

Etude de l'état initial de la qualité de l'air à l'aéroport de Rennes Saint-Jacques (35)

Version n°2 du 25/11/2022



Etude réalisée par Air Breizh
À la demande de la Société d'Exploitation des Aéroports de Rennes et Dinard
(SEARD)

Avertissements

Les informations contenues dans ce rapport traduisent la mesure d'un ensemble d'éléments à un instant et un lieu donné, caractérisé par des conditions climatiques propres.

Air Breizh ne saurait être tenu pour responsable des événements pouvant résulter de l'interprétation et/ou de l'utilisation des informations faites par un tiers.

Conditions de diffusion

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 1^{er} août 2016 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 des mesures et les rapports d'études produits selon les règles suivantes :

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

Toute utilisation de ce rapport et/ou de ces données doit faire référence à Air Breizh.

Air Breizh ne peut, en aucune façon, être tenu responsable des interprétations et travaux utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Breizh n'aura pas donné d'accord préalable.

Organisation interne – contrôle qualité

Projet :	Etude de l'état initial de la qualité de l'air à l'aéroport Rennes Saint-Jacques (35)		
Version (date)	Modifications	Auteur	Validation
<i>Version du 25/11/22</i>	Volet 4 : partie GSE et Scénarios 2025.	F. Moreau (Ingénieur d'études) M. Delidais (Ingénieure inventriste)	A. Mahévas (Ingénieur inventriste) O. Cesbron (Ingénieur d'études) O. Le Bihan (Responsable du service études) G. Lefeuvre (Directeur)

SOMMAIRE

Avertissements	2
Conditions de diffusion.....	2
Organisation interne – contrôle qualité	2
SOMMAIRE.....	2
Table des figures	5
Liste des tableaux.....	7
Introduction	8
VOLET 1 : REALISATION D'UNE ETUDE CONTEXTUELLE ET DE NIVEAUX D'EXPERIENCES.....	9
1. Description de la zone d'étude et de son environnement	9
A. Localisation de l'aéroport.....	9
B. L'environnement proche	10
C. Le trafic autour de l'aéroport	11
D. Contexte météorologique de la zone d'étude	12
2. Présentation de l'aéroport et de ses activités aéroportuaires	13
A. Présentation générale	13
B. Les sources mobiles	15
C. Les sources fixes	17
3. Présentation des polluants règlementaires.....	17
A. Présentation des polluants.....	17
B. Réglementations.....	20
C. Variation annuelle des concentrations.....	20
4. Synthèse des études 2016 et 2017.....	22
A. Campagne de mesure 2016.....	22
B. Campagne de mesure 2017	23
VOLET 2 : REALISATION D'UNE ETUDE TERRAIN	24
1. Matériel et méthode.....	24
A. Techniques de mesure.....	24
B. Stratégie d'échantillonnage.....	26
C. Période de surveillance	27
2. Contexte des mesures	28
A. Contexte météorologique	28
B. Modélisation des concentrations en NO ₂ à proximité de la zone d'étude (2016-2018) ..32	
C. Episode de pollution régionale.....	33

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

3. Contrôle qualité des résultats	33
A. Taux de recouvrement des appareils	33
B. Fiabilité des mesures	33
C. Extrapolation des résultats de mesure.....	34
4. Résultats des mesures en continu du NO₂	35
5. Etude de la dispersion spatiale du NO₂ (tube passif)	39
A. Fiabilité des mesures	39
B. Résultats des mesures par tube passif du NO ₂	40
6. Résultats des mesures en continu des PM₁₀	42
7. Résultats des mesures en continu des PM_{2,5}	45
8. Analyse du carbone suie	48
9. Volet 2 / Conclusion.....	53
Synthèse des résultats des mesures	55
Conclusion volet 2 'étude terrain'	56
VOLET 4 : REALISATION D'UN BILAN DES EMISSIONS POUR L'ANNEE 2018 : ETAT INITIAL.....	58
1. Méthode de calcul des émissions	58
A. Méthodologie générale de l'inventaire.....	58
B. Méthodologie du calcul des émissions des aéronefs.....	59
C. Méthodologie du calcul des émissions des autres activités	60
2. Bilan des émissions	61
A. La part des émissions de l'aéroport à l'échelle de la métropole	61
B. La part des émissions de l'aéroport à l'échelle de la commune de Saint-Jacques-de-la-Lande.....	62
C. Répartition sectorielle des émissions à l'échelle de l'aéroport	63
D. Comparaison avec l'aéroport de Nantes Atlantique (44).....	70
E. Carte spatialisation des émissions : bilan par zone.....	71
3. Scénario 2025	75
A. Contexte du scénario.....	75
B. Méthodologie	75
C. Résultats du scénario.....	76
D. Conclusion du scénario 2025.....	77
4. Volet 4 / Conclusion.....	78
Annexes.....	79
Missions d'Air Breizh.....	81



Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

Réseau de surveillance en continu	81
Moyens.....	82

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Cartographie de la zone d'étude	9
Figure 2 : Cartographie de l'environnement proche	10
Figure 3 : Cartographie des routes avec leurs TMJA et des lignes de bus à proximité de l'aéroport. 11	
Figure 4 : Normales des précipitations et des températures ente 1981 et 2010 ; station Météo France Rennes St-Jacques.....	12
Figure 5 : Normales des vents entre 1981 et 2010 ; station Météo France Rennes St-Jacques	13
Figure 6 : Cartographie des activités aéroportuaires	14
Figure 7 : Fraction chimique des particules	18
Figure 8 : Variation annuelle (2021) des concentrations en NO ₂ , PM10 et PM2,5 aux stations (UF) de Rennes.....	22
Figure 9 : Tube à diffusion passive sous abri	24
Figure 10 : Cartographie des points de mesure – Aéroport Rennes St-Jacques	26
Figure 11 : Roses des vents lors des deux campagnes de mesure et comparaisons aux normales mensuelles.	29
Figure 12 : Comparaison des précipitations et de la température des campagnes par rapport aux normales.	30
Figure 13 : Modélisation des concentrations en NO ₂ [Modélisation Air Breizh 2020].....	32
Figure 14 : Box Plot des concentrations en NO ₂ mesurées sur les deux campagnes (données horaires)	36
Figure 15 : Evolution journalière des concentrations en NO ₂ (campagne hivernale et estivale)	37
Figure 16 : Evolution des concentrations en NO ₂ (campagne hivernale – moyenne quart horaire) ..	38
Figure 17 : Evolution des concentrations en NO ₂ (campagne estivale – moyenne quart horaire)	38
Figure 18 : Profil temporel du NO ₂ – Campagne estivale et hivernale.....	39
Figure 19 : Cartographie de la zone d'étude avec les moyennes de la campagne estivale de 2022 (NO ₂)	41
Figure 20 : Box Plot des concentrations en PM10 mesurées sur les deux campagnes (données horaires).....	43
Figure 21 : Evolution journalière des concentrations en PM10 (campagne hivernale et estivale).....	44
Figure 22 : Box Plot des concentrations en PM2,5 mesurées sur les deux campagnes (données horaires).....	45
Figure 23 : Evolution journalière des concentrations en PM2,5 (campagne hivernale et estivale).....	47
Figure 24 : Caractérisation EC/OC – Campagne hivernale.....	49
Figure 25 : Caractérisation EC/OC – Campagne estivale	50
Figure 26 : Comparaison des ratios EC/PM10 à l'aéroport et la station de fond Rennes Pays-Bas – Campagne hivernale	51
Figure 27 : Comparaison des ratios EC/PM10 à l'aéroport et la station de fond Rennes Pays-Bas – Campagne estivale	51
Figure 28 : Répartition sectorielle des émissions des GES Scope 1 de l'aéroport.....	64
Figure 29 : Répartition sectorielle des particules de l'aéroport au sol.....	65
Figure 30 : Répartition par types de mouvements des émissions en 2018.....	66
Figure 31 : Répartition par phase de roulage (LTO) pour les mouvements d'aéronefs.	66
Figure 32 : Répartition des émissions par catégories de véhicules pour le trafic routier.	67
Figure 33 : Répartition des émissions par engins de pistes (GSE) pour tous les polluants.	68
Figure 34 : Répartition des émissions pour la distribution du carburant.....	69



Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

Figure 35 : Répartition des émissions pour le chauffage des bâtiments.....	69
Figure 36 : Carte des émissions de CO ₂ en t/an en 2018.....	72
Figure 37 : Carte des émissions de NO _x en t/an en 2018.	73
Figure 38 : Carte des émissions de PM10 en t/an en 2018.	74

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Synthèse des source de pollution de la plateforme aéroportuaire de Rennes	15
Tableau 2 : Séries de prélèvement du NO ₂ lors des deux campagnes de mesure	27
Tableau 3 : Taux de recouvrement des appareils (données horaires)	33
Tableau 4 : Comparaison des moyennes annuelles mesurées (du 01/06/2021 au 30/05/2022) et estimées lors de l'étude.....	34
Tableau 5 : Synthèse statistique des mesures de NO ₂ (données horaires et journalières en µg/m ³)	35
Tableau 6 : Validité des mesures de NO ₂ par tube passif (µg/m ³).....	39
Tableau 7 : Résultats des mesures de la campagne estivale.....	40
Tableau 8 : Synthèse statistique des mesures de PM ₁₀ (données horaires et journalières en µg/m ³)	42
Tableau 9 : Synthèse statistique des mesures de PM _{2,5} (données horaires et journalières en µg/m ³)	45
Tableau 10 : Stratégie de sélection des filtres à analyser.....	48
Tableau 11 : Phases du cycle LTO, durée et régime moteur associées. (Source : ACNUSA)	59
Tableau 12 : synthèse des émissions des GES Scope 1 de l'aéroport.	64
Tableau 13 : synthèse des émissions des polluants réglementaires de l'aéroport.....	65
Tableau 14 : synthèse des émissions du trafic routier.	67
Tableau 15 : synthèse des émissions des engins de pistes (GSE).....	68
Tableau 16 : Comparaison des polluants CO ₂ , NO _x , PM ₁₀ et PM _{2,5} en tonnes pour l'aéroport de Rennes Saint-Jacques et l'aéroport Nantes Atlantique.....	70

INTRODUCTION

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'une demande de La Société d'Exploitation des Aéroports de Rennes et Dinard (SEARD). Cette étude s'appuie sur les dernières études de qualité de l'air commandées par l'aéroport de Rennes en 2016 et 2017, en proposant une méthodologie renouvelée et complétée afin de prendre en compte les préconisations de ces études et les dernières recommandations de l'ACNUSA. En effet, l'article 45 de la loi 2015-992 du 17 août 2015 de la Transition Energétique pour la Croissance Verte (LTECV), mentionne que les aéroports établissent un programme d'actions afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques. Cette loi préconise comme objectif la réduction des émissions de gaz à effet de serre de 20% d'ici 2025. Dans ce cadre, un guide méthodologique à destination des aéroports pour évaluer leur impact sur la qualité de l'air locale a été créé en 2016 (mis à jour en 2020) par l'Autorité de contrôle des Nuisances Aéroportuaires (Acnusa). Ce guide propose une série d'indicateurs pour évaluer la qualité de l'air et s'inscrit dans une volonté de cohérence avec les plans de protection de l'atmosphère (PPA).

Dans le cadre de ses obligations réglementaires et conformément à l'arrêté relatif au Système National d'Inventaires d'Emissions et de Bilans dans l'Atmosphère (SNIEBA1) du 24 août 2011, l'inventaire Spatialisé des Emissions Atmosphériques (ISEA v.5 – 2018) est réalisé par Air Breizh pour toute la région Bretagne. Ce rapport est exploité pour la réalisation du bilan des émissions de l'aéroport de Rennes Saint-Jacques. Des données supplémentaires plus précises ont été fournies par l'aéroport de Rennes notamment pour le calcul des émissions.

L'objectif de cette étude est d'évaluer les principales sources d'émissions de l'aéroport et de comparer les résultats de la campagne de mesures de 2022 aux valeurs limites réglementaires et aux résultats des campagnes antérieures de 2016 et 2017.

La première partie de ce rapport présentera de manière concise la plateforme aéroportuaire et son environnement (Volet 1). Dans une seconde partie, les résultats de la nouvelle campagne de mesure de la qualité de l'air seront présentés et interprétés (Volet 2). Deux campagnes de mesure ont été réalisées à des saisons différentes de l'année, couvrant un minimum de 8 semaines sur l'année (soit 14% de l'année, conformément aux Directives européennes 2008/50/CE¹ et 2004/107/CE²) :

- 1^{ère} campagne, saison hivernale : du 17/02 au 17/03/2022 ;
- 2^{nde} campagne, saison estivale : du 02/05 au 30/05/2022.

Enfin, la troisième partie présentera les résultats des calculs de l'inventaire (Volet 4). Il permet d'avoir un premier diagnostic des rejets de polluants atmosphériques liés aux activités aéroportuaires, d'informer les habitants et de réaliser une comparaison entre les rejets de l'aéroport de Rennes (35) et ceux de Nantes Atlantique (44). Les émissions des aéronefs calculées dans le cadre de l'inventaire spatialisée des émissions atmosphériques (ISEA – v4) ont été intégrées à l'étude. Une partie consacrée à un scénario 2025 est disponible dans le *volet 4 partie 3*.

¹ 2008/50/CE : Directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe

² 2004/107/CE : Directive 2004/107/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant

VOLET 1 : REALISATION D'UNE ETUDE CONTEXTUELLE ET DE NIVEAUX D'EXPERIENCES

1. Description de la zone d'étude et de son environnement

A. Localisation de l'aéroport

L'objectif de ce chapitre est de décrire la plateforme aéroportuaire (source d'émissions, activités, etc) et son environnement proche. L'aéroport de Rennes St-Jacques se trouve à environ 3,4 km au Sud-Ouest de la ville de Rennes. L'aéroport est situé dans la commune de St Jacques de la Lande (35). Cette commune fait partie de l'intercommunalité de Rennes métropole, située dans le département d'Ille-et-Vilaine, en région Bretagne. D'après l'INSEE, la commune recensait 13 553 habitants en 2018.

Depuis 2005, l'Etat réalise un plan de protection de l'atmosphère (PPA), obligatoire pour toutes les agglomérations de plus de 250 000 habitants. Le second PPA a été adopté en 2015 pour la période 2015-2020. Le territoire de Rennes Métropole fait l'objet d'un 3^{ème} PPA pour la période 2022 à 2027. Ce PPA a comme objectif de définir des mesures préventives et correctives dans les domaines d'activités qui contribuent à la pollution atmosphérique comme le transport routier, le secteur aérien, le chauffage des bâtiments ou l'agriculture.

