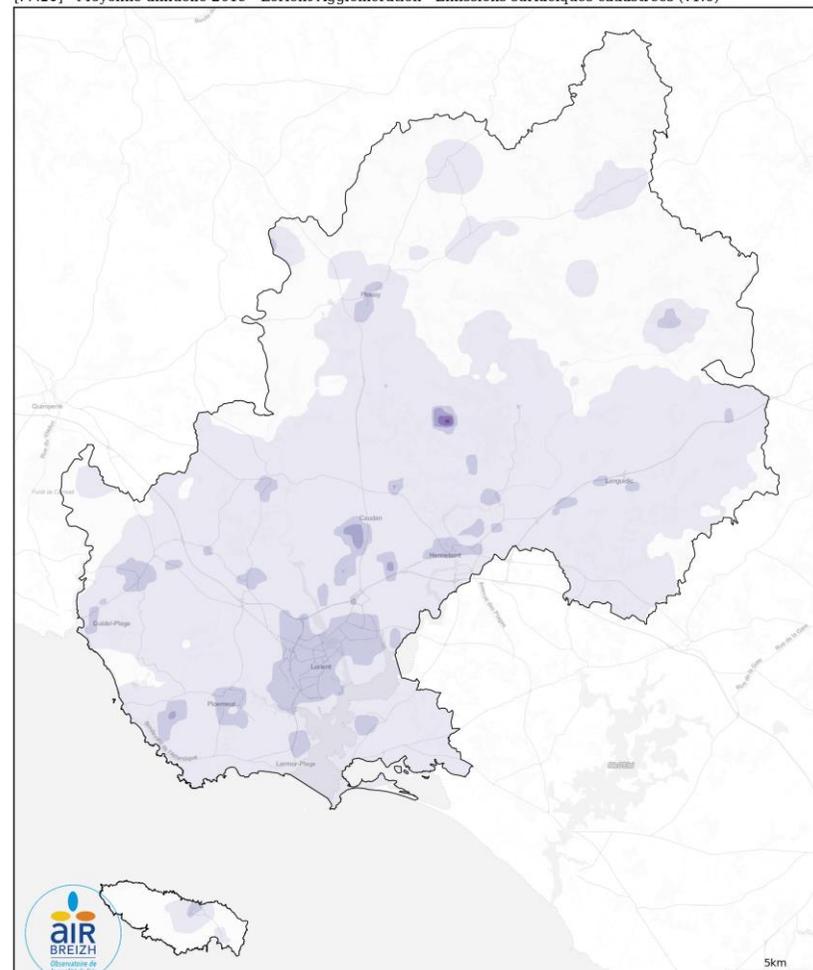
Figure 35 : Contribution des sources de PM10 au niveau de la station "Bissonnet" - Situation estivale (du 01/06/2019 au 31/08/2019)

[PM10] - Moyenne annuelle 2019 - Lorient Agglomération - Emissions linéiques du trafic routier (v1.0)



© Air Breizh - Date d'édition : oct. 2021 ; © IGN - BDTOPO - 2019 ; © LCSQA|©IGN : Base de données Population MAJIC 2017

[PM10] - Moyenne annuelle 2019 - Lorient Agglomération - Emissions surfaciques cadastrées (v1.0)



© Air Breizh - Date d'édition : oct. 2021 ; © IGN - BDTOPO - 2019 ; © LCSQA|©IGN : Base de données Population MAJIC 2017

Figure 36 : Contribution de sources dans les concentrations moyennes modélisées de PM10 pour l'année de référence 2019. Les émissions du trafic routier sont représentées à gauche et celles des sources cadastrées à droite. NB : les échelles sont différentes.

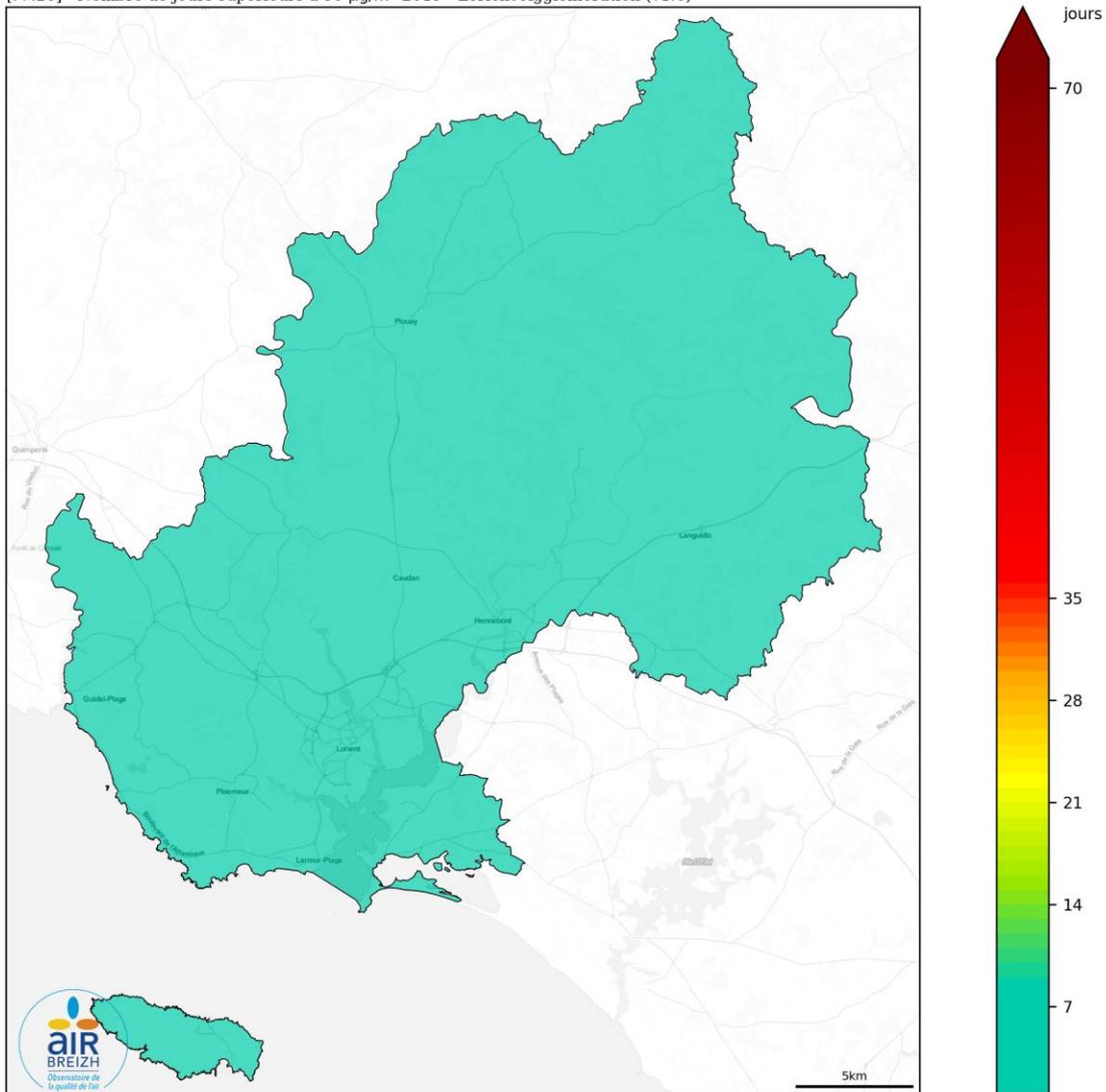
### Etat des lieux du nombre de dépassement des valeurs limites règlementaires pour les PM10 sur l'agglomération de Lorient.

La Figure 37 illustre le nombre de jours de dépassement du seuil d'information et de recommandations simulé pour l'année de référence 2019, fixé à  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.

La valeur limite journalière fixée à 35 jours de dépassement autorisés du seuil d'information et de recommandations ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne journalière) est respectée sur le territoire de Lorient agglomération.

Ce résultat est cohérent avec le système de mesure de l'agglomération qui n'a enregistré aucun dépassement du seuil d'information et de recommandations en situation urbaine de fond pour l'année 2019.

[PM10] - Nombre de jours supérieurs à  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  2019 - Lorient Agglomération (v1.0)



© Air Breizh - Date d'édition : déc. 2021 ; © IGN - BDTOP0 - 2019 ; © LCSQA|IGN : Base de données Population MAJIC 2017

Figure 37 : Carte de nombre de jours de dépassement du seuil d'information et de recommandations pour les PM10 pour l'année de référence 2019

### Situation chronique - Comparaison avec les valeurs guide OMS (2021)

Les valeurs réglementaires en vigueur à l'écriture de ce rapport seront amenées à tendre vers les recommandations de l'OMS 2021. Aussi, il est important d'estimer l'impact de ces mesures sur l'exposition de la population.

La Figure 38 représente une comparaison des concentrations de particules fines PM10 pour l'année de référence 2019 à l'échelle de la région par rapport à la valeur limite réglementaire, à la valeur guide de l'OMS (2005) et à la valeur guide de l'OMS (2021). Cette même comparaison est effectuée Figure 39 à l'échelle de l'agglomération de Lorient.

Les **cartes d'exposition de la population** à la pollution de l'air (Cf. : Figure 40) seront présentées selon 3 classes :

- Zone en dépassement de valeur limite ( $> 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pour la première carte ;
- Zone en dépassement de la valeur limite OMS (2005) ( $> 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pour la seconde carte ;
- Zone en dépassement de la valeur limite OMS (2021) ( $> 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pour la troisième.

D'après la modélisation :

- Entre **100** et **1200** sont exposées à un dépassement de la valeur limite OMS (2005) ;
- Entre **183 000** et **203 000** personnes sont exposées à un dépassement de la valeur limite OMS (2021) soit entre **90 %** et **100 %** de la population de l'agglomération de Lorient.

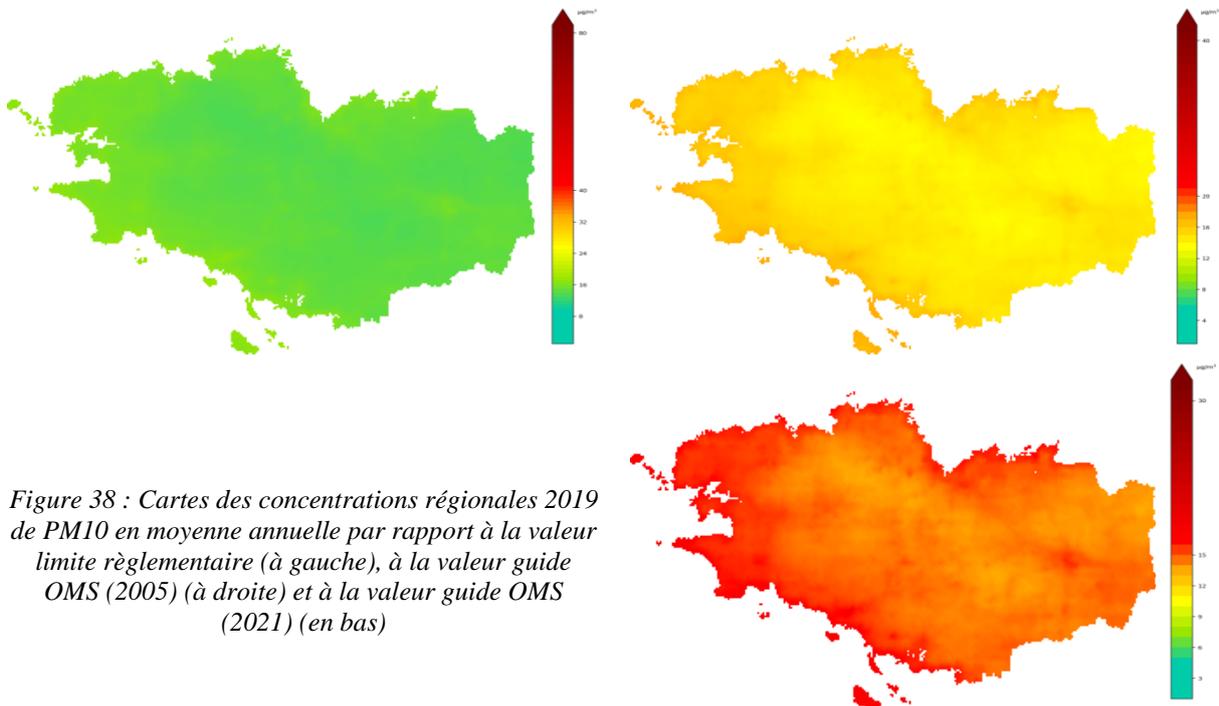
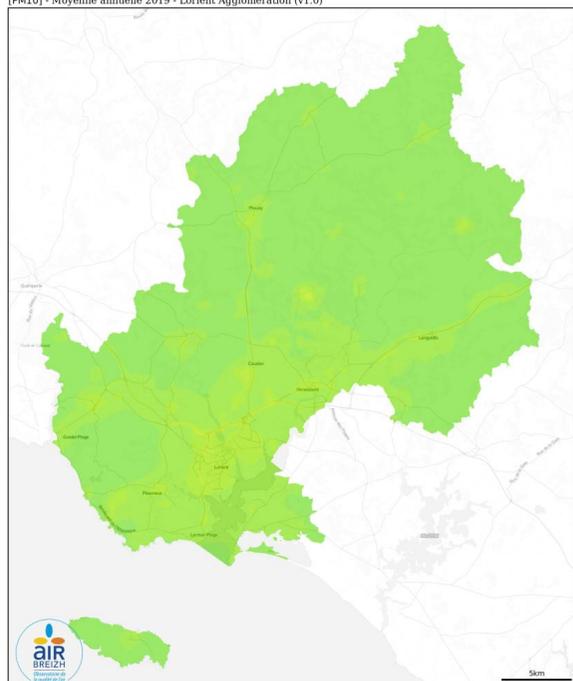