La cartographie de la zone d'étude est présentée en Figure 1 ci-dessous.

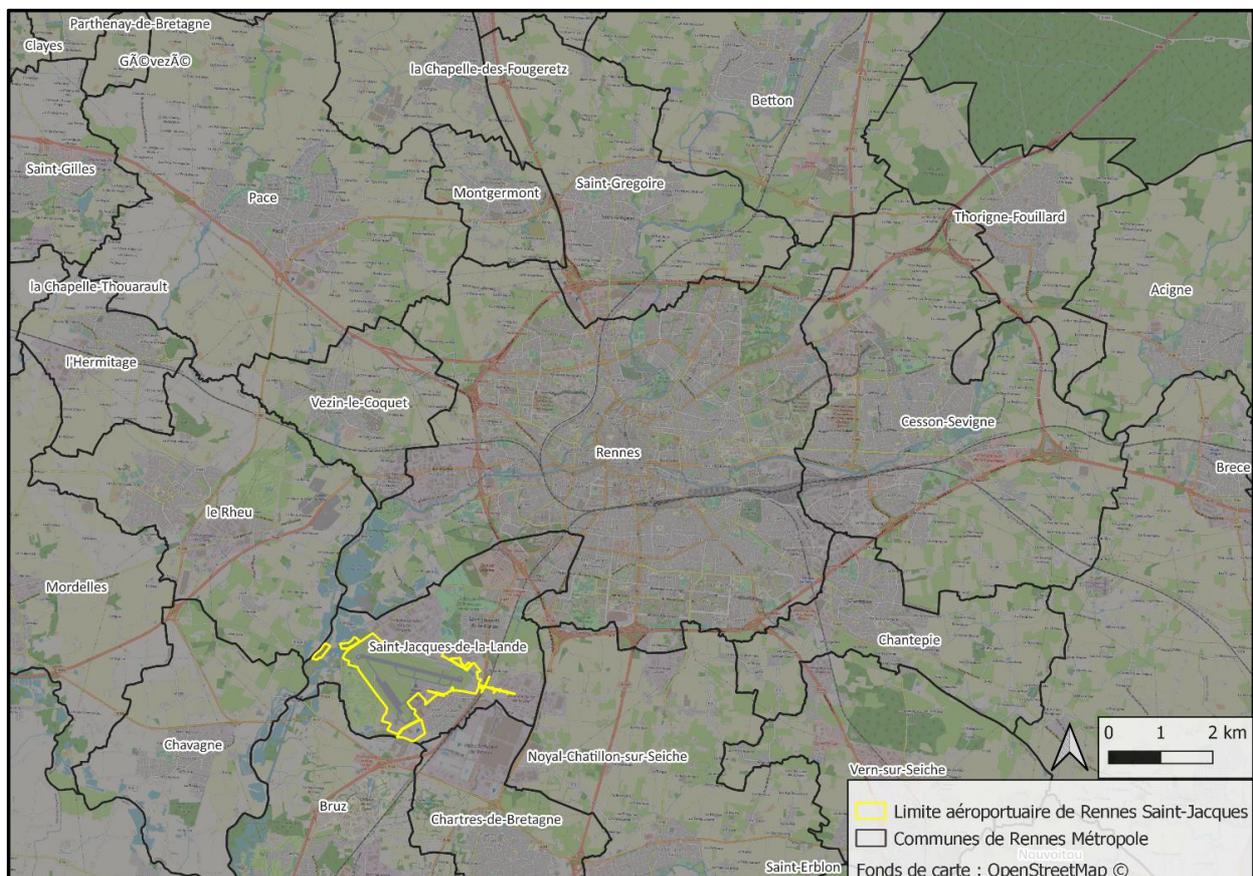


Figure 1 : Cartographie de la zone d'étude

B. L'environnement proche

Cette cartographie permet de présenter l'environnement proche et les zones susceptibles d'être impactées par les émissions de la plateforme aéroportuaire pouvant avoir un impact sur la santé des habitants.

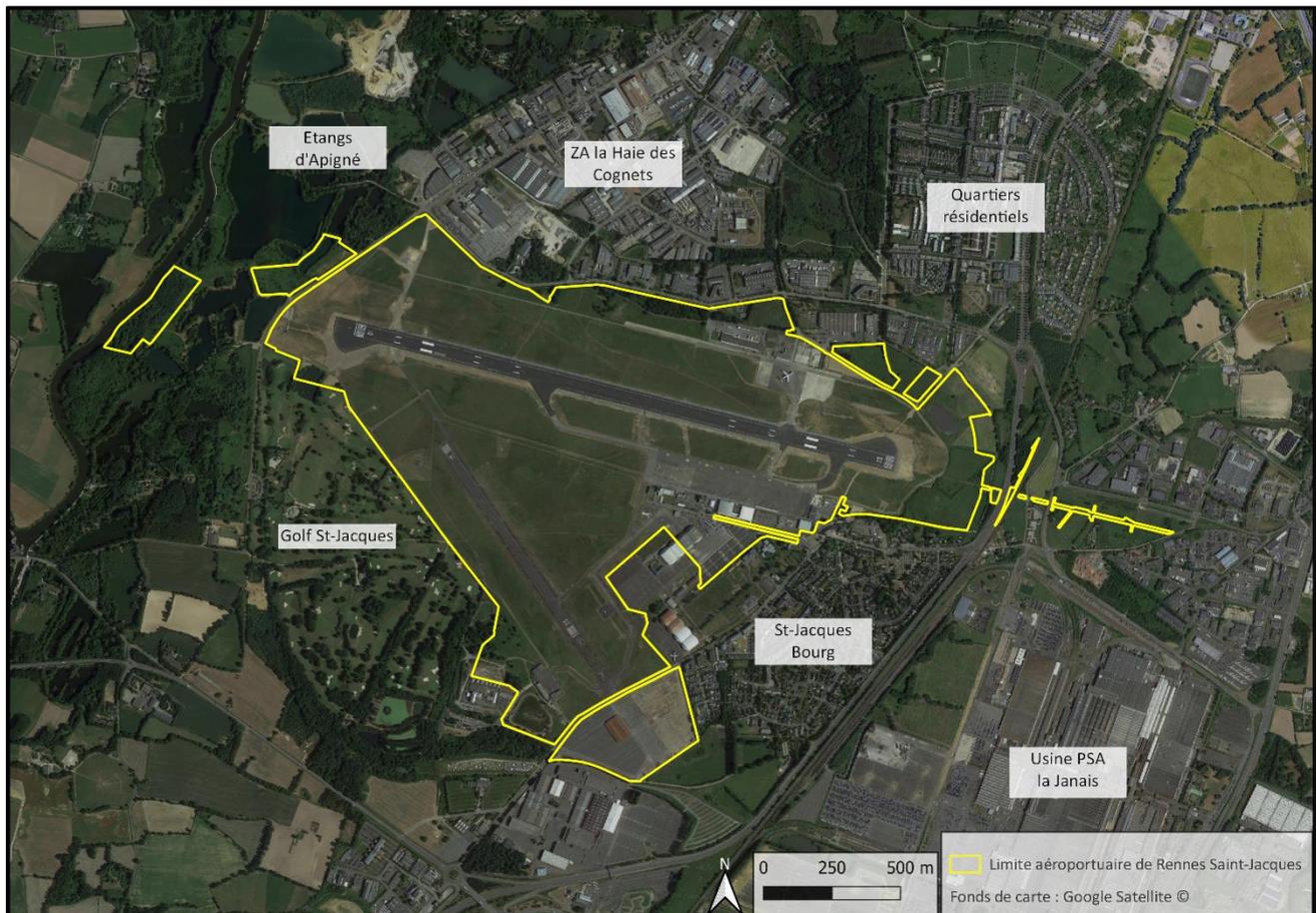


Figure 2 : Cartographie de l'environnement proche

Dans un rayon de 200 mètres, l'environnement proche de l'aéroport est constitué de :

- Au Nord-Est, le quartier résidentiel (la Morinais) avec plus de 3000 logements,
- Au Nord-Ouest, la zone d'activité de la Haie des Cognets,
- A l'ouest, un plan d'eau les étangs d'Apigné,
- Au Sud-Ouest, le golf de St Jacques,
- Au Sud-Est, le bourg de la commune Rennes Saint-Jacques avec essentiellement des quartiers résidentiels.

De l'autre côté de la départementale D177 est localisée l'usine PSA de la Janais et d'autres zones d'activités. Comme on peut le constater sur cette carte, l'aéroport est entouré de zones d'habitations et de zones d'activités.

C. Le trafic autour de l'aéroport

Cette carte présente le nombre de véhicules par jour en moyenne sur les routes et les lignes de bus autour de l'aéroport.

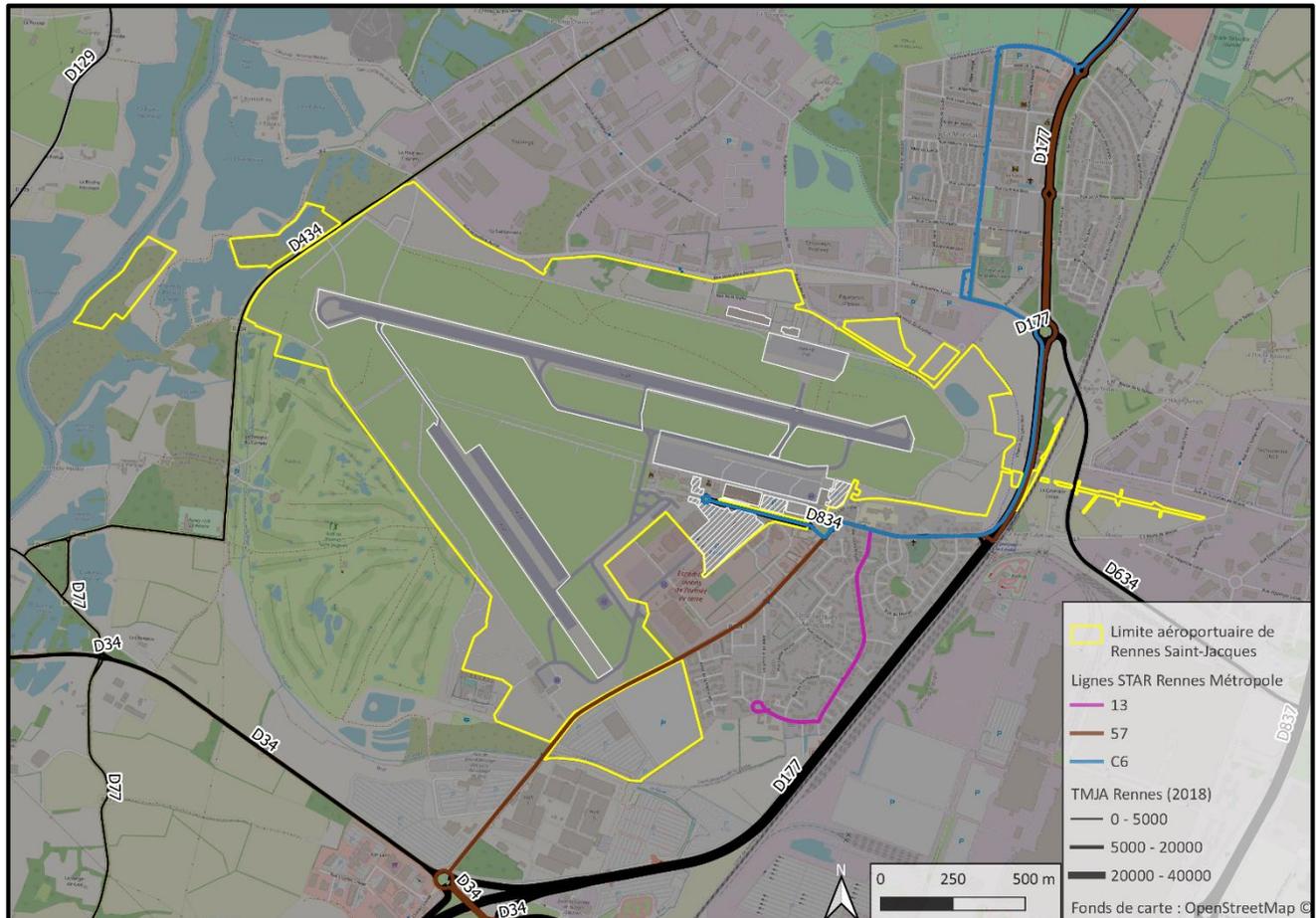


Figure 3 : Cartographie des routes avec leurs TMJA et des lignes de bus à proximité de l'aéroport.

Au sein même de l'aéroport, la départementale D834 « l'Avenue de l'Aéroport Joseph Le Brix » dessert l'aérogare passagers et les parkings. Cette route détient un trafic moyen journalier annuel (TMJA) de 6000 véhicules par jour (v/j) en 2018. Dans ces données de trafics, les trois lignes de bus (13, 57 et C6) ont des arrêts au sein de l'aéroport ou dans les rues voisines. Il y a près de 200 aller-retours pour ces bus en moyenne par jour.

A l'est de l'aéroport, la département D177 est caractérisée par un TMJA de 30 000 v/j. Au sud du site, la D34 présente un TMJA de 15 000 v/j. A l'ouest de l'aéroport, la D434 est une petite départementale avec un TMJA de 4000 v/j.

Ces données de trafics devront être prises en compte dans l'analyse des polluants étudiés.

D. Contexte météorologique de la zone d'étude

Le climat qui caractérise la commune de St-Jacques-de-la-Lande est qualifié de « climat océanique », selon les cinq grands types de climat en métropole dans la classification établie par Météo-France en 2020. Le climat océanique est caractérisé par des températures douces et une pluviométrie relativement abondante (en liaison avec les perturbations venant de l'Atlantique), répartie tout au long de l'année avec un léger maximum d'octobre à février.

Avec le changement climatique, ces variables ont évolué. Une étude réalisée en 2014 par la Direction générale de l'Énergie et du Climat³ complétée par des études régionales⁴ prévoit en effet que la température moyenne devrait croître et la pluviométrie moyenne baisser, avec toutefois de fortes variations régionales.

La station météorologique de Météo-France, installée sur le site de l'aéroport et mise en service en 1945, permet de connaître l'évolution des indicateurs météorologiques. Cet historique permet d'obtenir des conditions météorologiques dites « normales ».

Température et précipitation

La normale des conditions de température et de précipitation est présentée sur la figure ci-dessous. On peut voir sur ce graphique que les précipitations enregistrées entre 1981 et 2010 varient suivant les périodes de l'année ; par exemple avec des niveaux plus faibles en juin, juillet et août ; et plus forts en octobre, novembre et décembre.

Dans le volet 2 : Réalisation d'une étude terrain ; les périodes de campagnes seront comparées aux conditions normales météorologiques pour vérifier la représentativité de l'étude sur l'année.

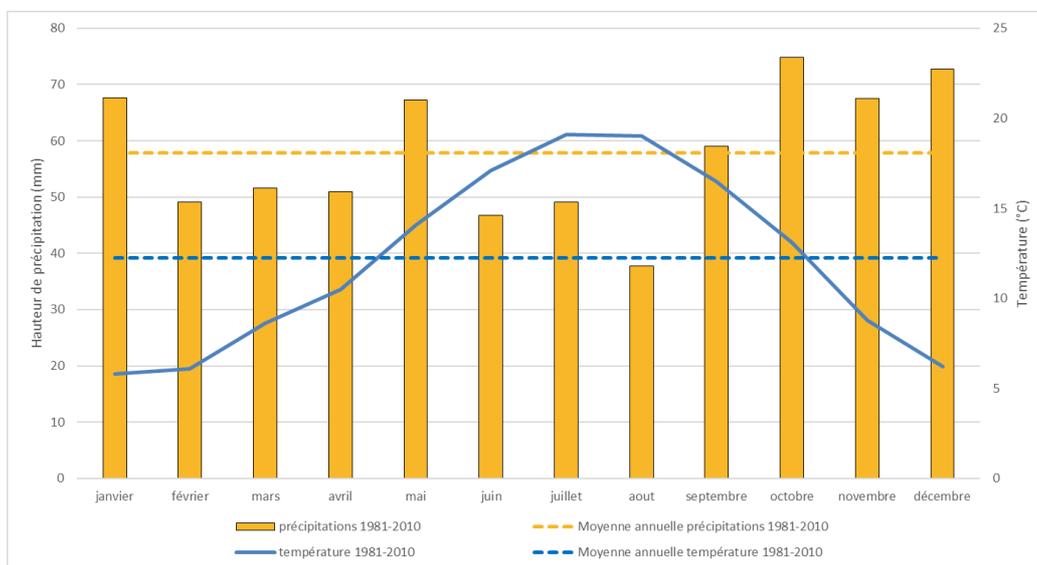


Figure 4 : Normales des précipitations et des températures ente 1981 et 2010 ; station Météo France Rennes St-Jacques

³ Août 2014, G. Ouzeau et al., Le climat de la France au XXI e siècle, Volume 4, Scénarios régionalisés : édition 2014 pour la métropole et les régions d'outre-mer

⁴ Edition 2019, Observatoire Régional sur l'Agriculture et le Changement climatique, Etat des lieux sur le changement climatique et ses incidences agricoles en région Bretagne

Direction et vitesse des vents

La normale des vents annuelles est présentée sur la Figure 5 ci-contre. On peut voir que les vents les plus fréquents sont ceux provenant des secteurs Nord et Sud-Ouest. Les vents de Sud-Ouest sont généralement les plus forts (partie orange de la rose).

Les conditions de vent rencontrés pendant les campagnes de mesure seront détaillées dans le volet 2 : étude terrain

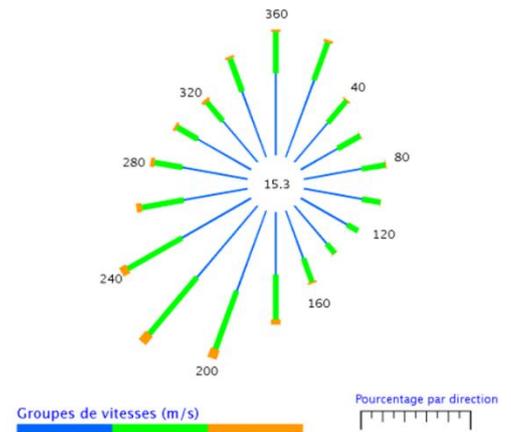


Figure 5 : Normales des vents entre 1981 et 2010 ; station Météo France Rennes St-Jacques

2. Présentation de l'aéroport et de ses activités aéroportuaires

A. Présentation générale

En 2018, l'aéroport de Rennes Saint-Jacques a accueilli près de 850 000 passagers soit une augmentation de 32 % depuis l'année 2016. En 2019, le nombre de passagers est relativement stable avec 856 791 passagers. L'aéroport de Rennes dessert près de 120 destinations toute l'année en vols réguliers directs et avec escale. L'aéroport dispose d'une piste principale d'une longueur de 2100 mètres réservée aux vols passagers commerciaux et au fret et d'une piste secondaire de 820 mètres pour les vols non commerciaux de loisirs (cf. carte figure 4). Près de 67% des vols sont des vols nationaux, tandis que 32% des vols correspondent aux vols internationaux.

Parmi les avions commerciaux, on retrouve principalement le :

- Bombardier Canadair Regional Jet CRJK (14% des vols),
- Bombardier CRJ700 (14%),
- L'Embraer 170 (10%),
- L'Embraer E190 (10%),
- North American F-100 Super Sabre (8%),
- L'Airbus A320 (6%)...

L'aviation générale des mouvements non commerciaux est également très variée et dépend du type d'activités (loisirs, tourisme...). On peut citer le :

- Socata TMB7 (33% des vols),
- Robin DR400 (5%),
- Cessna Citation Mustang C510 (4%),
- Socata TB20 (4%),
- Pilatus PC12 (4%)...

Cette liste n'est pas exhaustive mais elle permet d'avoir une idée des types d'avions utilisant les pistes de l'aéroport de Rennes Saint-Jacques.

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

8 378 tonnes de marchandises ont été transportés en 2018 au sein de la plateforme, soit une baisse de 20% par rapport à 2016. L'aéroport est la 9^{ème} plateforme régionale française de fret. Au nord de l'aéroport se trouve l'aérogare de Fret et la zone de stationnement des avions dédiés aux transports de marchandises fret.

Dans le cadre de cette étude, l'ensemble des activités aéroportuaires est étudié : les aéronefs, le trafic routier dans l'aéroport avec les engins de pistes et les véhicules de services, le stockage du carburant, les engins des espaces verts, le chauffage des bâtiments de l'aérogare et du fret et la climatisation des bureaux.

La cartographie (cf. figure 6) ci-dessous présente la localisation des activités de l'aéroport.



Figure 6 : Cartographie des activités aéroportuaires

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

Tableau 1 : Synthèse des sources de pollution de la plateforme aéroportuaire de Rennes

		Rennes
Les aéronefs		L'approche L'atterrissage Les moteurs auxiliaires de puissance (APU) Le roulage Le décollage La montée
Activités aéronefs	hors	Le stockage du carburant Le fret Le trafic routier à l'intérieur de la plateforme Les véhicules de service (camion incendie, camion commissariat...) Les engins de pistes (GPU, escalier mobile...) L'entretien des espaces verts Le chauffage des bâtiments La climatisation

Ce tableau synthétise les activités potentiellement polluantes au sein de l'aéroport de Rennes Saint-Jacques. Ces activités sont également recensées dans *le guide méthodologique à destination des aéroports pour évaluer leur impact sur la qualité de l'air locale* de l'ACNUSA (2020).

B. Les sources mobiles

Les aéronefs sont les principales sources mobiles de la plateforme aéroportuaire. En 2018, sur les 47 000 mouvements au total, on ne dénombre pas moins de 14 000 mouvements commerciaux et 32 000 mouvements non commerciaux. L'aéroport de Rennes concentre près de 70% de ses activités dans les vols de loisirs et 27% dans les vols commerciaux. Seulement 3% de l'ensemble des vols est consacré aux vols de transports de marchandises Fret. Les émissions de ces aéronefs sont découpées en quatre phases du cycle atterrissage-décollage (dit LTO – cf. figure 5) : approche, roulage ou circulation au sol, décollage et montée de l'aéronef.

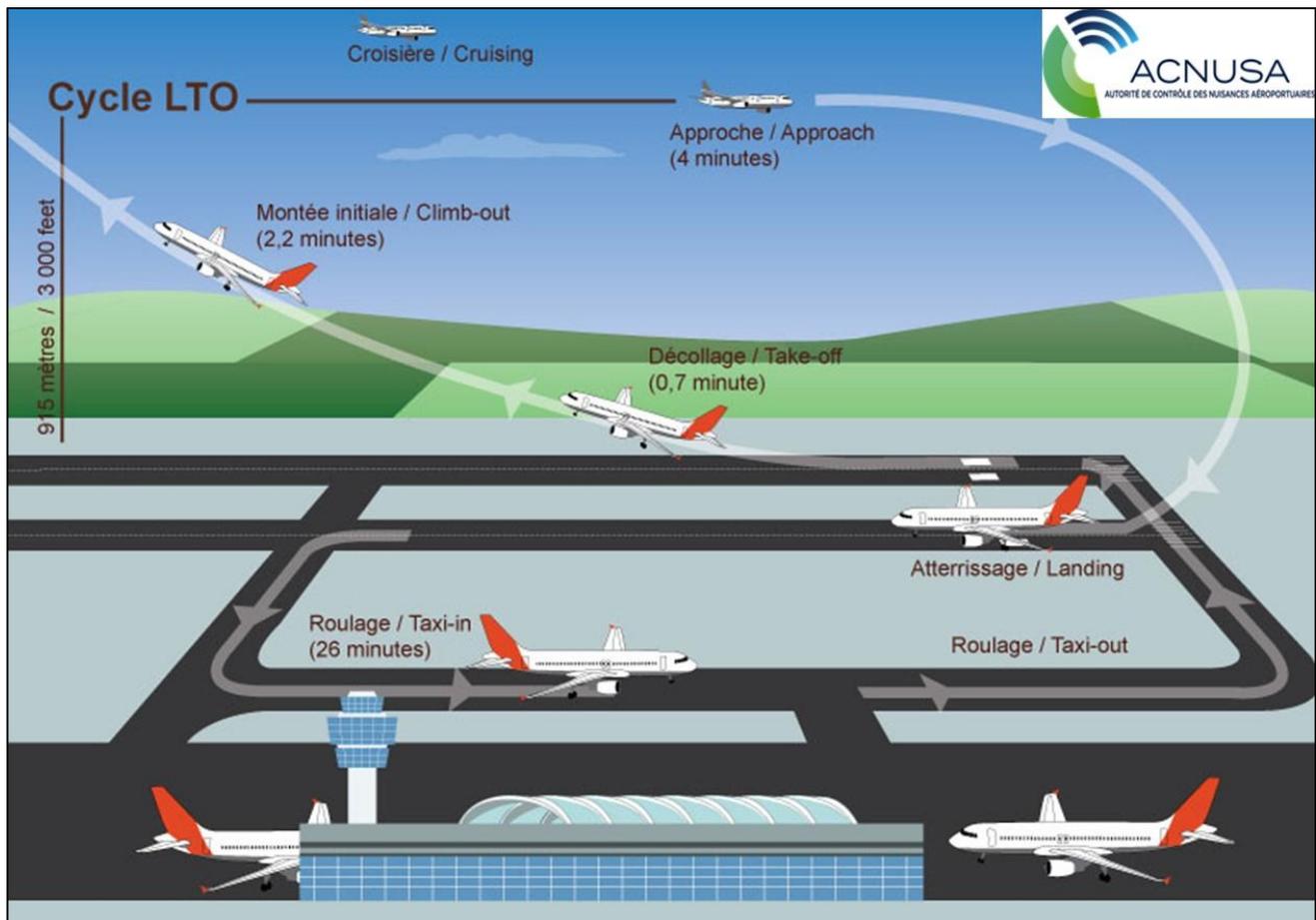


Figure 5 : Le cycle LTO [source : ACNUSA]

L'APU, unité de puissance auxiliaire, est un turboréacteur embarqué, situé en général à l'arrière du fuselage. Il permet à l'avion d'être autonome, en air (climatisation) et en électricité (chauffage...) lors d'une escale lorsque l'avion ne dispose pas d'autres sources d'énergies ou en vol. Il consomme du kérosène et son utilisation est une source d'émissions de polluants⁵.

Parmi les engins de pistes (également émetteurs), l'aéroport de Rennes dispose de 8 GPU, 4 escaliers mobiles, 3 tapis à bagages, 4 tracma thermiques, 3 loaders, 1 cuve à vide toilette, 1 ASU, 1 dégivreuse et 1 camion de commissariat.

Le trafic routier dans la plateforme est une source d'émissions mobile. Il comprend les trois parkings des voyageurs, les deux parkings du personnel, le déplacement de la ligne de bus C6 au sein de l'aéroport, les véhicules déposes minutes, les taxis et les véhicules de service. Ces derniers sont composés de 8 véhicules fonctionnant essentiellement au gazole. Parmi ces véhicules, il y a 3 camions incendies, 2 véhicules de maintenances, 1 4X4 SPPA, 1 camion commissariat, 1 camionnette fret et 1 véhicule de transport VIP. Les camions incendies effectuent 4 essais par jour au sein de l'aéroport.

⁵ Guide méthodologique à destination des aéroports pour évaluer leur impact sur la qualité de l'air locale, juillet 2016 - Autorité de Contrôle des Nuisances Aéroportuaires ACNUSA.

C. Les sources fixes

Le stockage d'hydrocarbures (cf. figure 4) permet de ravitailler les avions en carburants. L'aéroport de Rennes dispose de quatre cuves sous la forme de réservoir enterré et de deux cuves pour l'aérogare et le balisage. Le ravitaillement des avions dans cet aéroport reste malgré tout assez rare, seulement un avion par jour remplit son réservoir en moyenne.

Parmi les cinq cuves, la cuve 1 est composée de kérosène. Elle permet la distribution du carburant vers les avions par un camion-citerne. La cuve 2 est constituée de ZP 95 d'essence aviation. La cuve 3 est composée de FOD permettant la distribution du gazole vers les engins de pistes (GSE). La cuve 4 fournit aux véhicules de services du carburant gazole, tandis que la dernière cuve est constituée d'essence pour la consommation de la tondeuse.

D'autres sources peuvent être citées telles que le chauffage des bâtiments, la climatisation ou encore l'utilisation de la tondeuse pour les surfaces enherbées.

Les émissions résultent principalement des activités aéroportuaires, du roulage des avions et de la circulation de véhicules sur la plateforme. Les mouvements aéronefs (hors sols) et les activités au sein de l'aéroport sont étudiés afin d'établir les émissions de l'aéroport de Rennes.