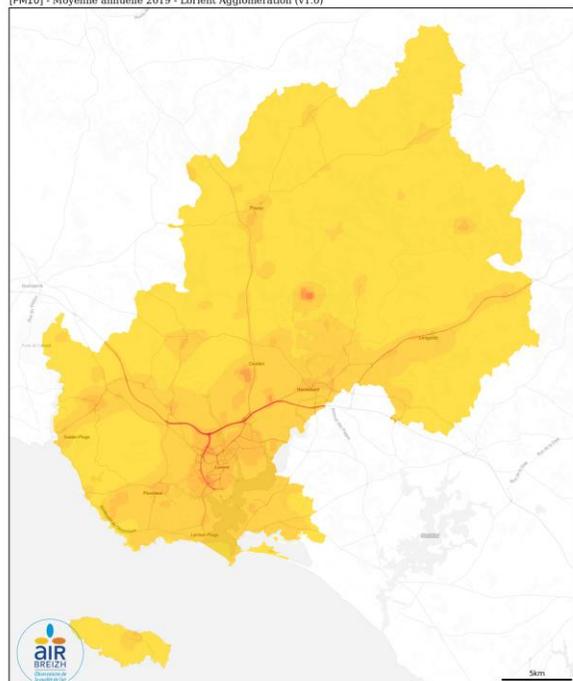
Figure 38 : Cartes des concentrations régionales 2019 de PM10 en moyenne annuelle par rapport à la valeur limite réglementaire (à gauche), à la valeur guide OMS (2005) (à droite) et à la valeur guide OMS (2021) (en bas)

[PM10] - Moyenne annuelle 2019 - Lorient Agglomération (v1.0)



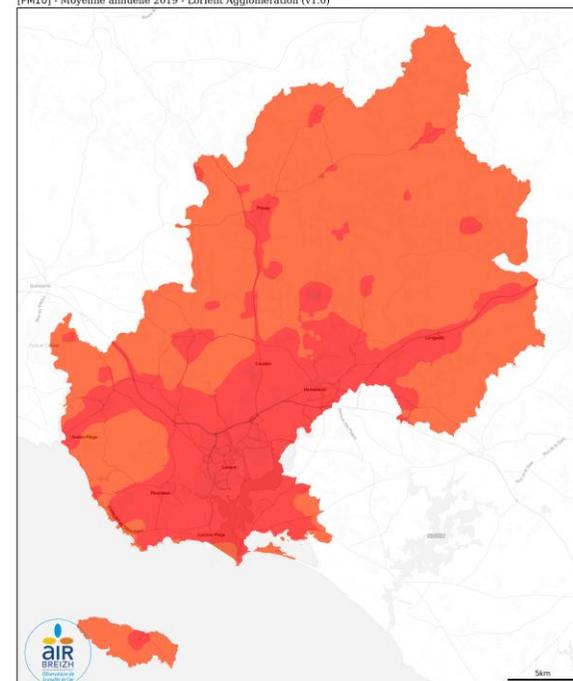
© Air Breizh - Date d'édition : août 2021 ; © IGN - BDTOPO - 2019 ; © LCSQA/©IGN ; Base de données Population MAJIC 2017

[PM10] - Moyenne annuelle 2019 - Lorient Agglomération (v1.0)



© Air Breizh - Date d'édition : nov. 2021 ; © IGN - BDTOPO - 2019 ; © LCSQA/©IGN ; Base de données Population MAJIC 2017

[PM10] - Moyenne annuelle 2019 - Lorient Agglomération (v1.0)



© Air Breizh - Date d'édition : nov. 2021 ; © IGN - BDTOPO - 2019 ; © LCSQA/©IGN ; Base de données Population MAJIC 2017

Figure 39 : Cartes des concentrations en moyennes annuelles 2019 de PM10 par rapport à la valeur limite réglementaire (gauche), à la valeur OMS (2005) (centre) et à la valeur guide OMS (2021) (droite)

# ÉVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR :

## Modélisation et évaluation de la pollution atmosphérique à Lorient agglomération

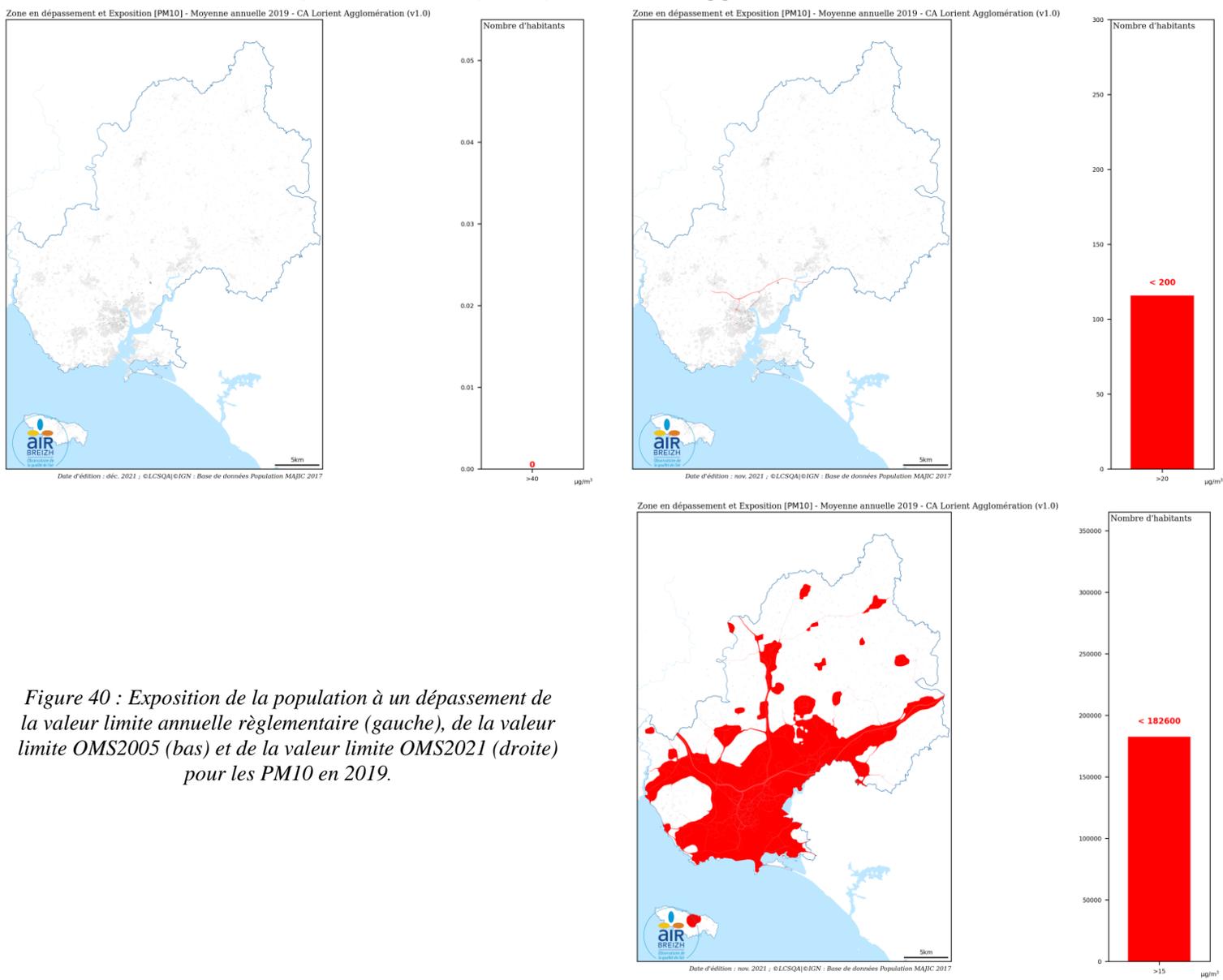


Figure 40 : Exposition de la population à un dépassement de la valeur limite annuelle règlementaire (gauche), de la valeur limite OMS2005 (bas) et de la valeur limite OMS2021 (droite) pour les PM10 en 2019.

### Etat des lieux du nombre de dépassement des valeurs guide OMS pour les PM10 sur l'agglomération de Lorient.

Le modèle SIRANE ne permet pas encore de calculer l'indicateur du nombre de jours de dépassement d'un certain seuil. Cependant, d'après le dispositif de surveillance de particules fines implanté dans l'agglomération, les valeurs guides journalières établies par l'OMS en 2005 et 2021 ont été dépassées pour l'année de référence 2019.

#### Nombre de jours de dépassement PM10 mesuré par le dispositif de surveillance :

La Figure 41 présente une comparaison du nombre de jours de dépassement de la valeur guide OMS (2005) fixée à  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et OMS(2021) fixée  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne journalière. Ces valeurs ne doivent pas être dépassées plus de 3 jours par an.

#### OMS (2005) :

Du point de vue de cette valeur guide, **aucun dépassement** n'a été observé à la station Bissonnet et **un** à la station rurale de fond Guipry. La limite de 3 jours par an est donc respectée.

#### OMS (2021) :

Du point de vue de cette valeur guide, **un dépassement** a été observé à la station Bissonnet et **un** à la station rurale de fond Guipry. La limite de 3 jours par an est donc respectée.

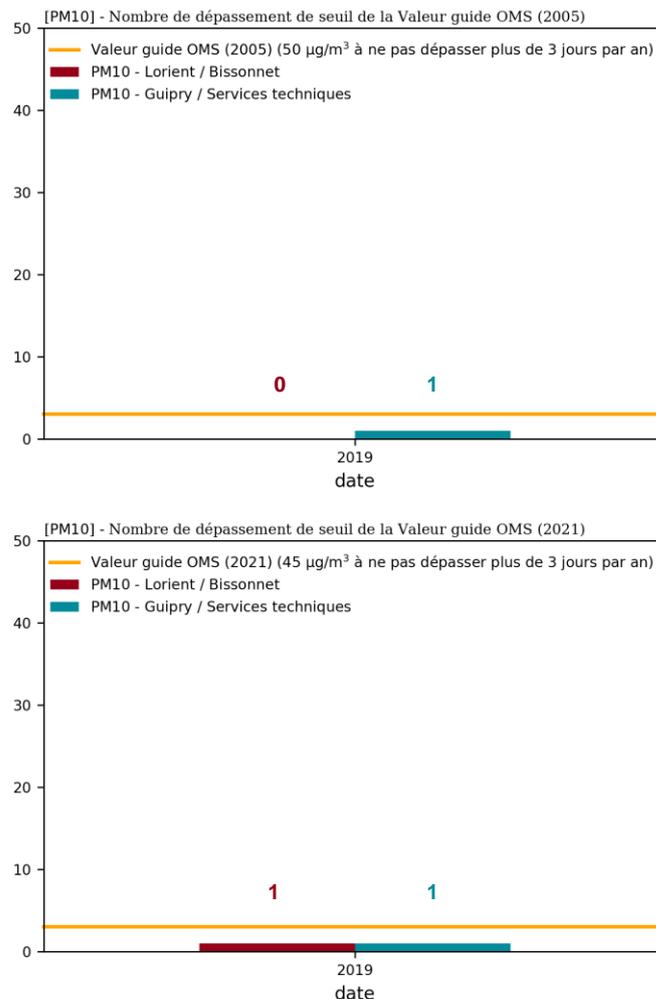


Figure 41 : Nombre de jours de dépassement de la valeur guide OMS (2005) (en haut) et OMS (2021) (en bas) pour les PM10

#### VII. 4. Les particules fines PM2.5 : moyenne annuelle 2019

Les particules fines PM2.5 sont émises principalement par le chauffage urbain (55%) et les transports (19%) de l'agglomération de Lorient<sup>9</sup>.

Les **seuils réglementaires** de la qualité de l'air pour les PM2.5 sont :

- La valeur limite annuelle fixée à **25** µg/m<sup>3</sup> (en moyenne annuelle) ;
- L'objectif de qualité annuel fixé à **10** µg/m<sup>3</sup> (en moyenne annuelle).

Les **valeurs guides** de la qualité de l'air pour les PM2.5 établies par l'OMS 2005 sont :

- La valeur guide annuelle fixée à **10** µg/m<sup>3</sup> (en moyenne annuelle) ;
- Une valeur guide journalière fixée à **25** µg/m<sup>3</sup> (en moyenne journalière) à ne pas dépasser plus de **3** jours par an.

Les **valeurs guides** de la qualité de l'air pour les PM2.5 mises à jour par l'OMS 2021 sont :

- La valeur guide annuelle fixée à **5** µg/m<sup>3</sup> (en moyenne annuelle) ;
- Une valeur guide journalière fixée à **15** µg/m<sup>3</sup> (en moyenne journalière) à ne pas dépasser plus de **3** jours par an.

Une comparaison de l'exposition de la population entre les valeurs réglementaires et les valeurs guides sera effectuée.

Les valeurs limites européennes en vigueur en 2021 pendant l'écriture de ce rapport seront à terme révisées et très vraisemblablement abaissées pour tendre vers les valeurs guides établies par l'Organisation Mondiale de la Santé.

**Attention particulière :** Le modèle SIRANE est un modèle de dispersion en milieu urbain adapté à l'échelle du quartier. Les zooms effectués au niveau d'une rue doivent être effectués avec prudence. Les cartographies de pollution possèdent une résolution spatiale de 10m par 10m. La description des rues est simplifiée en utilisant des données moyennes pour la largeur moyenne d'une rue et une hauteur moyenne des bâtiments qui la bordent.

---

<sup>9</sup> ISEA v4

#### Situation chronique : moyenne annuelle 2019 par rapport aux valeurs règlementaires

##### Concentrations de PM2.5 au niveau de l'agglomération

La répartition des particules fines PM2.5 sur l'agglomération, illustrée Figure 42, est similaire à celle des PM10 mais plus concentrée sur les centres urbains. De plus, les concentrations sont légèrement inférieures à celles des PM10 :

- Le niveau de fond périurbain dans les zones peu habitées de l'agglomération est autour de 8-9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (environ 50% de VL règlementaire) ;
- Le niveau de fond urbain de la ville de Lorient et de Lanester est autour de 12-13  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , en cohérence avec le dispositif de mesure implanté en situation urbaine de fond. Le chauffage résidentiel, représentant 55 % des émissions de PM2.5 de l'agglomération, est principalement responsable de cette augmentation par rapport aux zones moins habitées de l'agglomération.
- Le niveau de fond sur les axes de circulations est autour de 18-20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Des mesures en situation de proximité automobile (non disponible en 2019) sont nécessaires à l'analyse de ces résultats.

##### Concentrations de PM2.5 au niveau du port de Lorient

Des concentrations de l'ordre de 8 - 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle sont modélisées à proximité des quais et du bassin du port de Lorient.

Comme pour les PM10, le secteur maritime a un impact limité sur les concentrations de PM2.5. Les concentrations sont équivalentes aux zones périurbaines. En effet, seules 10 tonnes de PM10 d'origine maritime sont émises au niveau du port de Lorient, contre 279 tonnes de  $\text{NO}_x$ .

Cependant, les émissions maritimes sont estimées sur la base des informations fournies par la capitainerie du port et spatialisées dans la modélisation au niveau des bassins (sources surfaciques). Afin de mieux évaluer les concentrations modélisées, des points de mesure supplémentaires (par le biais de campagne de mesures par exemple) seraient nécessaires.

Les **cartes d'exposition de la population** à la pollution de l'air (Cf. Figure 43) seront présentées selon 3 classes :

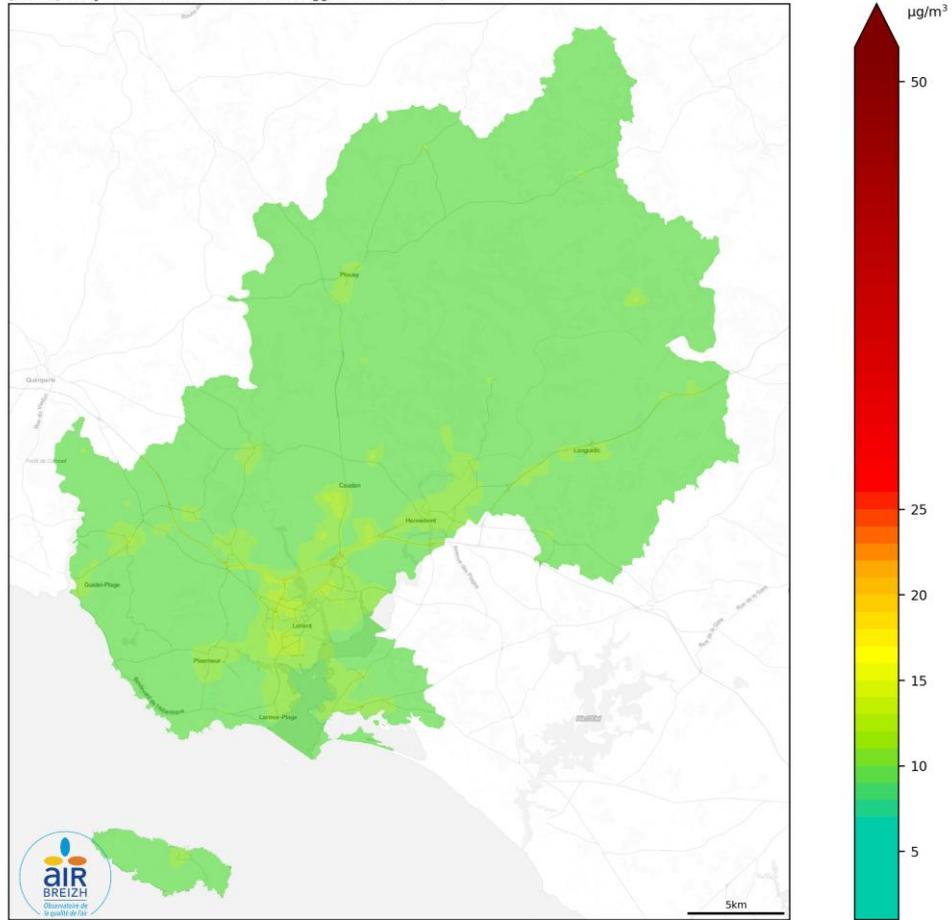
- Zone en dépassement de valeur limite ( $> 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ;
- Zone en dépassement de la valeur cible ( $> 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ;
- Zone en dépassement de la valeur de l'objectif de qualité ( $> 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

D'après la modélisation :

- **Aucun habitant exposé** à un dépassement de la valeur limite fixée à  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ;
- **Aucun habitant exposé** à un dépassement de la valeur ne cible fixée à  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ;
- Entre **40 000** et **52 000** personnes (soit entre **20 %** et **25 % de la population de l'agglomération**) sont exposées à un dépassement de l'objectif de qualité fixé à  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

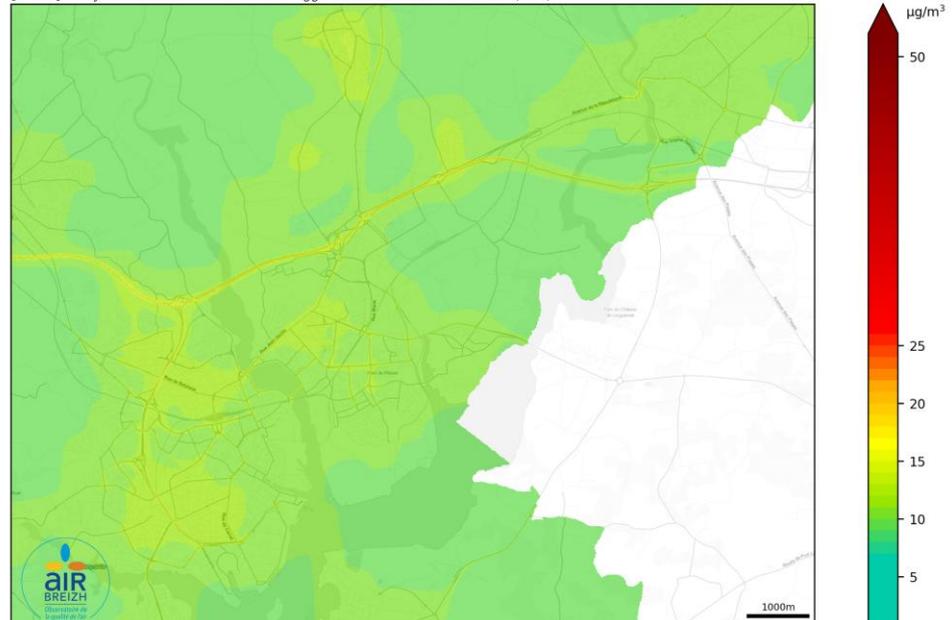
# ÉVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR : Modélisation et évaluation de la pollution atmosphérique à Lorient agglomération

[PM2.5] - Moyenne annuelle 2019 - Lorient Agglomération (v1.0)



© Air Breizh - Date d'édition : aout 2021 ; © IGN - BDTOPO - 2019 ; © LCSQA|IGN : Base de données Population MAJIC 2017

[PM2.5] - Moyenne annuelle 2019 - Lorient Agglomération - Centres Urbains (v1.0)

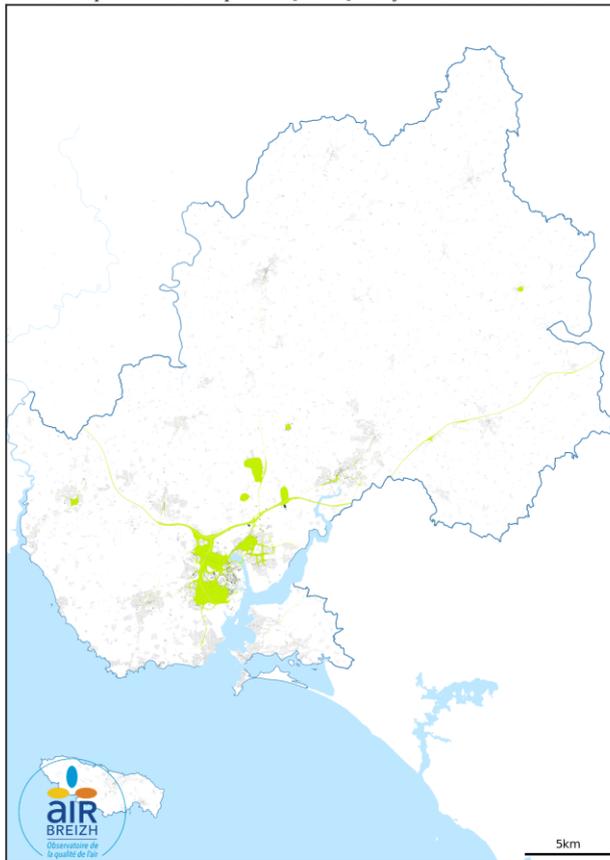


© Air Breizh - Date d'édition : aout 2021 ; © IGN - BDTOPO - 2019 ; © LCSQA|IGN : Base de données Population MAJIC 2017