3. Présentation des polluants réglementaires

A. Présentation des polluants

1. Les oxydes d'azote

Le dioxyde d'azote (NO_2) est un gaz très réactif faisant partie de la famille des oxydes d'azote (NO_x). Il peut être émis dans l'atmosphère de manière directe, par des processus de combustion (installations de combustion industrielle, chauffage résidentiel, etc.), mais aussi de manière indirecte par photo-oxydation du monoxyde d'azote (NO), dont la principale source d'émission est le trafic routier. Ainsi, les concentrations en NO et NO_2 augmentent généralement aux heures de pointe dans les villes.

Le NO_2 est réglementé dans le code de l'environnement car il a des effets néfastes sur la santé : une exposition à long terme peut altérer la fonction pulmonaire et augmenter les risques de troubles respiratoires. Le dioxyde d'azote pénètre profondément dans les voies respiratoires, où il fragilise la muqueuse pulmonaire face aux agressions infectieuses, notamment chez les enfants. Il est irritant pour les bronches et entraîne la peroxydation des lipides des membranes cellulaires, ce qui induit la libération de radicaux libres.

Le terme "oxydes d'azote" (NO_x) désigne le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO_2). Associés aux composés organiques volatils (COV), et sous l'effet du rayonnement solaire, les oxydes d'azote favorisent la formation d'ozone dans les basses couches de l'atmosphère (troposphère). En France, des dépassements des normes sanitaires dans l'air ambiant persistent, bien qu'elles soient moins nombreuses que par le passé. Les NO_x contribuent aussi à la formation des retombées acides et à l'eutrophisation des écosystèmes. Les oxydes d'azote jouent enfin un rôle dans la formation de particules fines dans l'air ambiant.

Les particules

Les particules, ou « PM » (pour Particulate Matter), sont surveillées en raison de leurs impacts sur la santé humaine. En effet, elles peuvent provoquer des maladies respiratoires et des troubles vasculaires tels que les AVC, mais aussi des dommages à l'ADN en raison de leur potentiel oxydant, résultant de leur capacité à former des espèces réactives de l'oxygène.

Il existe différents critères pour caractériser les particules : leur taille, souvent désignée par le diamètre aérodynamique, correspond au diamètre d'une sphère ayant la même vitesse limite de chute que la particule et une masse volumique de $1\ 000\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Ainsi, les PM10 et PM2,5 regroupent les particules de diamètre aérodynamique inférieur à 10 et 2,5 μm respectivement. Ces particules sont très étudiées et sont réglementées en France par le code de l'environnement (article R221-1).

La composition chimique de ces particules est très variable et dépend de leur source d'émission, qui peut être naturelle ou anthropique, mais aussi de l'origine primaire ou secondaire des particules. Par exemple, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) issus notamment de la circulation routière sont de source anthropique et d'origine primaire, alors que l'ozonolyse de l' α -pinène, émis notamment par les pins, conduit à la formation de produits condensables qui contribuent à la formation d'aérosol organique secondaire (AOS).

Composition chimique des particules – analyse du carbone suie

On définit deux grandes fractions de particules : la fraction inorganique (ou minérale) et la fraction organique. Le plus souvent, les particules en suspension dans l'air sont constituées de ces deux fractions. La fraction minérale (souvent d'origine naturelle) est composée essentiellement de sulfates, de nitrates et d'ammonium. À cela s'ajoutent d'autres espèces comme certains métaux (plomb, arsenic, cadmium, ...) et des sels (embruns marins, ...). En ce qui concerne la fraction organique, on distingue la fraction contenant du carbone élémentaire (carbone suie, EC - carbone élémentaire ou BC - black carbon⁶) et la fraction contenant du carbone organique (OC).

Le **carbone élémentaire (carbone suie)** est constitué à quasiment 100% d'atomes de carbone et est chimiquement inerte. Les particules de carbone élémentaire sont **émises directement dans l'atmosphère au cours des processus de combustion.**

Le carbone organique est la fraction regroupant tous les composés organiques fonctionnalisés, soit émis directement dans l'atmosphère, soit formés in-situ par condensation ou nucléation des produits de dégradation photochimique des composés organiques volatils (COV).

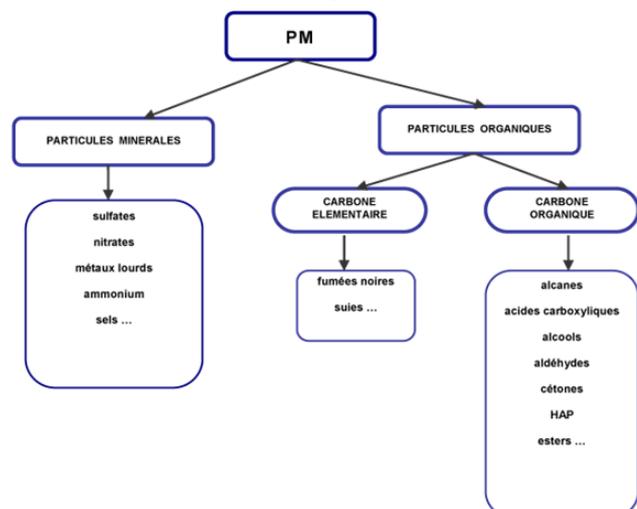


Figure 7 : Fraction chimique des particules

⁶ Le carbone suie a une dénomination différente suivant la façon dont il est mesuré : le carbone élémentaire - EC - représente la partie réfractaire (jusqu'à 600-800 °C selon le taux d'oxygène) de l'aérosol carboné émis par combustion, alors que le black carbon - BC - représente la fraction (la plus) absorbante de ces émissions.

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

La fraction OC est une matrice très complexe, constituée d'une multitude de composés différents appartenant aux grandes familles de la chimie organique que sont les alcanes, les acides carboxyliques, les alcools, les aldéhydes, les cétones, les esters, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les dioxines, ...

Composés organiques volatils non méthaniques

Un composé organique volatil non méthanique (COVNM) est un composé principalement constitué d'atome de carbone et d'hydrogène. Il peut aussi contenir des atomes d'oxygène, d'azote, de soufre ou de métal. Ces composés, d'après leurs propriétés physico-chimiques, se trouvent à l'état de vapeur dans notre atmosphère.

Les composés organiques volatils, appelés aussi COV, sont des substances chimiques qui s'évaporent plus ou moins rapidement à température ambiante. Les effets des COV sont très variables selon la nature du polluant envisagé. Ils vont d'une gêne olfactive à des effets cancérigènes, en passant par des irritations diverses et une diminution de la capacité respiratoire.

Les Composés Organiques Volatils peuvent se trouver dans plusieurs types de matériaux et produits de rénovation du bâtiment. Les COV sont issus : de phénomènes de combustion, d'évaporation de solvants présents dans les peintures, d'évaporation des composés organiques comme les carburants ou de réactions biologiques... En 2012, les principaux secteurs émetteurs de COV sont : le secteur résidentiel avec 40% (chaudières, utilisation domestique de solvants...) les industries manufacturières avec 11%, la construction avec 9,5%, l'agroalimentaire avec 4,9% et le transport fluvial avec 4,4%...

Gaz à effet de serre

Les gaz à effet de serre (GES) sont des composants gazeux qui absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre. Le climat de la Terre est dépendant des gaz à effet de serre, néanmoins les activités humaines entraînent un surplus de cet effet de serre. L'élévation des concentrations des gaz à effet de serre (GES) amplifie le phénomène, menace l'environnement et est à l'origine du réchauffement global de la planète.

Dans les gaz à effet de serre, sont compris le méthane (CH₄), le dioxyde de carbone (CO) et le protoxyde d'azote (N₂O). Le CH₄ est un gaz qui est produit principalement de manière biologique. La principale source de ce gaz est agricole, et provient principalement de la fermentation entérique et de la gestion des déjections dans les élevages. Le CO aussi appelé gaz carbonique (CO₂) est naturellement émis par la respiration des êtres vivants (animaux, végétaux, organismes du sol). Les feux de forêts et les éruptions volcaniques sont aussi sources de CO₂. Le N₂O est émis principalement par les produits azotés utilisés (fertilisants minéraux) et générés par l'agriculture (engrais, fumier, lisier).

Les différents gaz ne contribuent pas tous à la même hauteur à l'effet de serre. En effet, certains ont un pouvoir de réchauffement plus important que d'autres et/ou une durée de vie plus longue. La contribution à l'effet de serre de chaque gaz se mesure grâce au pouvoir de réchauffement global (PRG). Dans le cadre de ce rapport, seules les émissions directes Scope 1 seront estimées.

B. Réglementations

Les valeurs de référence sont issues du code de l'environnement (article R221-1)⁷ et des nouvelles lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air (révisées en 2021)⁸. Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2 : Tableau de synthèse des valeurs guides et réglementaires des polluants étudiés.

Dioxyde d'azote (NO ₂)			
	Moyenne horaire	Moyenne journalière	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	200 µg/m ³ *		40µg/m ³
Seuil d'information et de recommandation	200 µg/m ³		
Seuils d'alerte	400 µg/m ³ **	200 µg/m ³ **	
Niveau critique pour la protection de la végétation (NO _x)			
Valeur guide OMS		25 µg/m ³ ***	10 µg/m ³
Particules (PM10)			
Valeur limite pour la protection de la santé humaine		50 µg/m ³ ****	40 µg/m ³
Seuil d'information et de recommandation		50 µg/m ³	
Seuils d'alerte		80 µg/m ³	
Valeur guide OMS		45 µg/m ³ ***	15 µg/m ³
Particules (PM2,5)			
Valeur limite pour la protection de la santé humaine			25 µg/m ³
Valeur guide OMS		15 µg/m ³ ****	5 µg/m ³

* En moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an.

** 400 µg/m³ en moyenne horaire pendant 3 heures consécutives ou 200 µg/m³ en moyenne journalière pendant 2 jours consécutifs et prévision pour le troisième jour.

*** A ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an.

**** A ne pas dépasser plus de 35 jours par an

Il est à noter que les valeurs de références issues des lignes directrices de l'OMS sont établies sur la base de données scientifiques et constituent des niveaux d'exposition idéaux pour la protection de la santé humaine. La réglementation française évolue progressivement vers ces valeurs guides. La réglementation présentée ici concerne que les polluants mesurés.

C. Variation annuelle des concentrations

La majorité des polluants atmosphériques présentent des variations annuelles, en fonction des saisons.

La figure ci-après montre la variation annuelle (2021) des polluants étudiés aux deux stations urbaines de fond de Rennes (« St-Yves » et « Pays-Bas »). Les flèches rouges à double pointe représentent les périodes de campagne.

Les émissions de NO₂ et de particules (PM10 et PM2,5) sont plus importantes en hiver car leurs émissions sont en partie liées au chauffage résidentiel (voir la partie bilan des émissions). De plus, les conditions atmosphériques plus stables (peu de vent) favorisent l'accumulation de ces polluants à cette période de l'année.

Pour les PM10 et les PM2,5, les concentrations hivernales sont en moyenne 2 fois plus importantes que celles de la saison estivale. En effet, sur les graphiques PM de la figure ci-après, on peut voir que

⁷ Article R221-1 du code de l'environnement qui transpose les directives européennes 2008/50/CE et 2004/107/CE

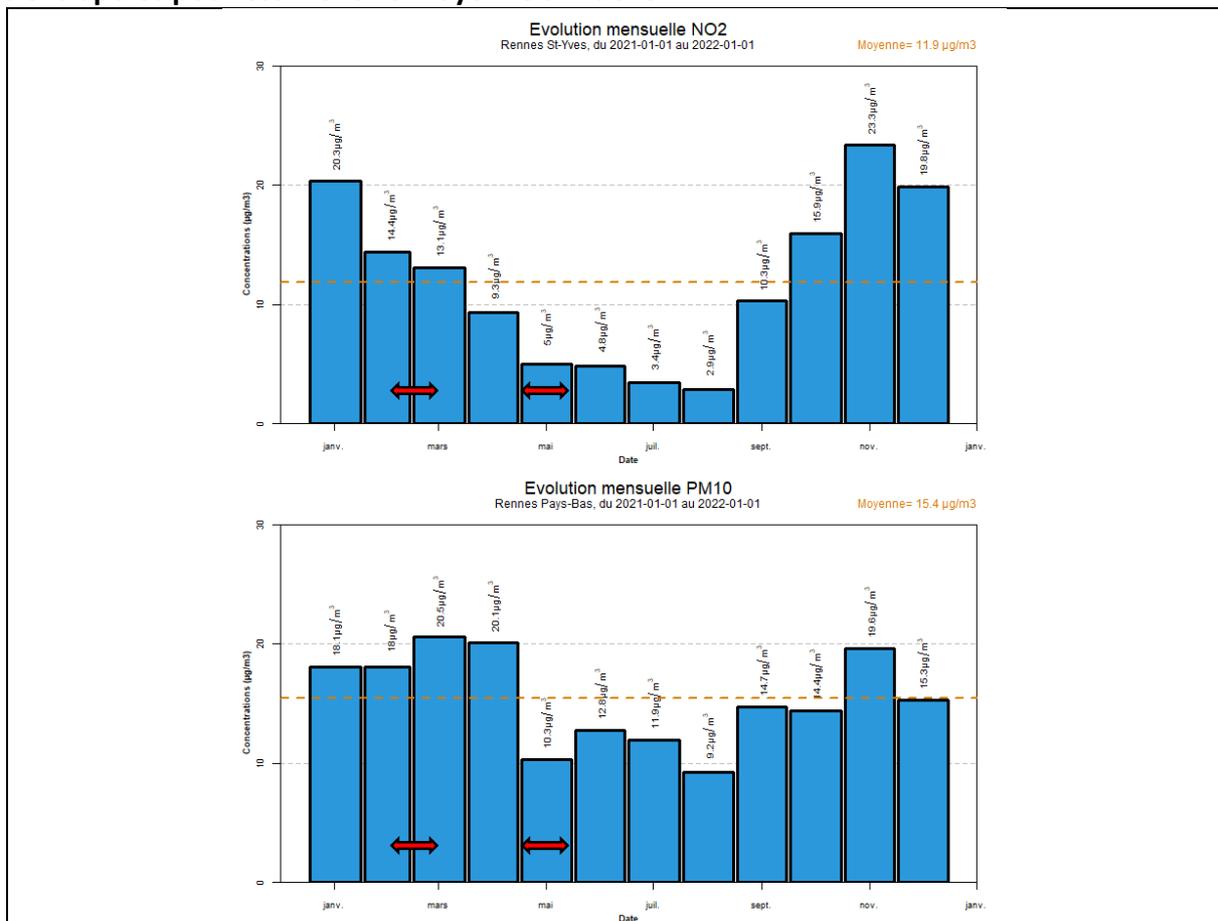
⁸ Résumé d'orientation (OMS 2021) : Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

les concentrations rencontrées sont différentes en fonction des saisons, avec une moyenne de 15,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM10 et 10,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM2,5. Les niveaux de concentration des deux campagnes (février/mars et mai) sont situés de part et d'autre de la moyenne annuelle, pour tous les polluants.