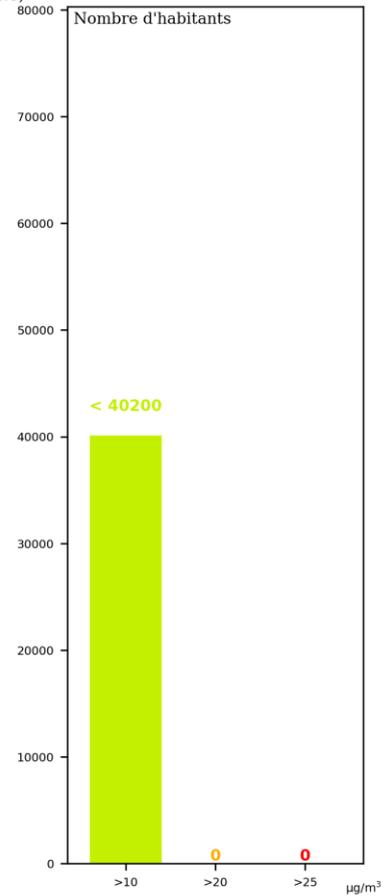
Figure 42 : Cartes de concentration en moyenne annuelle 2019 de PM2.5 par rapport à la valeur limite réglementaire

# ÉVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR : Modélisation et évaluation de la pollution atmosphérique à Lorient agglomération

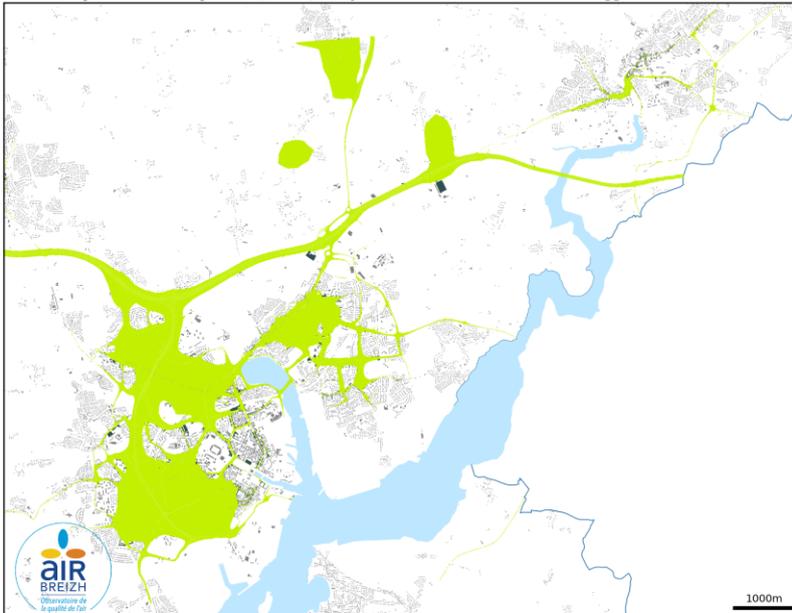
Zone en dépassement et Exposition [PM2.5] - Moyenne annuelle 2019 - CA Lorient Agglomération (v1.0)



Date d'édition : déc. 2021 ; © LCSQA|IGN : Base de données Population MAJIC 2017



Zone en dépassement et Exposition [PM2.5] - Moyenne annuelle 2019 - CA Lorient Agglomération (v1.0)



Date d'édition : déc. 2021 ; © LCSQA|IGN : Base de données Population MAJIC 2017

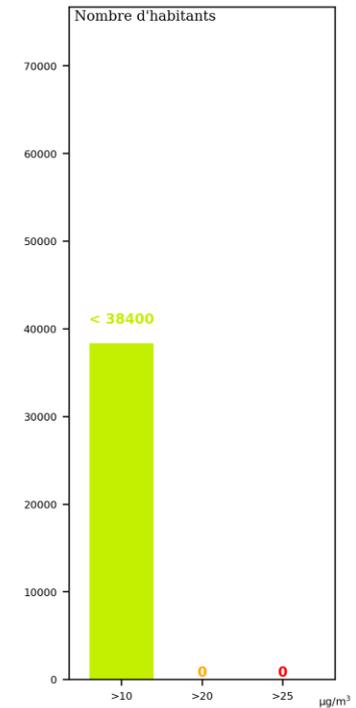


Figure 43 : Exposition de la population à un dépassement de la valeur limite règlementaire et de l'objectif de qualité pour les PM2.5 sur l'agglomération de Lorient (en haut) et sur une zone urbaine restreinte (en bas).

#### Origine de la pollution particulaire PM2.5 : Quel est l'impact des principales sources de pollution sur la qualité de l'air ?

La Figure 44 illustre l'origine des sources de pollution des particules fines PM10, au niveau de la station Bissonnet.

Les sources sont classées en quatre catégories, selon la méthodologie employée dans le modèle :

- Les sources linéiques routières, représentées en orange ;
- Les sources ponctuelles industrielles, représentées en bleu ;
- Les sources cadastrées (autres émissions dont le chauffage urbain), représentées en violet ;
- La pollution de fond régionale, qui peut être influencée indirectement par tout type de sources d'émission, dont les aires urbaines, industrielles ou agricoles extérieures au domaine, représentée en vert.

La mesure de PM2.5 est également représentée en trait bleu sur la figure, afin de pouvoir comparer les concentrations simulées (somme des aires colorées) aux concentrations réelles respirées.

Afin de mieux appréhender les contributions des sources en fonction de la situation géographique, les cartes de dispersion présentées Figure 45 (moyenne annuelle 2019) représentent la contribution du trafic routier et des sources cadastrées.

Les contributions des sources de pollution sont variables en ordre de grandeur et spatialement :

- **Le trafic routier** Le trafic routier est un des contributeurs principaux, avec une augmentation croissante en fonction de la proximité des axes routiers.
- **Les grandes sources ponctuelles industrielles** ont un impact très faible sur les concentrations de PM2.5, avec des niveaux inférieurs à  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle.
- **Les autres sources cadastrées**, principalement pilotées par les équipements de chauffage, contribuent à hauteur de quelques  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle. Cette contribution est plus forte en hiver.

Ces résultats suggèrent que réduire les sources de PM2.5 liées trafic routier et du chauffage, grâce à la modernisation des équipements ou à la réduction des activités, pourrait diminuer les niveaux de pollution respirés quotidiennement par les habitants de l'agglomération.

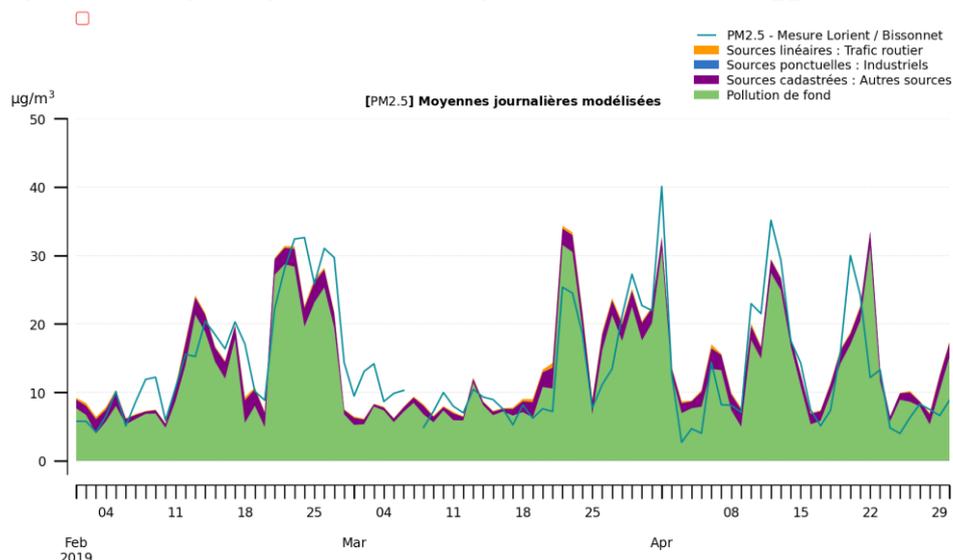
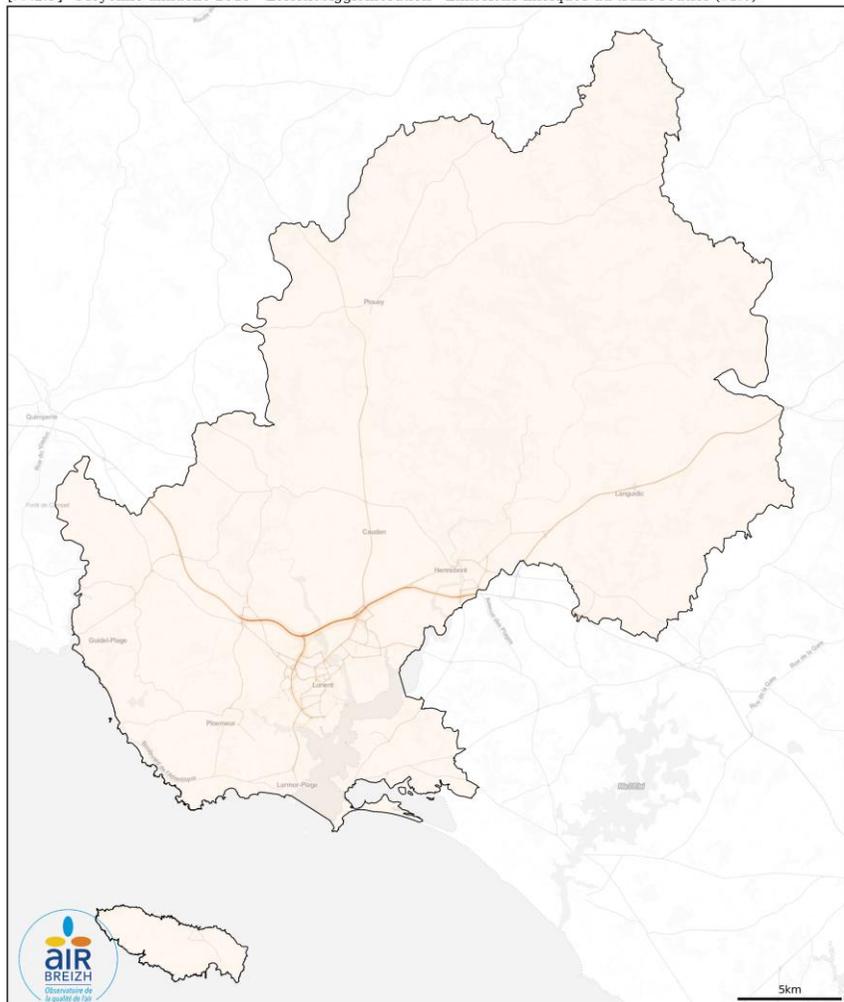


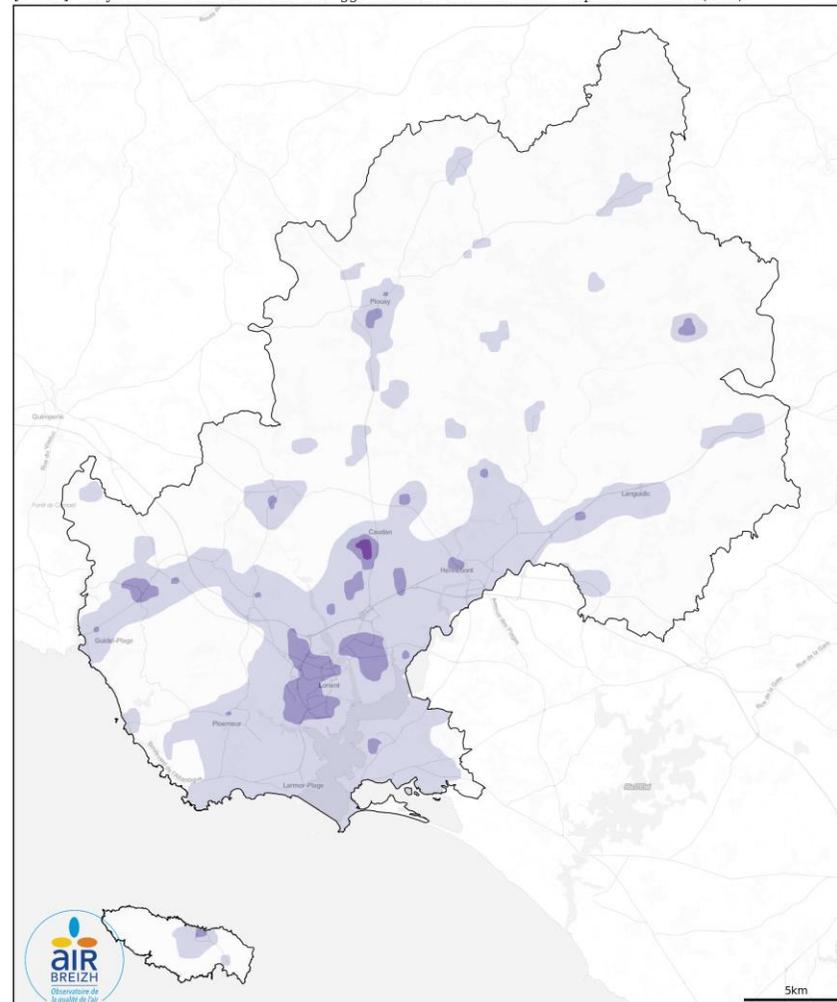
Figure 44 : Contribution des sources de PM2.5 au niveau de la station "Bissonnet" - Situation hivernale (du 01/02/2019 au 30/04/20)

[PM2.5] - Moyenne annuelle 2019 - Lorient Agglomération - Emissions linéiques du trafic routier (v1.0)



© Air Breizh - Date d'édition : oct. 2021 ; © IGN - BDTOPO - 2019 ; © LCSQA|IGN : Base de données Population MAJIC 2017

[PM2.5] - Moyenne annuelle 2019 - Lorient Agglomération - Emissions surfaciques cadastrées (v1.0)



© Air Breizh - Date d'édition : oct. 2021 ; © IGN - BDTOPO - 2019 ; © LCSQA|IGN : Base de données Population MAJIC 2017

Figure 45 : Contribution de sources dans les concentrations moyennes modélisées de PM2.5 pour l'année de référence 2019. Les émissions du trafic routier sont représentées à gauche et celles des sources cadastrées à droite. NB : les échelles sont différentes.

### Situation chronique : Comparaison avec la réglementation OMS (2021) :

Les valeurs réglementaires en vigueur à l'écriture de ce rapport seront amenées à tendre vers les recommandations de l'OMS 2021. Aussi, il est important d'estimer l'impact de ces mesures sur l'exposition de la population.

La Figure 46 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** représente une comparaison des concentrations de particules fines PM<sub>25</sub> pour l'année de référence 2019 à l'échelle de la région par rapport à la valeur limite réglementaire, à la valeur guide OMS (2005) et à la valeur guide de l'OMS (2021). La même comparaison est effectuée Figure 47 à l'échelle de l'agglomération de Lorient

Les **cartes d'exposition de la population** à la pollution de l'air (Cf. : Figure 48) seront présentées selon 3 classes :

- Zone en dépassement de valeur limite (> **25** µg/m<sup>3</sup>) pour la première carte ;
- Zone en dépassement de la valeur limite OMS (2005) (> **10** µg/m<sup>3</sup>) pour la seconde carte ;
- Zone en dépassement de la valeur limite OMS (2021) (> **5** µg/m<sup>3</sup>) pour la troisième.

D'après la modélisation :

- Aucun habitant n'est exposé à un dépassement de la valeur réglementaire ;
- Entre **40 000** et **52 000** personnes (soit entre **20** et **25% de la population de l'agglomération**) sont exposées à un dépassement de la valeur guide OMS (2005) ;
- **L'entièreté de l'agglomération** est soumise à des concentrations de PM<sub>2.5</sub> supérieures à 5 µg/m<sup>3</sup>. Cela signifie que **100% de la population** de l'agglomération est exposée à un dépassement de la valeur guide établie par l'OMS en 2021.

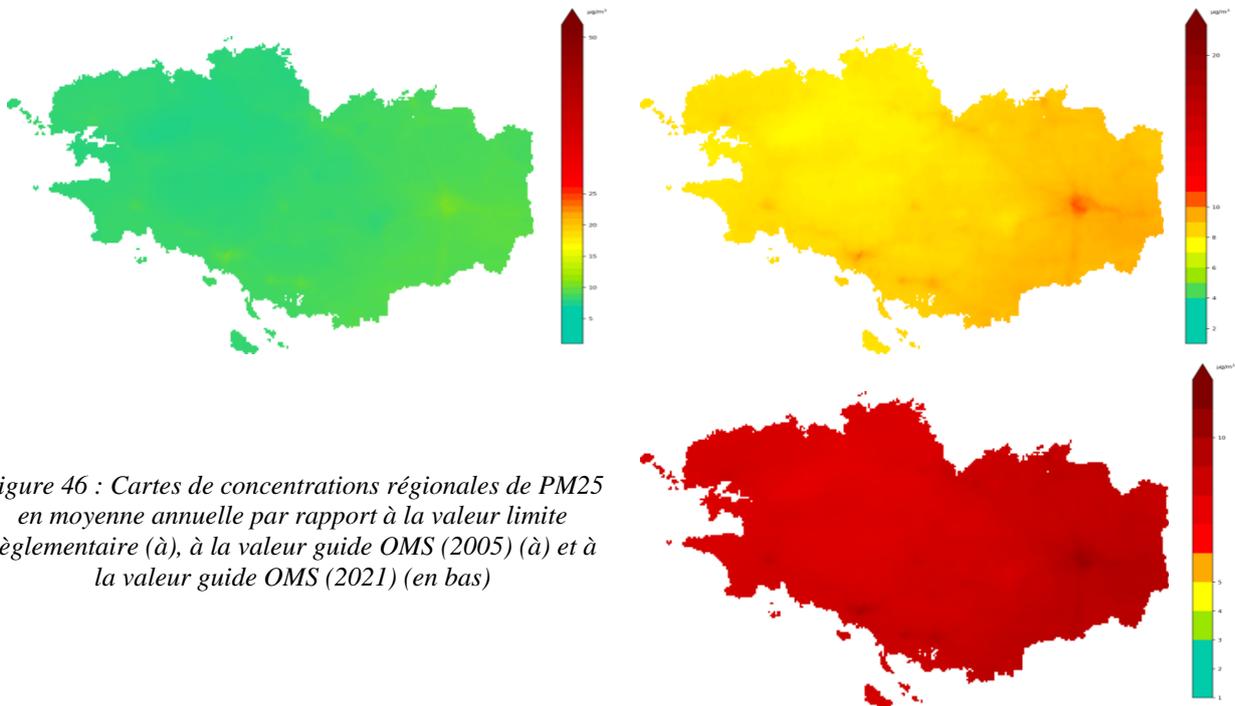
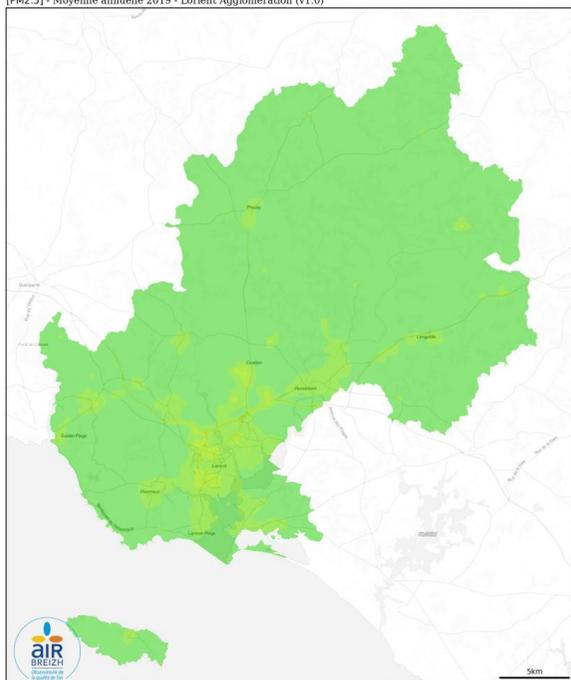


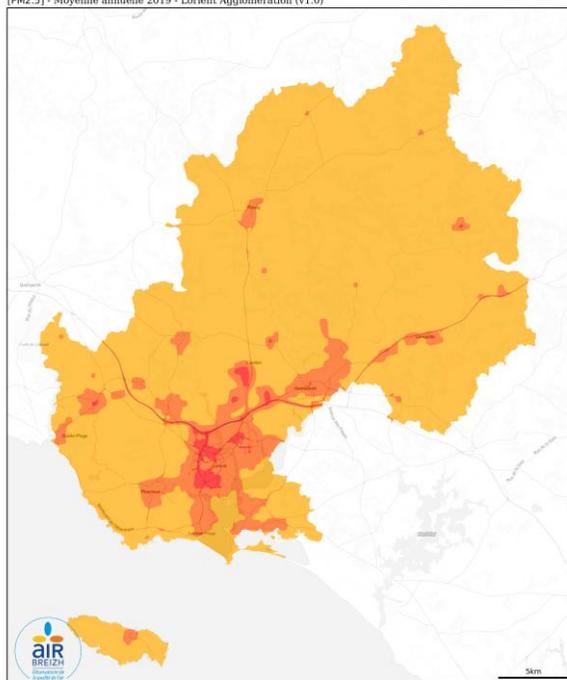
Figure 46 : Cartes de concentrations régionales de PM<sub>25</sub> en moyenne annuelle par rapport à la valeur limite réglementaire (à), à la valeur guide OMS (2005) (à) et à la valeur guide OMS (2021) (en bas)

[PM2.5] - Moyenne annuelle 2019 - Lorient Agglomération (v1.0)



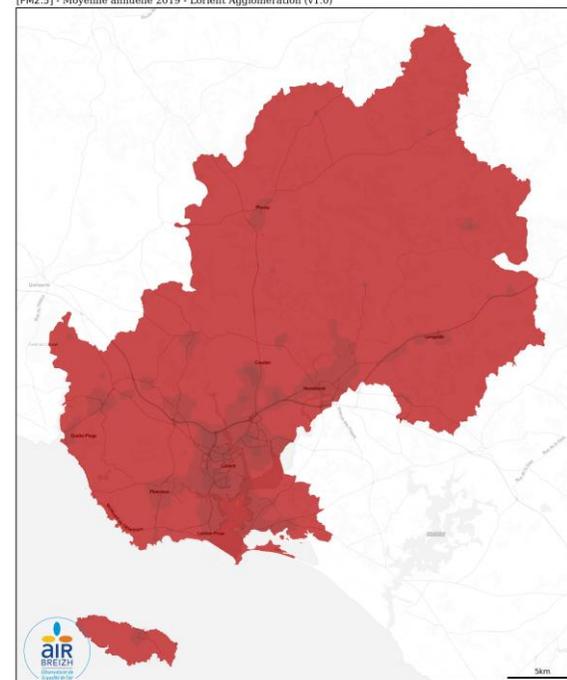
© Air Breizh - Date d'édition : août 2021 ; © IGN - BDTOPO - 2019 ; © LCSQA/IGN ; Base de données Population MAJRC 2017