Les campagnes de la présente étude sont placées à des périodes représentatives de la saisonnalité des polluants étudiés. En effet, le mois de mai présente des concentrations moins importantes en NO₂, PM10 et PM2,5, comparé à la période de février/mars où les concentrations sont plus élevées.

Les dates choisies pour les campagnes de mesure estivale et hivernale semblent correspondre à la saisonnalité des polluants étudiés. Ainsi, les résultats de mesure des deux campagnes pourront être extrapolés pour estimer une moyenne annuelle.



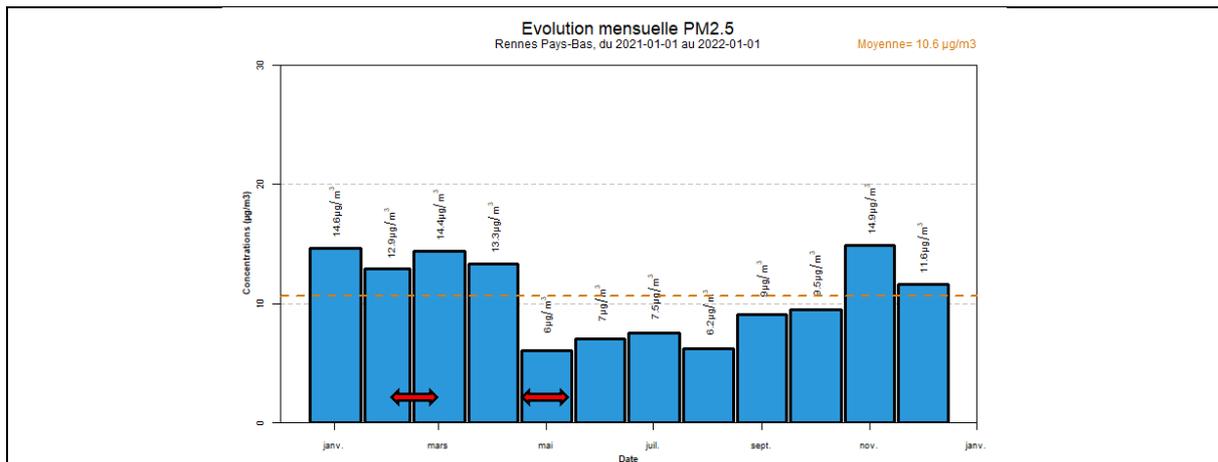


Figure 8 : Variation annuelle (2021) des concentrations en NO₂, PM10 et PM2,5 aux stations (UF) de Rennes.

4. Synthèse des études 2016 et 2017

Deux études ont été réalisées par nos équipes en 2016 et en 2017 sur la zone aéroportuaire. Dans cette partie, une synthèse de ces deux études est réalisée.

A. Campagne de mesure 2016

La Société d'Exploitation des Aéroports de Rennes et Dinard (SEARD) a sollicité Air Breizh pour la réalisation d'une étude de la qualité de l'air en 2016 sur le site et aux abords de l'aéroport de Rennes - St Jacques (35).

L'objectif de cette étude était d'évaluer, dans le cadre d'une première approche, l'impact des activités aéroportuaires sur la qualité de l'air ambiant sur le site et dans ses environs.

Pour répondre à cette demande, Air Breizh a réalisé deux campagnes de quatre semaines en période hivernale puis estivale de manière à prendre en compte les variations saisonnières des niveaux de polluants dans l'air, et ainsi de proposer le calcul d'une moyenne jugée représentative de l'année et comparable aux valeurs réglementaires. Les mesures ont porté prioritairement sur deux paramètres réglementés, jugés traceurs des activités de combustion et donc de l'activité aéroportuaire, à savoir le dioxyde d'azote et le benzène.

Les résultats des mesures en dioxyde d'azote et benzène effectuées à la fois sur l'emprise du site et dans ses environs, se caractérisent par des niveaux faibles au regard des valeurs réglementaires, et avec des variabilités peu sensibles entre les points. Ces deux éléments témoignent d'un impact jugé réduit de l'activité aéroportuaire sur son environnement pour ce qui est de ces deux paramètres.

En outre, les autres composés de la famille des BTEX (hydrocarbures légers) et notamment le toluène et les xylènes, présentent des teneurs légèrement plus élevées sur deux des quatre points sur site. Les opérations de dépotage de carburants pourraient être à l'origine de ces augmentations.

Toutefois, les niveaux observés hors site sont comparables à ceux observés dans des environnements similaires ce qui témoigne de l'impact localisé de ces opérations.

Une synthèse des données de mesure est présentée en annexe 2.

B. Campagne de mesure 2017

A l'issue de la première campagne de mesure réalisée en 2016, Air Breizh avait recommandé des prélèvements complémentaires sur des durées plus courtes afin de permettre de détecter les pics de concentrations lors d'opérations ponctuelles telles que le dépotage de carburant, et sur un panel de molécules plus large au sein de la famille des composés organiques volatils.

Deux séries de prélèvements successifs de quelques heures ont été réalisées le jeudi 5 octobre 2017, autour de la plateforme aéroportuaire et au niveau de la zone de dépotage de carburants. Les prélèvements menés autour de la plateforme aéroportuaire ont permis de mettre en évidence une dizaine de composés organiques volatils pour chacun des points, dans des niveaux de concentrations très faibles.

Deux d'entre eux ont été plus représentés : l'éthanol et le cyclotrisiloxane hexaméthyl. D'après nos recherches, leur présence n'est pas spécifique de l'activité aéroportuaire. L'impact des émissions de l'aéroport sur ces prélèvements et mesures de composés organiques volatils autour de la plateforme n'est donc pas avéré.

Pour ce qui est des prélèvements au niveau de la plateforme de dépotage, la nature des composés mesurés (alcane majoritaires) au niveau de la source coïncide avec la composition des carburants utilisés. Une décroissance des niveaux pour ces mêmes composés est observée entre le point source et le point en périphérie distant de 50 mètres environ. L'abattement pour les deux séries de prélèvements est de l'ordre de 90%. Ainsi, les concentrations en limite de propriété sont peu significatives, excepté pour le benzène, dont la décroissance est nettement moins importante entre la source et la périphérie pour les deux séries de prélèvements. Pour ce composé, la présence d'autres sources d'émissions, comme le trafic routier, pourrait expliquer les niveaux mesurés en périphérie.

Ainsi, dans les conditions de mesure de cette journée, l'abattement a été significatif entre la source et la périphérie de la zone de dépotage. Les concentrations mesurées en limite de propriété sont peu significatives.

Des concentrations plus importantes sont possibles en limite de propriété (abattement plus faible) dans des conditions plus pénalisantes associant une opération de déchargement avec des vents de Nord-Ouest en direction des habitations.

Une synthèse des données de mesure est présentée en annexe 3.

VOLET 2 : REALISATION D'UNE ETUDE TERRAIN

Une campagne de mesure de la qualité de l'air sera réalisée. Les objectifs identifiés pour ces mesures sont les suivants :

- suivre les concentrations dans l'air sur et autour de la plateforme notamment aux niveaux des zones résidentielles pour caractériser les concentrations auxquelles les riverains sont exposés ;
- comparer les résultats aux valeurs limites réglementaires et à ceux de la campagne de 2016 pour appréhender l'évolution de la qualité de l'air en lien avec l'évolution du site et de son environnement ;
- prendre en compte les nouvelles recommandations de l'ACNUSA⁹ (juin 2000).

Deux campagnes de mesure ont été réalisées lors de cette étude, à des saisons différentes, couvrant un minimum de 8 semaines sur l'année (soit 14% de l'année), conformément aux Directives européennes 2008/50/CE¹⁰ et 2004/107/CE¹¹ :

- 1^{ère} campagne, saison hivernale : du 17/02 au 17/03/2022 ;
- 2^{nde} campagne, saison estivale : du 02/05 au 30/05/2022

Dans les chapitres suivants, les deux campagnes de mesure sont présentées. Une première partie est consacrée aux moyens techniques et à la méthode utilisée pour mesurer la qualité de l'air. Ensuite, les résultats sont présentés et interprétés. Pour finir, une conclusion sur les enseignements tirés de cette 'étude terrain' vient compléter cette partie.

1. Matériel et méthode

A. Techniques de mesure

Mesure du NO₂ : Tube passif RADIELLO®

Le dioxyde d'azote a été mesuré au moyen de tubes à diffusion passive (Figure 9).

L'échantillonnage passif est une technique de mesure courante dans la surveillance de la qualité de l'air. Cette mesure est économique et facile à mettre en œuvre, ce qui permet de déployer plusieurs appareils par campagne pour avoir une meilleure répartition spatiale.

Cette technique est basée sur le transfert de matière d'une zone à une autre par diffusion moléculaire (sans mouvement actif de l'air), sous l'effet d'un gradient de concentration. Le polluant est piégé sur un support imprégné d'une substance chimique adaptée à l'absorption des polluants recherchés.



Figure 9 : Tube à diffusion passive sous abri

⁹ ACNUSA, 9 juin 2020, Rapport sur la gestion de la qualité de l'air sur et autour des plateformes aéroportuaires.

¹⁰ 2008/50/CE : Directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe

¹¹ 2004/107/CE : Directive 2004/107/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

Les échantillonneurs passifs sont exposés à l'air ambiant pendant une semaine puis analysés selon la norme EN 14211 (2005)¹² par un laboratoire sous-traitant (laboratoire Air Parif). La concentration atmosphérique moyenne sur la période d'échantillonnage est calculée à partir de la masse piégée, la durée d'exposition et le débit d'échantillonnage.

Remarque : L'échantillonnage par tube à diffusion ne fournit pas de données en temps réel, mais fait état d'une situation moyenne sur la durée d'exposition des tubes. Les élévations ponctuelles de concentrations ne sont donc pas observées.

Analyseur de particules : FIDAS 200

Le FIDAS 200E est un granulomètre optique, utilisé pour le suivi en temps réel et en continu des fractions PM_{2,5} et PM₁₀. Cet analyseur a été certifié par le TÜV (Association d'inspection technique, organisme certificateur allemand) et a été reconnu conforme par le LCSQA pour la surveillance des polluants réglementaires PM₁₀ et PM_{2,5}.

Le FIDAS 200E utilise la technique de diffusion de la lumière optique sur les particules individuelles et est équipé d'une source lumineuse LED à haute intensité lumineuse. Cet appareil est conforme à la norme NF EN 16450¹³.



Analyseur de NO₂ : AC32e

L'analyseur AC32e est couramment utilisé pour la mesure réglementaire du NO₂ dans l'air ambiant. Cet analyseur a été certifié QAL1 par le TÜV, homologué par l'US EPA et a été reconnu conforme par le LCSQA pour la surveillance réglementaire du dioxyde d'azote.

Il permet de fournir des mesures en continu, à des concentrations faibles (limite de détection : 0,2 ppb), en utilisant le principe de chimiluminescence, méthode standard pour la mesure des oxydes d'azotes (EN 14211)¹⁴.



Préleveur séquentiel sur filtres DA80

Le collecteur DIGITEL DA80 est couramment utilisé dans les AASQA ; il permet le prélèvement automatique sur filtre, à débit constant, des poussières et aérosols présents dans l'air atmosphérique. Il est équipé d'une tête de prélèvement normalisée PTS, PM₁₀, PM_{2,5} ou PM₁. Les particules échantillonnées seront ensuite analysées en laboratoire pour déterminer leur composition.

Cet appareil a été reconnu conforme par le LCSQA pour le prélèvement de particules en vue de leur caractérisation.



¹² EN 14211 (2005) : « Qualité de l'air ambiant — méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en dioxyde d'azote et en monoxyde d'azote par chimiluminescence ».

¹³ NF EN 16450 (avril 2017) : Air ambiant - Systèmes automatisés de mesurage de la concentration de matière particulaire (PM₁₀ ; PM_{2,5}).

¹⁴ EN 14211 (octobre 2012) : Air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en dioxyde d'azote et monoxyde d'azote par chimiluminescence

B. Stratégie d'échantillonnage

Trois types de mesure ont été réalisées lors de cette étude : des mesures en continu avec des appareils de type « analyseur » et des prélèvements sur filtre (pour les particules) et par tube passif (pour le NO₂), qui ont ensuite été analysés en laboratoire. Les mesures en continu des particules (et de leur composition) et du dioxyde d'azote n'avaient pas été réalisées en 2016.

Mesure passive du NO₂

Pour apprécier la variabilité spatiale des niveaux de concentration du NO₂, le protocole suivant a été retenu.

Le plan d'échantillonnage déterminé avec la SEARD en 2016 a été repris pour cette étude. Six points de mesure ont été désignés sur l'emprise du site et six autres dans son environnement. Un point témoin a été positionné près du golf pour mesurer le bruit de fond et un point sur le camion laboratoire pour comparer la mesure des tubes passifs à l'analyseur.

Au total, 13 points de prélèvements passifs ont été retenus sur la zone d'étude.

Les tubes passifs ont été disposés dans la mesure du possible sur des poteaux existants (poteaux de signalisation, d'éclairage, ...). A défaut, des tuteurs bois (ou similaires) ont été mis en place par Air Breizh.

La carte ci-dessous présente la situation de chacun de ces points.