[PM2.5] - Moyenne annuelle 2019 - Lorient Agglomération (v1.0)



© Air Breizh - Date d'édition : nov. 2021 ; © IGN - BDTOPO - 2019 ; © LCSQA/IGN ; Base de données Population MAJRC 2017

[PM2.5] - Moyenne annuelle 2019 - Lorient Agglomération (v1.0)



© Air Breizh - Date d'édition : sept. 2021 ; © IGN - BDTOPO - 2019 ; © LCSQA/IGN ; Base de données Population MAJRC 2017

Figure 47 : Cartes de concentration en moyenne annuelle 2019 de PM25 par rapport à la valeur limite réglementaire (gauche), à la valeur guide OMS (2005) (centre) et à la valeur guide OMS (2021) (droite)

# ÉVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR :

## Modélisation et évaluation de la pollution atmosphérique à Lorient agglomération

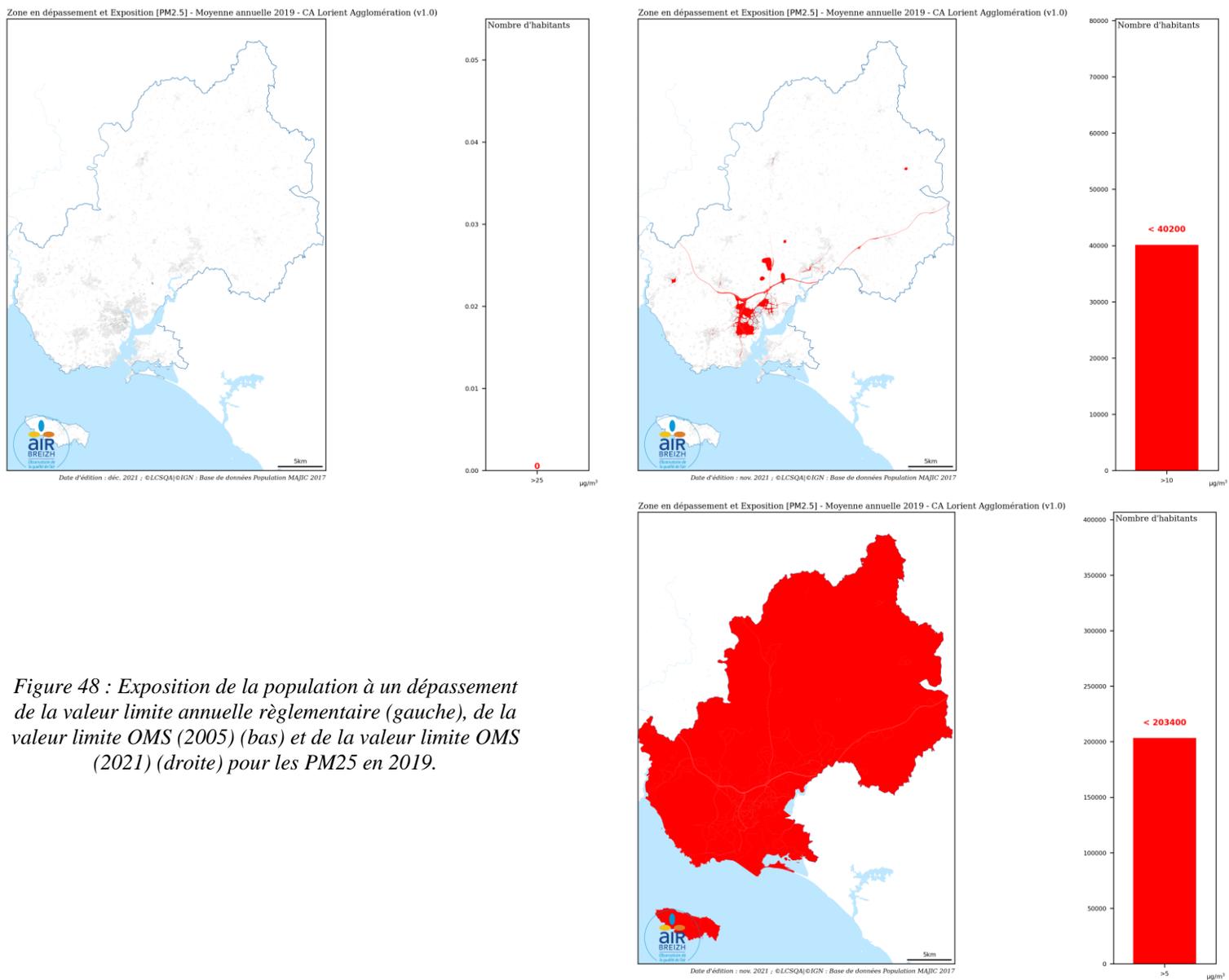


Figure 48 : Exposition de la population à un dépassement de la valeur limite annuelle réglementaire (gauche), de la valeur limite OMS (2005) (bas) et de la valeur limite OMS (2021) (droite) pour les PM25 en 2019.

### Etat des lieux du nombre de dépassement des valeurs guide OMS pour les PM2.5 sur l'agglomération de Lorient.

Le modèle SIRANE ne permet pas encore de calculer l'indicateur du nombre de jours de dépassement d'un certain seuil. Cependant, d'après le dispositif de surveillance de particules fines PM2.5 implanté dans l'agglomération, les valeurs guide journalières établies par l'OMS en 2005 et 2021 ont été dépassées pour l'année de référence 2019.

Nombre de jours de dépassement PM2.5 mesuré par le dispositif de surveillance :

La Figure 49 présente une comparaison du nombre de dépassement des valeurs guides OMS (2005) fixée à **25 µg/m<sup>3</sup>** et OMS (2021) fixée **15 µg/m<sup>3</sup>** en moyenne journalière. Ces valeurs ne doivent pas être dépassées plus de 3 jours par an.

OMS (2005) :

Du point de vue de cette valeur guide, **11 dépassements** ont été observés à la station Bissonnet et **8** à la station rurale de fond Guipry. La limite de 3 jours par an n'est donc pas respectée.

OMS (2021) :

Du point de vue de cette valeur guide, **38 dépassements** ont été observés à la station Bissonnet et **35** à la station rurale de fond Guipry. La limite de 3 jours par an n'est donc pas respectée.

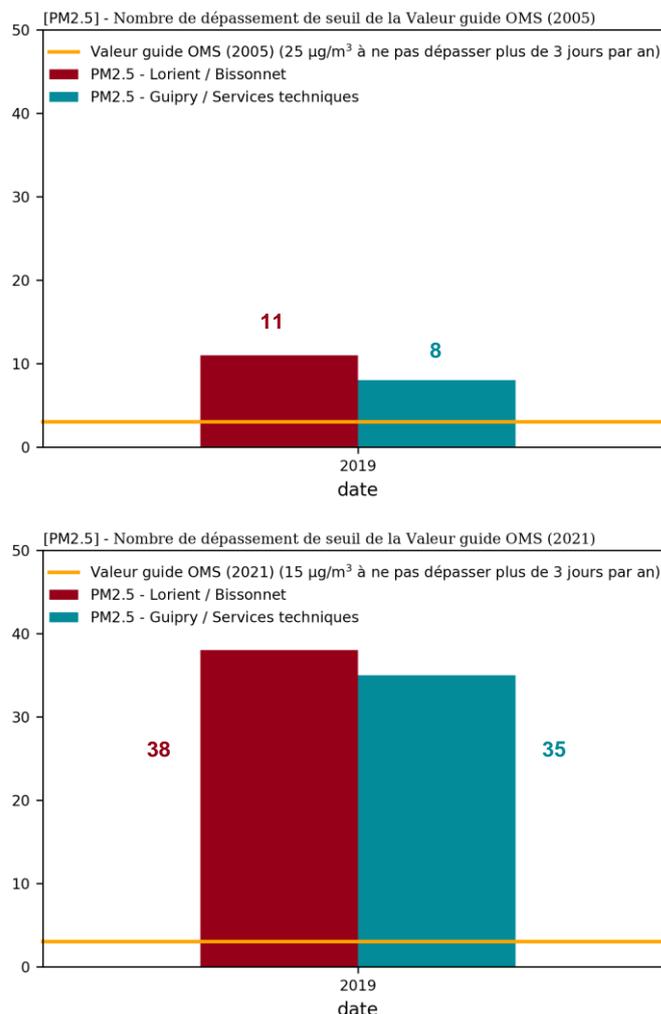


Figure 49 : Nombre de jours de dépassement de la valeur guide OMS (2005) (en haut) et OMS (2021) (en bas) pour les PM2.5

### Conclusion

L'objectif de ce rapport est d'évaluer au travers d'un exercice de modélisation les concentrations de **dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>** et de **particules fines PM10 et PM2.5** dans l'agglomération de **Lorient en 2019** ainsi que leur impact sur la population. Cette évaluation de l'exposition de la population a été réalisée en prenant en compte d'une part les **valeurs réglementaires en vigueur**, et d'autre part les **recommandations émises par l'OMS en 2005 et 2021**. Les résultats de cette étude sont présentés ci-après :

#### Conclusions au regard de la réglementation en vigueur :

L'étude de modélisation sur l'agglomération de Lorient a permis de caractériser les différentes zones en termes de qualité de l'air et d'identifier les **zones prioritaires**. Cette étude constitue une première approche pour l'amélioration des connaissances de la qualité de l'air sur le territoire de l'agglomération.

Cette étude montre que **la majeure partie du territoire de l'agglomération de Lorient n'est pas impactée par un dépassement réglementaire**. Elle regroupe les zones résidentielles urbaines et périurbaines.

La modélisation de la qualité de l'air a identifié **uniquement des dépassements de la valeur limite réglementaire établie pour le dioxyde d'azote**. Les secteurs en dépassement ou en dépassement potentiel sont principalement identifiés à proximité d'axes routiers très empruntés ou d'axes de type « canyon » confinés entre des bâtiments. Ces dépassements sont en adéquation avec les sources d'émissions d'oxydes d'azote : la circulation automobile est responsable de 73 % des émissions d'oxydes d'azote de l'agglomération de Lorient.

**Les principaux axes identifiés comme « sensibles »** où des habitants résident sont des boulevards et des avenues du centre-ville de Lorient, de Lanester et d'Hennebont, avec **un trafic de l'ordre de 10 000 à 20 000 véhicules par jour**. Ces axes sont les suivants :

- La rue Jean Jaurès à Lanester ;
- Le boulevard de Normandie à Lorient ;
- La rue de Belgique à Lorient ;
- L'avenue République et l'avenue Jean Jaurès d'Hennebont ;

La **modernisation du parc de véhicules** et une **diminution du trafic routier** permettraient de limiter progressivement les zones en dépassement réglementaire.

Les niveaux moyens de dioxyde d'azote sur **le port de Lorient**, bien que respectant les valeurs limites réglementaires, **sont importants**.

Ces données et enseignements sont à intégrer dans les réflexions futures en matière d'urbanisation aux abords de ces axes, où les effets « canyons » peuvent amener à augmenter la population exposée à des dépassements des valeurs réglementaires.

Suivant **l'évolution de la réglementation** (révision directive européenne), il sera peut être nécessaire de **renforcer le dispositif de surveillance** par des campagnes de mesure ou bien par d'autres points de mesure. L'installation en 2020 de la station Normandie en proximité trafic va dans ce sens, même si la station CTM a quant à elle été supprimée en cohérence avec le PRSQA.

### Conclusions au regard des recommandations OMS :

**Les valeurs limites européennes en vigueur en 2021** pendant l'écriture de ce rapport seront à terme révisées et **très vraisemblablement abaissées** pour tendre vers les valeurs guides établies par l'OMS. **Les niveaux relevés dans l'étude en terme de dioxyde d'azote, de particules fines PM10 et PM2.5 sont jugés préoccupants au regard de ces valeurs guides.**

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2021 les particules fines PM2.5 sont incluses dans le calcul de l'indice ATMO quotidien en 2021. Le seuil à partir duquel l'air est qualifié de « mauvais » a été fixé à la valeur guide OMS, établie à 25 µg/m<sup>3</sup>. En conséquence, il en résulte une évolution de la qualification de la qualité de l'air qui amène plus régulièrement à constater un état dégradé.