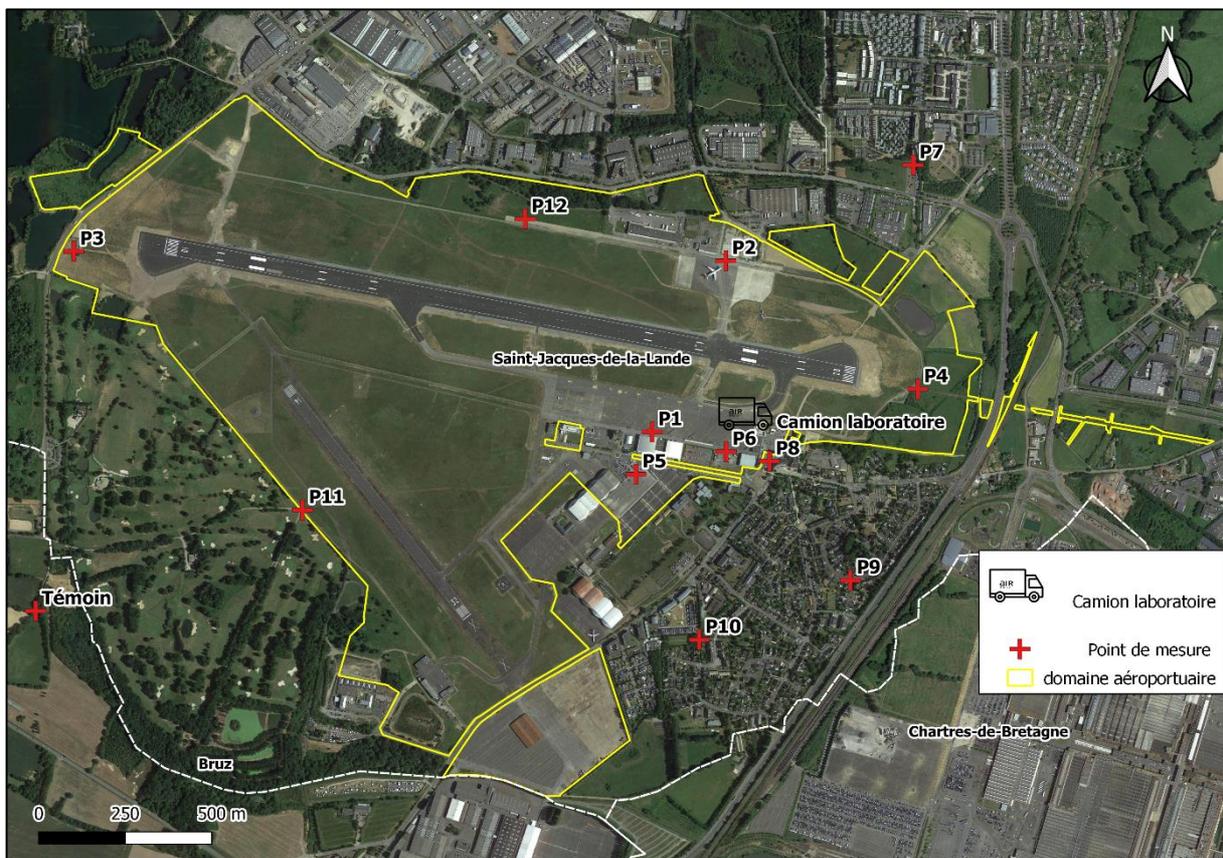


Figure 10 : Cartographie des points de mesure – Aéroport Rennes St-Jacques

Prélèvement des particules PM10 sur filtre – analyse du carbone suie

Pour caractériser la composition chimique des particules, celles-ci ont été prélevées sur filtre à l'aide du préleveur séquentiel DA80 pour ensuite être analysées en laboratoire.

Pour cela, les PM10 ont été échantillonnés chaque jour lors des deux campagnes. Ensuite, certains échantillons ont été sélectionnés pour être analysés, suivant les conditions d'exposition du camion laboratoire et le niveau d'activité de l'aéroport.

La méthode de sélection des filtres est détaillée dans la partie « Analyse carbone suie ».

La mesure des particules et l'analyse de leur composition n'avaient pas été réalisées en 2016.

Mesures en continu du NO₂ et particules fines PM10/PM2.5

En complément de ces prélèvements, des mesures en continu du dioxyde d'azote et des particules fines PM10 et PM2,5 ont été réalisées. Le camion laboratoire a été positionné sur l'emprise de l'aéroport (cf. figure page précédente), à proximité de la zone de circulation des avions. Ce positionnement défini avec le demandeur a été jugé plutôt pénalisant. Ces mesures en continu permettent d'apprécier la variabilité temporelle des niveaux de concentration (non réalisées en 2016).

C. Période de surveillance

Deux campagnes de mesure de 4 semaines ont été effectuées, à des saisons différentes, recouvrant 14 % de l'année. Au total, 8 semaines ont fait l'objet de prélèvement, ce qui correspond au taux de couverture temporelle minimale pour la détermination d'une moyenne annuelle selon les Directives Européennes 2008/50/CE et 2004/107/CE.

Les analyseurs des camions laboratoires ont mesuré en continu les concentrations des particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) et des oxydes d'azotes sur toute la durée des campagnes estivales et hivernales. Les dates de chacune de ces campagnes sont les suivantes :

- **Campagne hivernale** : du 17/02/2022 au 17/03/2022
- **Campagne estivale** : du 02/05/2022 au 30/05/2022

Les prélèvements passifs de NO₂ ont été effectués sur des pas de temps d'une semaine lors des campagnes de mesure, soit 4 séries de prélèvements par campagne. Le tableau ci-dessous présente le détail des séries de prélèvement du NO₂ à l'aide des tubes passifs.

Tableau 2 : Séries de prélèvement du NO₂ lors des deux campagnes de mesure

	Série	Dates
Campagne hivernale	Série H1	Du 17/02 au 24/02/2022
	Série H2	Du 24/02 au 03/03/2022
	Série H3	Du 03/03 au 10/03/2022
	Série H4	Du 10/09 au 17/03/2021
Campagne estivale	Série E1	Du 02/05 au 09/05/2022
	Série E2	Du 09/05 au 16/05/2022
	Série E3	Du 16/05 au 23/05/2022
	Série E4	Du 23/05 au 30/05/2022

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

Événement durant la campagne hivernale :

Les résultats des tubes NO₂ de la campagne hivernale se sont avérés anormalement faibles à réception.

Des investigations ont été réalisées par le laboratoire Air Parif, en charge de l'analyse des supports. Ces recherches ont permis d'identifier un problème lié à la fabrication des tubes chez le fournisseur. Les supports issus de la même série ont été identifiés et détruits par le fabricant.

Rappelons que malgré cet incident, il s'agit d'une méthode de prélèvement largement utilisée par les AASQA pour la mesure du dioxyde d'azote.

Les résultats de cette campagne hivernale ne sont pas présentés dans ce rapport.

De ce fait, l'absence de prélèvement à deux saisons différentes de l'année ne permet pas d'évaluer les concentrations moyennes annuelles pour chacun des points de prélèvement équipé de tube passif. Cette estimation a toutefois été réalisée sur le point du camion laboratoire équipé d'un analyseur. Ce point est considéré comme le plus exposé aux émissions de l'activité aéroportuaire.

Les résultats de la campagne estivale permettent d'apprécier la variation spatiale des niveaux à cette saison.

2. Contexte des mesures

Dans cette partie, le contexte météorologique et le trafic routier à proximité de la zone de mesure sont étudiés.

A. Contexte météorologique

Le contexte météorologique peut avoir un impact sur les conditions de dispersion de la pollution atmosphérique. Certains paramètres favorisent la dispersion et/ou leur lessivage (par exemple la pluie), d'autres au contraire vont favoriser une accumulation des polluants (comme les hautes pressions), ou leur formation (comme l'ensoleillement).

Pour une campagne de mesure de la qualité de l'air ambiant, il est donc important d'étudier les conditions météorologiques dans lesquelles les mesures des polluants ont été effectuées.

Les données météorologiques sont issues de la station Météo France située sur le site de l'aéroport de Saint-Jacques de la Lande (35).

Direction et vitesse du vent

Les conditions de vitesse et de direction de vent sont souvent représentées par une rose des vents. Cette représentation permet de visualiser sur une période donnée :

- Le pourcentage de vent pour chaque direction : plus la pale est de grande taille, plus les vents venant de cette direction ont été nombreux pendant la période ;
- Les vitesses des vents venant de chaque direction et leur occurrence : la couleur de chaque pale indique la classe de vitesse et la taille indique le pourcentage de vent avec cette vitesse.

Ainsi, plus la pale sera grande, plus les vents en provenance de cette direction seront fréquents (direction majoritaire) et au sein de cette pale, plus les couleurs bleues seront foncées (ou orange pour la normale des vents mensuelles), plus les vents seront forts.

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

La figure ci-après présente les roses des vents réalisées pendant les deux campagnes à partir des mesures de la station Rennes Saint-Jacques (en bleu). Ces roses sont comparées aux roses normales mensuelles, réalisées à partir des données relevées entre 1981 et 2010.

On peut voir sur les normales mensuelles que les vents dominants proviennent principalement du secteur Sud-Ouest.

La **campagne de mesure estivale** a présenté des conditions de vent différentes de la normale de mai. Sur cette période, les vents provenaient principalement d'un large secteur Nord/Ouest, favorable à l'exposition du camion laboratoire aux émissions de l'aéroport.

Les vents lors de la **campagne de mesure hivernale** ont présentés une vitesse plus élevés que ceux de la campagne estivale (vents fort en bleu foncé sur les pales) ; ils provenaient principalement du Sud-Ouest et du secteur Sud-Est. Ces conditions de vent sont différentes des normales de novembre et décembre, qui présentent des vents dispersés mais plus fort au Sud-Ouest. Ces conditions de vents étaient moins favorables à l'exposition du camion laboratoire.

La zone d'étude a été exposée différemment par rapport aux conditions normales ; les vents provenant du Sud-Ouest étaient minoritaires pendant la campagne estivale, contrairement aux vents de Nord. Ces conditions ont favorisé l'exposition du camion laboratoire.

Lors de la campagne hivernale, les vents dominants provenant du Sud-Ouest et du secteur Sud-Est n'étaient pas favorables à l'exposition du camion laboratoire.

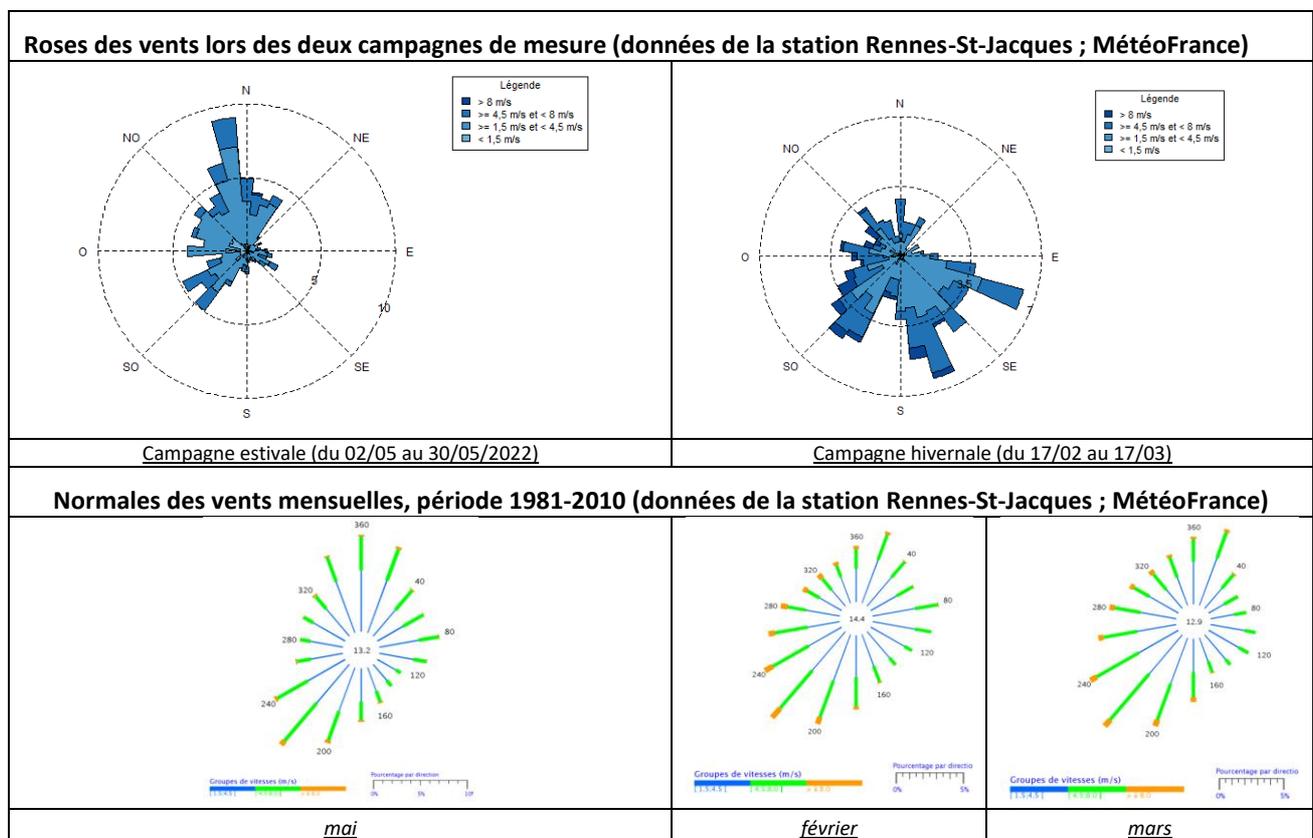


Figure 11 : Roses des vents lors des deux campagnes de mesure et comparaisons aux normales mensuelles.

Températures et précipitations

La température est un paramètre influent sur les teneurs en polluants atmosphériques. Un important écart thermique entre la nuit et le jour, associé à des températures froides, favorise les phénomènes d'inversion thermique qui contribuent à l'accumulation des polluants (phénomène couramment rencontré au printemps).

Quant aux précipitations, elles sont favorables à un lessivage de l'atmosphère, permettant une diminution des concentrations en polluants.

La figure ci-dessous présente la température et le cumul des précipitations lors des deux campagnes. Ces conditions météorologiques sont comparées aux normales mensuelles entre 1981 et 2010 (données issues de Météo France – station Rennes-St-Jacques).

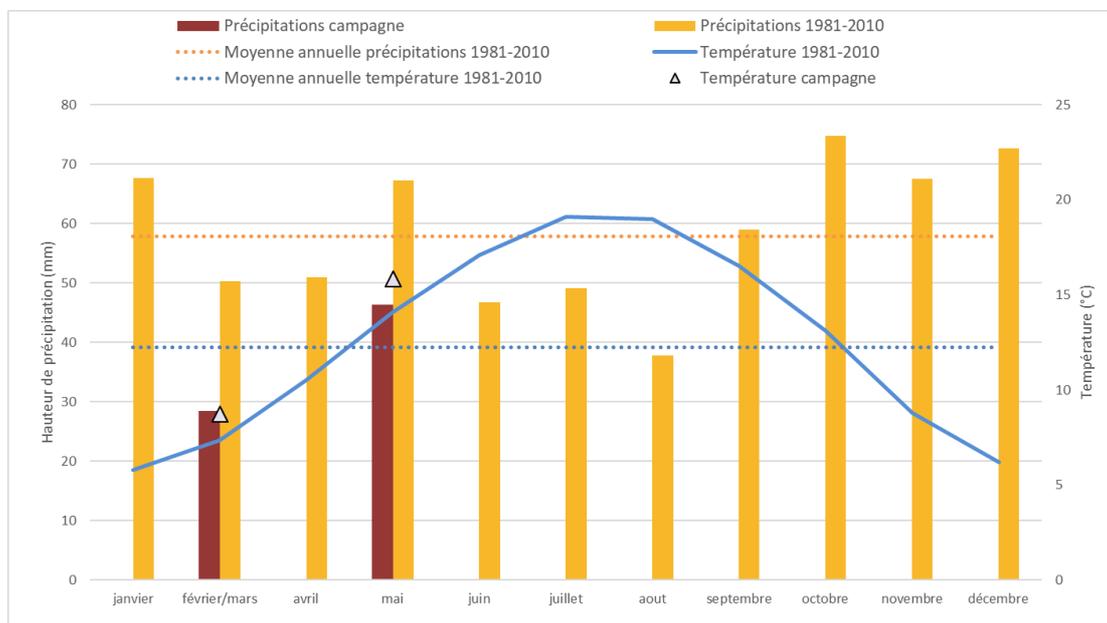


Figure 12 : Comparaison des précipitations et de la température des campagnes par rapport aux normales.