Ainsi, l'application d'une nouvelle réglementation se rapprochant des valeurs guides fixées par l'OMS pourrait largement modifier la caractérisation de la situation. Il appartient à la collectivité d'anticiper ces évolutions en agissant dès à présent en ce sens, comme il sera vraisemblablement le cas dans une majeure partie des grandes métropoles et agglomérations françaises.

### Perspectives :

La modélisation urbaine calcule les concentrations de polluants réglementés (NO<sub>2</sub>, PM10 et PM2.5), indicateurs de l'état de la qualité de l'air en agglomération. Cependant d'autres polluants, actuellement non réglementés dans l'air ambiant, peuvent être à l'origine de problématiques environnementales.

**L'ammoniac (NH<sub>3</sub>), polluant issu des activités agricoles et industrielles, précurseur majeur des particules fines atmosphériques, peut être responsable d'une part importante des niveaux de particules observés.**

Les émissions d'ammoniac sur le territoire breton représentent 14 % des émissions françaises. Le 3<sup>ème</sup> Plan Régional Santé Environnement (PRSE3) Bretagne 2017-2021, signé le 4 juillet 2017, a fixé notamment un objectif visant à « mieux connaître les émissions issues des activités agricoles en Bretagne » et « d'assurer une surveillance de l'ammoniac dans l'air ».

L'ammoniac ne faisant pas partie des polluants réglementés dans l'air ambiant (Code de l'environnement R221-1), sa mesure n'est pas intégrée à ce jour au réseau de surveillance régionale d'Air Breizh<sup>10</sup>. En revanche, la Directive européenne 2016/2284/EU fixe des objectifs de réduction des émissions de NH<sub>3</sub> par pays aux horizons 2020 et 2030.

Des études scientifiques sur l'ammoniac montrent en effet que des pays européens, comme la France, les Pays-Bas, la Suisse ou l'Italie, comportent de larges zones à fortes émissions d'origine agricole.

En raison de la forte activité agricole en Bretagne, ce polluant fait l'objet depuis 2020 d'une surveillance rapprochée :

- Installation d'un appareil de mesure de l'ammoniac en centre Bretagne à la station rurale de fond « Kergoff » implantée dans les Côtes d'Armor sur la commune de Merléac ;
- Installation du dispositif de caractérisation de la composition chimique des particules (programme CARA) dans l'agglomération rennaise (quartier du Blosne) ;
- Mise en place en 2022 d'un réseau de mesure de l'ammoniac dans le Pays de Brest dans le cadre du projet ABAA (2021-2025) porté par Air Breizh et la Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne (CRAB).

---

<sup>10</sup> Stratégie de surveillance de l'ammoniac dans l'air ambiant en Bretagne [Air Breizh – Décembre 2019]

## ÉVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR : Modélisation et évaluation de la pollution atmosphérique à Lorient agglomération

Ces trois dispositifs permettront d'une part de développer des outils numériques de surveillance des concentrations d'ammoniac et d'autre part d'aller plus loin dans l'identification et la compréhension des sources de pollution particulaire.

Afin d'affiner les résultats des prochaines mises à jour de la modélisation de l'agglomération de Lorient, plusieurs axes d'amélioration ont été mis en évidence :

- L'enrichissement de la base de données trafic (TMJA et modulation du trafic) grâce à la prise en compte de données complémentaires ;
- L'amélioration de la temporalisation des différents secteurs d'émissions ;
- L'amélioration de la prise en compte de la pollution de fond notamment au travers des avancées du logiciel SIRANE ;
- La prise en compte de la formation de particules secondaires dans l'atmosphère produite à partir de la transformation de l'ammoniac.

Ce travail de modélisation pourra **accompagner l'agglomération de Lorient et servir d'aide à la décision dans le cadre de projets visant à réduire les émissions** de son territoire. L'impact d'éventuelles mesures de régulation peut par exemple être évalué à l'aide de scénarisations injectées dans le modèle (ex : étude d'une zone à faible émission (ZFE)).

Polluants	Bilan d'exposition à la pollution de l'air		
	Réglementation française	Valeurs guides OMS (2005)	Valeurs guides OMS (2021)
Dioxyde d'azote NO <sub>2</sub>	 Exposition proximité trafic	 Exposition proximité trafic	 Dépassement des valeurs guides
Particules fines PM10	 Respect de la valeur limite et de l'objectif de qualité	 Exposition proximité trafic	 Dépassement des valeurs guides
Particules fines PM25	 Respect de la valeur limite	 Dépassement des valeurs guides	 Dépassement des valeurs guides

Tableau 7 : Synthèse de l'exposition des habitants de l'agglomération à la pollution de l'air

### Table des Figures

Figure 1 : Découpage administratif des zones de surveillance bretonnes.....	10
Figure 2 : Communes de Lorient agglomération.....	11
Figure 3 : Répartition des émissions de NO <sub>x</sub> , PM10 et PM2.5 en 2018 (ISEA v4) .....	13
Figure 4 : Répartition des émissions du secteur autres transports pour l'agglomération de Lorient.....	14
Figure 5 : Processus de création d'un modèle urbain.....	17
Figure 6 : Réseau routier optimisé de Lorient Agglomération.....	18
Figure 7 : Critère de détermination des rues (« ouverte » ou « canyon ») .....	20
Figure 8 : Identification des rues : « ouverte » ou « canyon » .....	21
Figure 9 : Emissions d'oxydes d'azote NO <sub>x</sub> du réseau routier de Lorient Agglomération.....	23
Figure 10 : Exemple des profils temporels horaires du trafic routier.....	24
Figure 11 : Représentation cartographique des zones d'émissions portuaires retenues pour l'élaboration du cadastre maritime.....	26
Figure 12 : Cadastre maritime des émissions annuelles 2018 de PM10.....	27
Figure 13 : Profils temporels utilisés pour le cadastre hors routier en moyenne mensuelle.....	28
Figure 14 : Cadastre des émissions de PM10 issues du chauffage résidentiel pour l'année de référence 2018 .....	29
Figure 15 : Conditions météorologiques globales (stations Météo France Aéroport Lorient Lann-Bihoué) .....	31
Figure 16 : Comparaison des concentrations de NO <sub>2</sub> en situation de fond rurale (Guipry) et aux stations de Lorient Agglomération.....	33
Figure 17 : Dispositif de surveillance de la qualité de l'air implanté dans l'agglomération de Lorient.....	35
Figure 18 : Illustration et signification d'une cible d'évaluation "Target Plot" .....	36
Figure 19 : Evaluation du modèle sur l'année 2019 (Target Plot).....	36
Figure 20 : Illustration et signification d'une figure Quantile-Quantile.....	37
Figure 21 : Evaluation du modèle pour les polluants étudiés sur l'année 2019 et pour la station Bissonnet (QQ-plot).....	37
Figure 22 : Evaluation du modèle pour les polluants étudiés sur l'année 2019 et pour la station CTM (QQ-plot).....	38
Figure 23 : Illustration de la méthodologie d'estimation des populations exposées à la pollution.....	40
Figure 24 : Cartes de concentration en moyenne annuelle 2019 de NO <sub>2</sub> par rapport à la valeur limite réglementaire .....	43
Figure 25 : Exposition de la population à un dépassement de la valeur limite annuelle réglementaire pour le NO <sub>2</sub> .....	44
Figure 26 : Concentrations de NO <sub>2</sub> en moyenne horaire au niveau de la station 'CTM' (en bas) - Situation estivale (du 01/07/2019 au 11/07/2019).....	45
Figure 27 : Contribution des sources dans les concentrations moyennes modélisées de NO <sub>2</sub> pour l'année de référence 2019 .....	46
Figure 28 : Carte de nombre de jours de dépassement du seuil d'information et de recommandations pour le NO <sub>2</sub> pour l'année de référence 2019.....	47
Figure 29 : Cartes de concentrations régionales de NO <sub>2</sub> en moyenne annuelle de 2019 par rapport à la valeur limite réglementaire (En haut) et à la valeur guide OMS (2021) (En bas).....	48
Figure 30 : Cartes des concentrations en moyennes annuelles 2019 de NO <sub>2</sub> par rapport à la valeur limite réglementaire (gauche) et à la valeur guide OMS (2021) (droite) .....	49
Figure 31 : Exposition de la population à un dépassement de la valeur limite annuelle réglementaire (gauche) et de la valeur limite OMS (2021) (droite) pour le NO <sub>2</sub> en 2019.....	50
Figure 32 : Nombre de jours en dépassement de la valeur guide OMS (2021) pour le NO <sub>2</sub> .....	51
Figure 33 : Cartes de concentration annuelles de PM10 en 2019 par rapport à la valeur limite réglementaire.....	54
Figure 34 : Exposition de la population à un dépassement de la valeur limite réglementaire pour les PM10 en 2019.....	55
Figure 35 : Contribution des sources de PM10 au niveau de la station "Bissonnet" - Situation estivale (du 01/06/2019 au 31/08/2019).....	56

## ÉVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR :

### Modélisation et évaluation de la pollution atmosphérique à Lorient agglomération

Figure 36 : Contribution de sources dans les concentrations moyennes modélisées de PM10 pour l'année de référence 2019 .....	57
Figure 37 : Carte de nombre de jours de dépassement du seuil d'information et de recommandations pour les PM10 pour l'année de référence 2019 .....	58
Figure 38 : Cartes des concentrations régionales 2019 de PM10 en moyenne annuelle par rapport à la valeur limite réglementaire (à gauche ?), à la valeur guide OMS (2005) (à droite ?) et à la valeur guide OMS (2021) (en bas) .....	59
Figure 39 : Cartes des concentrations en moyennes annuelles 2019 de PM10 par rapport à la valeur limite réglementaire (gauche), à la valeur OMS (2005) (centre) et à la valeur guide OMS (2021) (droite).....	60
Figure 40 : Exposition de la population à un dépassement de la valeur limite annuelle réglementaire (gauche), de la valeur limite OMS2005 (bas) et de la valeur limite OMS2021 (droite) pour les PM10 .....	61
Figure 41 : Nombre de jours de dépassement de la valeur guide OMS (2005) (en haut) et OMS (2021) (en bas) pour les PM10.....	62
Figure 42 : Cartes de concentration en moyenne annuelle 2019 de PM2.5 par rapport à la valeur limite réglementaire .....	65
Figure 43 : Exposition de la population à un dépassement de la valeur limite réglementaire et de l'objectif de qualité pour les PM2.5 en 2019.....	66
Figure 44 : Contribution des sources de PM2.5 au niveau de la station "Bissonnet" - Situation hivernale (du 01/02/2019 au 30/04/20) .....	67
Figure 45 : Contribution de sources dans les concentrations moyennes modélisées de PM2.5 pour l'année de référence 2019 .....	68
Figure 46 : Cartes de concentrations régionales de PM25 en moyenne annuelle par rapport à la valeur limite réglementaire (à), à la valeur guide OMS (2005) (à) et à la valeur guide OMS (2021) (en bas) .....	69
Figure 47 : Cartes de concentration en moyenne annuelle 2019 de PM25 par rapport à la valeur limite réglementaire (gauche), à la valeur guide OMS (2005) (centre) et à la valeur guide OMS (2021) (droite).....	70
Figure 48 : Exposition de la population à un dépassement de la valeur limite annuelle réglementaire (gauche), de la valeur limite OMS (2005) (bas) et de la valeur limite OMS (2021) (droite) pour les PM25 .....	71
Figure 49 : Nombre de jours de dépassement de la valeur guide OMS (2005) (en haut) et OMS (2021) (en bas) pour les PM2.5.....	72

### Table des Tableaux

Tableau 1 : Zones administratives de surveillance (superficie et population).....	10
Tableau 2 : Principaux centres urbains de la région Bretagne (superficie et population).....	10
Tableau 3 : Repères réglementaires (NO <sub>2</sub> , PM10 et PM2.5).....	16
Tableau 4 : Sites industriels ICPE (sources ponctuelles) retenus dans le modèle.....	28
Tableau 5 : Stations et polluants mesurés quotidiennement .....	35
Tableau 6 : Échelle nationale de couleurs réglementaires pour la modélisation .....	39
Tableau 7 : Synthèse de l'exposition des habitants de l'agglomération à la pollution de l'air.....	75

### Liste references

- M. Pascal, "The mortality impacts of fine particles in france," The Science of the total environment, no. 571, pp. 416–425, 2016.
- Santé Publique "Cout socio-économique de la pollution aux particules fines," Sante-publique, 2017.  
<https://www.santepubliquefrance.fr/presse/2017/respecter-les-valeurs-guides-de-l-oms-en-matiere-de-pollution-atmospherique-reduirait-le-cout-societal-de-53-milliards-d-euros/>
- INSEE 2016  
<https://www.insee.fr/fr/statistiques/3693897>
- Arrêté du 26 décembre 2016 relatif au découpage des régions en zones administratives de surveillance de l'air ambiant  
<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000033735017&categorieLien=id>
- SIRANE – Urban Air Quality Model, développé par l'équipe AIR (Atmosphere Impact & Risk) du Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique (LMFA) – UMR CNRS 5509 / Ecole Centrale de Lyon / UCB Lyon / INSA  
<http://air.ec-lyon.fr/SIRANE/>
- Directive 2008/05/CE,  
<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000018984836/>
- Inventaire Spatialisé des Emissions Atmosphériques - ISEA v4  
<https://www.airbreizh.asso.fr/isea-la-nouvelle-version-de-linventaire-spatialise-des-emissions-atmospheriques/>
- Recommandations OMS 2021,  
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/346555/9789240035423-fre.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

### Liste des sources de données

Nom / Libellé	Année de référence	Version	Auteur(s)	Lien
BD TOPO® Base de données Topographiques	2019	3.0	IGN	<a href="https://geoservices.ign.fr/ressources_documentaires/Espace_documentaire/BASES_VECTORIELLES/BDTOPO/DC_BDTOPO_3-0.pdf">https://geoservices.ign.fr/ressources_documentaires/Espace_documentaire/BASES_VECTORIELLES/BDTOPO/DC_BDTOPO_3-0.pdf</a> (accès le 13/01/2021)
ADMIN-EXPRESS® Base de données Administratives	2019	1.1	IGN	<a href="https://geoservices.ign.fr/ressources_documentaires/Espace_documentaire/BASES_VECTORIELLES/ADMIN_EXPRESS/DC_DL_ADMIN_EXPRESS_2-3.pdf">https://geoservices.ign.fr/ressources_documentaires/Espace_documentaire/BASES_VECTORIELLES/ADMIN_EXPRESS/DC_DL_ADMIN_EXPRESS_2-3.pdf</a> (accès le 13/01/2021)
Corine Land Cover	2018	-	EEA	<a href="https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover">https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover</a> (accès le 13/01/2021)
Données Trafics – Réseau de postes de comptage	2018	-	Commune de Lorient	Communication personnelle : Lorient agglomération (10/02/2021)
			DIR Ouest	Communication personnelle (28/04/2021)
	2019	-	CITEPA	Communication personnelle : Atmo Grand-Est le 24/06/2019
Inventaire des émissions de polluants atmosphériques	2018	4	Air Breizh	<a href="https://www.airbreizh.asso.fr/observatoire/emissions/">https://www.airbreizh.asso.fr/observatoire/emissions/</a> (accès le 13/01/2021)
Déclaration annuelle des rejets relatifs aux émissions de polluants dans l'air, l'eau, le sol et les déchets des installations classées pour l'environnement (ICPE).	2019	-	MTES	<a href="https://www.georisques.gouv.fr/dossiers/installations/donnees#/">https://www.georisques.gouv.fr/dossiers/installations/donnees#/</a> (accès le 13/01/2021)
Données météorologiques – Mesures RADOME et Modèle ARPEGE	2019	-	Météo France	<a href="http://www.meteofrance.fr/prevoir-le-temps/observer-le-temps/moyens/les-stations-au-sol">http://www.meteofrance.fr/prevoir-le-temps/observer-le-temps/moyens/les-stations-au-sol</a> (accès le 13/01/2021)
BD Population spatialisées selon la méthodologie nationale MAJIC Base de données Population	2017	-	INERIS	<a href="https://www.lcsqa.org/fr/rapport/2015/ineris/fourniture-donnees-population-spatialisees-selon-methodologie-nationale-methode-">https://www.lcsqa.org/fr/rapport/2015/ineris/fourniture-donnees-population-spatialisees-selon-methodologie-nationale-methode-</a> (accès le 13/01/2021)
INSEE Base de données Population	2016	-	INSEE	<a href="https://www.insee.fr/fr/statistiques/3677855">https://www.insee.fr/fr/statistiques/3677855</a> (accès le 13/01/2021)

## VIII. Annexes

### Annexe 1 : La modélisation de la qualité de l'air

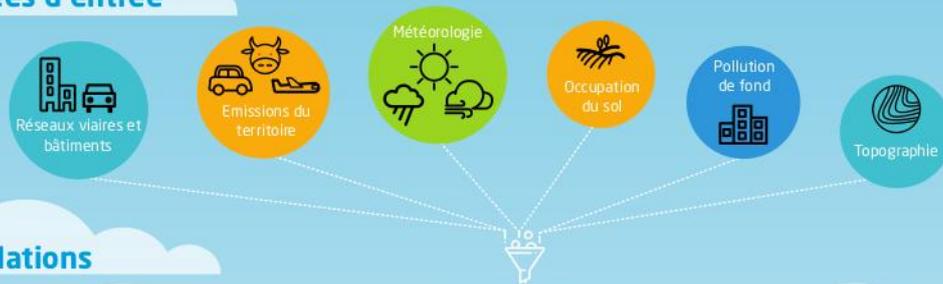
# La modélisation de la qualité de l'air



## Qu'est-ce que c'est ?

La modélisation de la qualité de l'air permet de simuler la dispersion des polluants atmosphériques en tout point d'un territoire.

## Données d'entrée



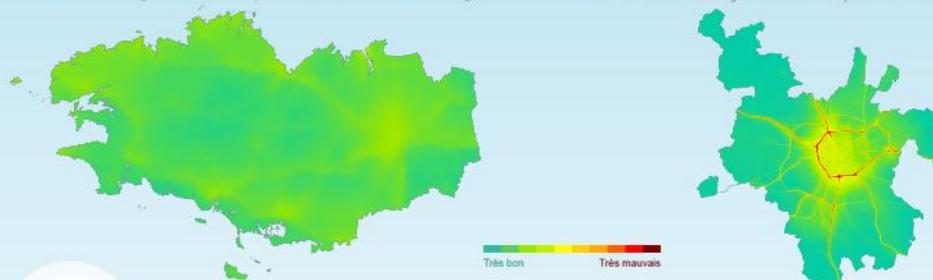
## Simulations



## Résultats

Cartographie de la pollution      Exposition de la population à la pollution

Concentrations moyennes de NO<sub>x</sub> pour l'année 2018 en Bretagne      Concentrations moyennes de NO<sub>x</sub> pour l'année 2018 à Rennes



## Usages

Prévision de la qualité de l'air

Diagnostic de la qualité de l'air

Scénarisation - Etude d'impacts



Annexe 2 :  
Principe de calcul des émissions routières

CIRCUL'AIR calcule, pour chaque axe, les émissions annuelles du trafic routier selon le principe schématisé ici. Les données d'entrées à renseigner sont indiquées en **■**

### I Estimation du trafic horaire

Le **TMJA** (1) est renseigné pour chaque axe routier.

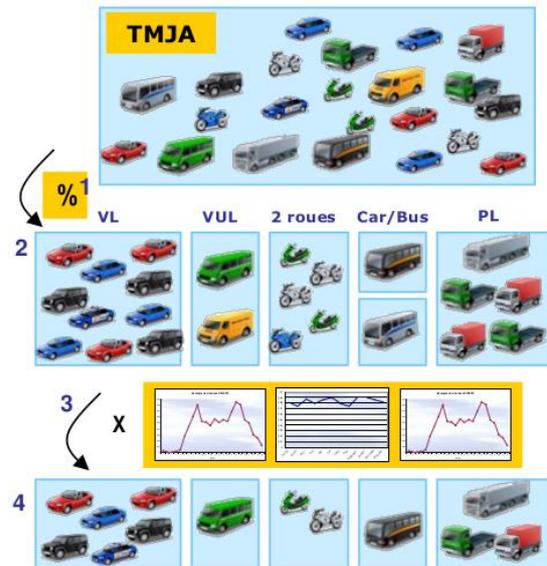
Le **% par type de véhicules** (2) est aussi renseigné par axe, à partir de données collectées (**% PL, % Bus, % Car**) ou issues de la littérature (**% 2roues, % VUL**).

A partir de ces données, le **trafic annuel** pour chaque type de véhicules est alors défini par l'outil.

Les profils temporels (3) sont à intégrer dans CIRCUL'AIR selon le type de voie :

- profil par mois répartition du trafic annuel /mois
- profil par jour répartition du trafic mois / JO, S et D
- profil horaire répartition du trafic JO, S et D / heure

A partir de ces profils, CIRCUL'AIR calcule le trafic horaire par type de véhicules pour chaque jour, de chaque mois de l'année (4).



### II Estimation de la vitesse horaire du trafic

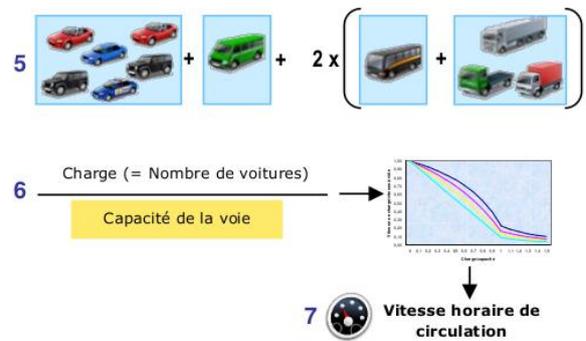
Le principe de CIRCUL'AIR est de définir, chaque heure, la **vitesse** des véhicules en estimant la congestion sur les axes.

La **charge horaire** est déterminée en considérant que :

- les bus et PL occupent 2 fois plus de place sur la route que les VL;
- les 2 roues ne participent pas à l'encombrement de l'axe (5).

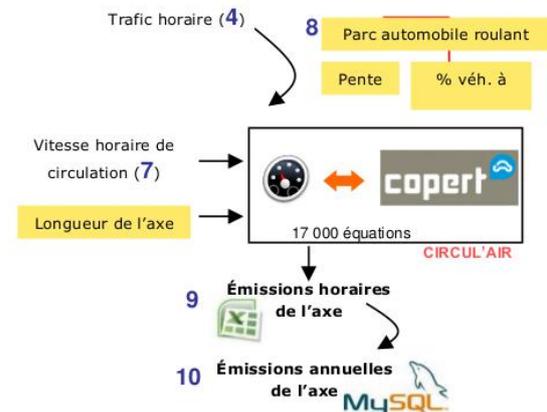
La **capacité de la voie** est estimée à partir du nombre de voies et de la catégorie de l'axe (autoroute, route, ville).

Le **coefficient de charge** (6) horaire obtenu est croisé avec des courbes théoriques (intégrées dans l'outil) pour en déduire une vitesse horaire (7).



### III Calcul des émissions annuelles

CIRCUL'AIR contient l'ensemble des équations COPERT V pour 336 types de véhicules (carburant, cylindrée, norme EURO...). Le trafic horaire (4) est réparti à l'aide du **parc automobile roulant** (8).





**Air Breizh**  
**L'observatoire régional de l'air**

[www.airbreizh.asso.fr](http://www.airbreizh.asso.fr)

**3, rue du Bosphore**  
**Tour ALMA**  
**8<sup>ème</sup> étage**  
**35200 Rennes**