Etant donné que les mesures de la première campagne ont été effectuées sur un mois glissant, les conditions météorologiques ont été comparées à la moyenne des normales des mois correspondant. Ainsi, les précipitations de la campagne hivernale (entre le 17/02 et le 17/03) sont comparées à la moyenne des normales de février/mars.

Sur ce graphique, on peut voir que **les conditions de température sur les deux campagnes de mesure sont très proches des normales sur cette période**. En effet, les températures moyennes des deux campagnes (triangle sur le graphique) sont situées de part et d'autre de la moyenne annuelle (pointillés bleu sur le graphique).

Les précipitations lors des deux campagnes ont été moins importantes comparées aux normales de mai (- 21 mm) et février/mars (-22 mm). Ces conditions de précipitation sont en dessous de la normale annuelle (pointillés orange sur le graphique).

Les conditions de précipitation lors des deux campagnes ont été différentes par rapport aux conditions normales.

Conclusion sur les conditions météorologiques de la campagne

Les conditions météorologiques ont été différentes par rapport aux normales habituellement rencontrées. L'objectif de cette partie est d'évaluer la conséquence de ces différences sur les concentrations moyennes annuelles estimées à partir des résultats des deux campagnes de mesure.

Conditions de vent :

La zone d'étude n'a pas été exposée de la même manière au regard des conditions normales de vent.

Lors des conditions normales, les vents de Sud-Ouest et de Nord-Est sont habituellement majoritaires.

Ils ont été très peu représentés durant la campagne estivale et ont été un peu plus présents durant la campagne hivernale.

Ces vents de Sud-Ouest placent de manière préférentielle le quartier résidentiel de la Morinais à St Jacques sous l'influence des émissions de la plateforme. Il est donc possible que les concentrations sur cette zone soient légèrement sous-estimées par rapport aux conditions normales (pt 7).

En revanche, le camion laboratoire, situé sous l'influence de l'aéroport par vent de secteur Ouest à Nord a été particulièrement exposé aux émissions de la plateforme durant la campagne estivale. Il a été un peu moins exposé durant la campagne hivernale.

Ces différences d'exposition et leurs influences sur les mesures sont difficilement quantifiables. Ces éléments seront pris en compte lors de l'analyse des résultats.

Conditions de température :

Les conditions de température sur les deux campagnes de mesure sont très proches des normales sur cette période. La moyenne de ces températures est proche de la normale annuelle.

Conditions de précipitation :

Les conditions de précipitation lors des deux campagnes ont été différentes par rapport aux conditions normales. Les deux campagnes de mesure ont eu lieu à des périodes où les précipitations ont été faibles par rapport aux normales mensuelles.

Les précipitations contribuent au lessivage de l'atmosphère, permettant une diminution des concentrations en polluants. Ainsi, des précipitations moins importantes pourraient contribuer à une surestimation des concentrations mesurées par rapport à des conditions normales.

L'impact de ces différences de conditions météorologiques rencontrées par rapport aux normales est difficilement quantifiable. Selon l'orientation des vents, cela peut même varier en fonction des zones géographiques.

Concernant le point du camion laboratoire par exemple, il semble qu'il ait été plus exposé aux émissions de l'aéroport que dans des conditions normales notamment lors de la campagne estivale. Ce constat pourrait conduire à une légère surestimation des niveaux sur ce point par rapport aux conditions normales.

B. Modélisation des concentrations en NO₂ à proximité de la zone d'étude (2016-2018)

En complément des mesures physiques, la modélisation fait partie des missions d'Air Breizh pour améliorer la couverture spatiale de la surveillance.

L'influence des émissions de NO₂ issues des principales voies de circulation sur la zone d'étude est présentée sur la figure ci-dessous. Cette modélisation a été réalisée sur l'ensemble du territoire de l'agglomération en 2020 par Air Breizh¹⁵.

L'intérêt de cette représentation graphique utilisant la modélisation des moyennes annuelles entre 2016 et 2018 est de présenter une estimation des concentrations en NO₂ habituellement rencontrées sur la zone d'étude. On peut voir que certains points de cette campagne, situés en dehors de la zone aéroportuaire, sont malgré tout exposés à d'autres sources d'émissions de NO₂ provenant notamment des routes à proximité (points P8, P9 et P7). En revanche, à proximité du point témoin, les concentrations en NO₂ sont faibles ce qui permet de valider l'implantation retenue pour estimer le bruit de fond dans l'environnement du site.

Cette carte permet d'avoir un aperçu des niveaux de concentration rencontrés sur la zone d'étude, avant réalisation des campagnes de mesure.

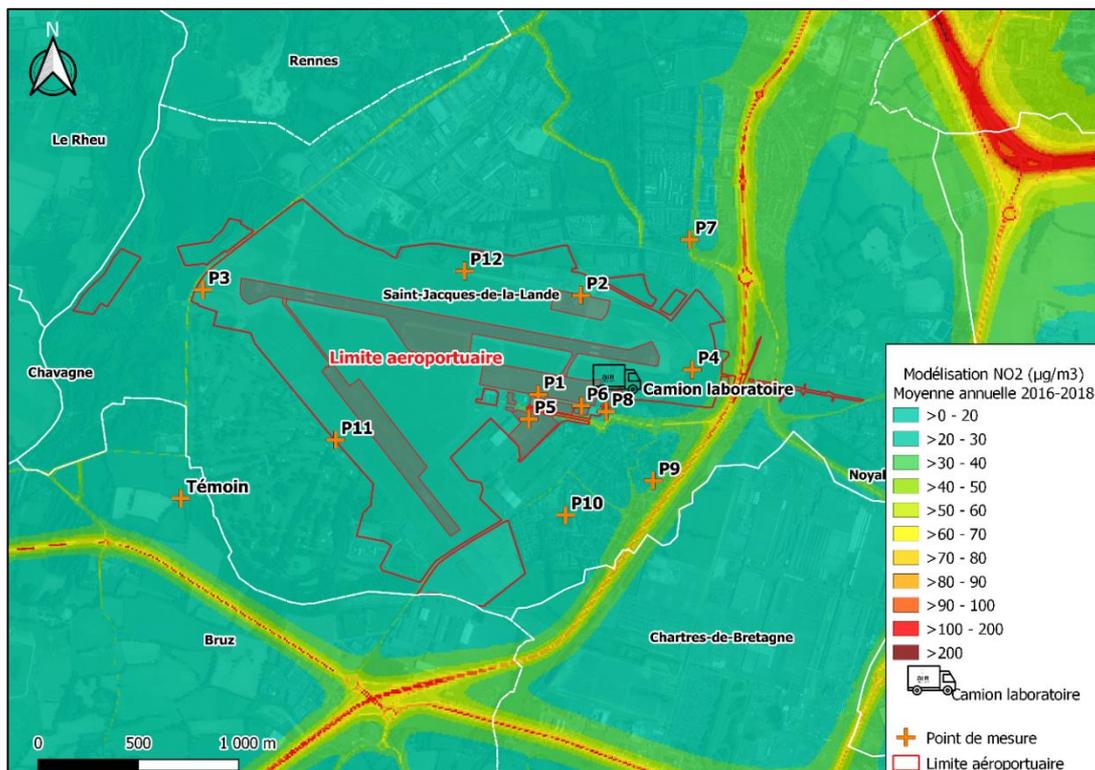


Figure 13 : Modélisation des concentrations en NO₂ [Modélisation Air Breizh 2020].

¹⁵ <https://www.airbreizh.asso.fr/publication/rennes-metropole-evaluation-de-la-qualite-de-lair/>

C. Episode de pollution régionale

Aucun épisode de pollution n'a été enregistré sur les deux périodes de mesure que ce soit au niveau de l'agglomération de Rennes comme plus largement au niveau régional.

3. Contrôle qualité des résultats

A. Taux de recouvrement des appareils

Pour assurer une bonne représentativité des mesures sur la période d'évaluation, Le taux de recouvrement doit être supérieur à 90%, conformément à l'Arrêté du 16 avril 2021¹⁶.

Les taux de recouvrement des appareils de mesure en continu (présent dans le camion laboratoire) sont présentés dans le tableau ci-dessous. Ils sont comparés à ceux des stations de surveillance de la qualité de l'air de l'agglomération rennaise.

Tableau 3 : Taux de recouvrement des appareils (données horaires)

Campagne	Rennes St Jacques (Camion laboratoire)		Laënnec (UT)		Pays-Bas (UF)		Les Halles (UT)		St-Yves (UF)	
	hivernale	estivale	hivernale	estivale	hivernale	estivale	hivernale	estivale	hivernale	estivale
PM2,5	96 %	96 %	100 %	100 %	100 %	99 %				
PM10	96 %	96 %	100 %	100 %	97 %	98 %				
NO ₂	100 %	96 %	99 %	99 %			84 %	100 %	74 %	98 %

UT : urbaine trafic / UF : Urbaine de fond

Les taux de recouvrement des appareils présent dans le camion laboratoire de l'aéroport sont tous supérieurs à 90 %, ce qui est satisfaisant pour l'exploitation des données de mesure.

En revanche, le taux de recouvrement des appareils mesurant le NO₂ aux stations « Les Halles » et « Saint-Yves » ont été insuffisant lors de la campagne hivernale. Les résultats associés seront donc traités en conséquence.

B. Fiabilité des mesures

Concernant les appareils de mesure en continu, des étalonnages sont effectués régulièrement et à plusieurs niveaux par notre équipe technique, pour assurer la fiabilité des mesures sur le terrain.

Par ailleurs, la linéarité entre les mesures passives (tube passif) et en continu (analyseur) a été vérifié. Pour cela, des tubes passifs ont été positionnés sur la canne de prélèvement gaz du camion laboratoire et à la station de référence Laënnec, pour pouvoir comparer les deux méthodes de mesure.

Cette partie est développée dans le chapitre « étude de la dispersion du NO₂ ».

¹⁶ Arrêté du 16 avril 2021 relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l'air ambiant

C. Extrapolation des résultats de mesure

Dans le cadre de cette étude, deux campagnes de mesure ont été réalisées à deux saisons différentes de l'année de manière à estimer une moyenne annuelle pour chaque polluant et la comparer aux valeurs limites réglementaires basées sur ce pas de temps.

L'objectif de ce chapitre est d'étudier la représentativité de cette estimation.

Pour ce faire, les résultats des mesures en continu des stations de Rennes sont utilisés. Pour chaque station, les moyennes annuelles calculées à partir des mesures effectuées toute l'année (dite 'moyennes mesurées') sont comparées aux 'moyennes estimées' à partir des données des deux périodes de la campagne. Un faible écart entre ces moyennes traduit une bonne représentativité de la moyenne annuelle estimée sur l'année.

Pour comparer ces deux valeurs, l'écart relatif a été calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Ecart relatif} = \frac{|x1 - x2|}{x2} \times 100$$

Le tableau ci-dessous présente la comparaison des moyennes annuelles mesurées et estimées pour les mesures à Rennes en situation de fond.

Tableau 4 : Comparaison des moyennes annuelles mesurées (du 01/06/2021 au 30/05/2022) et estimées lors de l'étude.

Station	Moyenne annuelle mesurée		Moyenne annuelle estimée		Ecart relatif (%)	
	Pays-Bas	St-Yves	Pays-Bas	St-Yves	Pays-Bas	St-Yves
NO ₂		13		13		0%
PM10	16		17		6%	
PM2,5	11		10		10%	

Que ce soit pour les particules (PM10 et PM2,5) ou le dioxyde d'azote, les moyennes annuelles mesurées sur toute l'année (01/06/21 au 30/05/22) et estimées à partir des deux périodes de la campagne sont très proches (<10%).

Sur la base de ce constat, il semble donc que les périodes retenues pour les deux campagnes permettent d'estimer des moyennes annuelles représentatives de l'année en cours.

4. Résultats des mesures en continu du NO₂

Le tableau ci-dessous présente les résultats des mesures en NO₂ par le camion laboratoire sous forme d'une synthèse statistique. Les stations urbaines trafic (UT) « Les Halles » et « Laënnec » et la station urbaine de fond (UF) « St-Yves » sont prises comme référence.

Tableau 5 : Synthèse statistique des mesures de NO₂ (données horaires et journalières en µg/m³)

	Rennes St-Jacques (Aéroport)		Les Halles (UT)		Station Laënnec (UT)		Station St-Yves (UF)	
	hivernale	estivale	hivernale	estivale	hivernale	estivale	hivernale	estivale
Données horaires								
1 ^{er} quartile	5,7	7,8	10,2	16,5	8,7	9,5	7,9	7,8
Médiane	8,9	11,1	15,2	23,0	14,7	13,2	11,8	9,9
3 ^{ème} quartile	15,2	15,1	22,7	31,1	23,1	18,7	19,7	12,3
Max	81,9	37,1	92,4	71,7	70,9	67,3	63,1	53,5
Valeur limite (FR)	200 µg/m ³							
Moyenne horaire	11,8	12,2	18,2	24,7	17,9	15,2	15,6	10,9
Données journalières								
Max	27,6	20,9	26,5	33,4	36,1	22,7	25,6	16,9
Moyenne journalière	11,8	12,2	16,7	24,8	17,8	15,2	15,5	11,1
Valeur guide OMS	25 µg/m ³							
Moyenne annuelle estimée	12,0		20,8		16,5		13,3	
Valeur guide OMS	10 µg/m ³							
Valeur limite (FR)	40 µg/m ³							

Les concentrations en NO₂ sont habituellement différentes en fonction des saisons. En effet, la saison hivernale présente généralement des concentrations plus élevées (cf. variation annuelle des concentrations).

La différence entre les deux campagnes été et hiver est peu marquée sur le site de l'aéroport. L'emplacement du camion laboratoire, loin du trafic routier et dans une zone où la densité de l'habitat reste faible, pourrait expliquer la faible variation entre les deux campagnes.

La figure ci-après présente les données de mesure (horaires) des deux campagnes sous forme de box plot.

Sur le site de l'aéroport les quartiles, la médiane et la moyenne sont proches entre les deux campagnes. Cependant, les maximums horaires sont bien plus importants lors de la période hivernale comme le montre les outliers (valeurs extrêmes) du Boxplot (en rouge à gauche). Le chauffage urbain, d'avantage utilisé en hiver, est généralement responsable de l'augmentation des concentrations en NO₂.

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

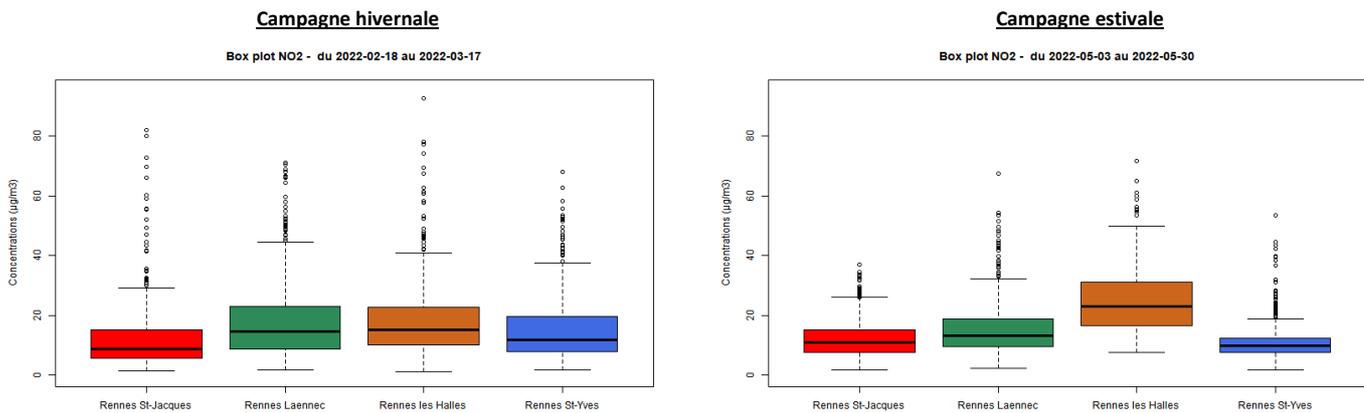


Figure 14 : Box Plot des concentrations en NO₂ mesurées sur les deux campagnes (données horaires)

Les graphiques ci-après présente l'évolution journalière des concentrations en NO₂ sur les deux campagnes de mesure.

Comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent (Contrôle qualité des résultats – Taux de recouvrement des appareils), les résultats des mesures de la campagne hivernale pour les stations « Les Halles » et « Laënnec » ne couvrent pas l'ensemble des journées des campagnes.

La moyenne annuelle estimée sur le site de l'aéroport est proche de celle mesurée à la station urbaine de fond « Saint-Yves » (12 et 13,3 µg/m³ respectivement).

Les moyennes annuelles estimées pour les stations urbaines trafic « Laënnec » et « Les Halles » sont bien supérieures à celle de l'aéroport (malgré une sous-estimation possible en raison de leurs faibles taux de recouvrement).

Sur les deux campagnes de mesure aucun des sites n'a dépassé la valeur limite de référence pour le NO₂ de 200 µg/m³ (en moyenne horaire).

Cependant, le seuil de 25 µg/m³ (en moyenne journalière) a été dépassé à l'aéroport le 25/02/2022. Ce même jour, les stations « Saint-Yves » et « Laënnec » ont également dépassé ce seuil. 3 à 4 dépassements sur une année sont nécessaires pour dépasser la valeur guide de l'OMS.

Les moyennes annuelles estimées sur tous les sites de mesure respectent la valeur limite de 40 µg/m³ ; par contre, elles dépassent la nouvelle valeur guide de l'OMS (10 µg/m³).

Ces mesures en continu n'avaient pas été réalisées lors des campagnes précédentes (2016-2017). A l'échelle de la journée, les évolutions temporelles des niveaux sont proches entre le site de l'aéroport et le site de fond de Rennes. En revanche, des variations importantes ont été mises en évidence sur un pas de temps inférieur (voir analyse détaillée ci-après).

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

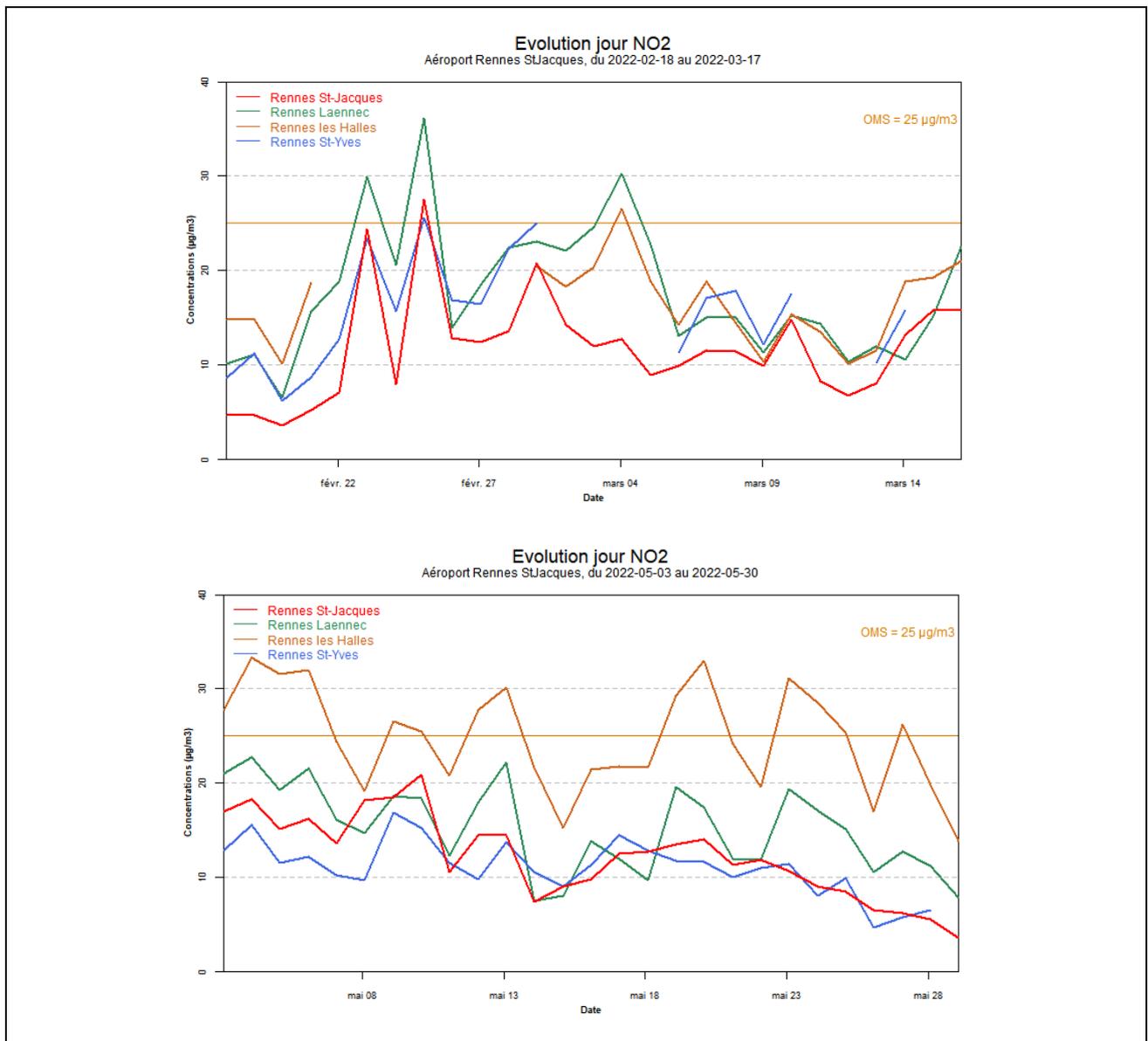


Figure 15 : Evolution journalière des concentrations en NO₂ (campagne hivernale et estivale)

Analyse détaillée

Les figures ci-après présentent une analyse plus fine des concentrations rencontrées sur le site de l'aéroport. Les graphiques illustrent l'évolution temporelle des concentrations en NO₂, en base **quart-horaire**, à l'aéroport (courbe en noir) et à la station Saint-Yves (courbe en bleu). Les échelles sont différentes.

On peut voir sur ces graphiques que la ligne de base est similaire entre les deux sites. Cependant, des pics ponctuels de l'ordre de quelques dizaines de minutes sont présents sur la courbe de l'aéroport (en noir). Ces pics sont particulièrement nombreux sur la campagne estivale et rencontrés uniquement en journée.

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

Le camion laboratoire a été particulièrement exposé aux émissions en provenance de la plateforme lors de la campagne estivale (vents de Nord). Ces pics de concentration pourraient être liés à l'activité de l'aéroport et notamment au passage des avions et à leur décollage.

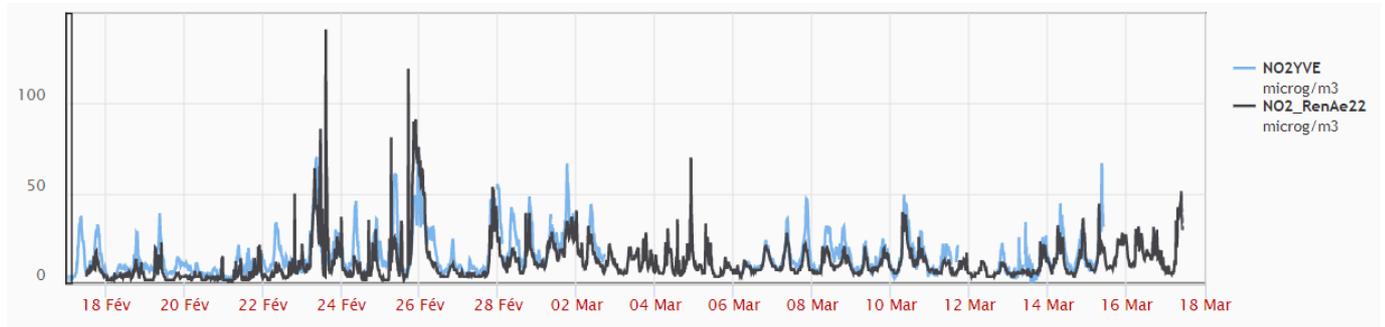


Figure 16 : Evolution des concentrations en NO_2 (campagne hivernale – moyenne quart horaire)

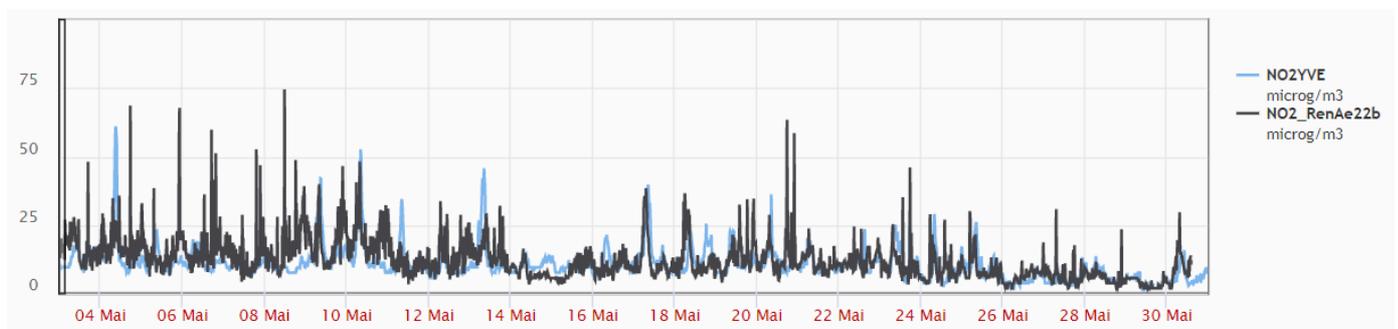


Figure 17 : Evolution des concentrations en NO_2 (campagne estivale – moyenne quart horaire)

Les graphiques ci-dessous représentent les profils temporels des concentrations en NO_2 pendant les deux campagnes de mesure à l'aéroport (en vert) et à la station Saint-Yves (en bleu).

On peut voir sur le profil temporel de la campagne hivernale que les deux courbes se superposent, malgré un écart entre 6 et 12h.

En revanche, le profil temporel de la campagne estivale est différent entre les deux sites. Les courbes sont superposées entre 6 et 12h mais un écart est visible entre 18 et 3h du matin. Les concentrations en NO_2 semblent « bruitées » pendant la nuit.

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

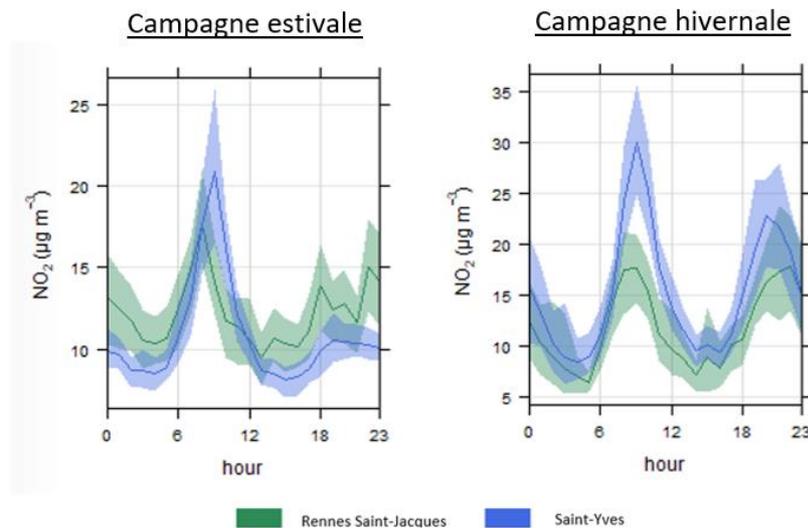


Figure 18 : Profil temporel du NO₂ – Campagne estivale et hivernale

Pour étudier plus en détail la dispersion des concentrations en NO₂ sur le site aéroportuaire et aux alentours, des tubes passifs ont été disposés afin de cartographier la zone d'étude (chapitre suivant).

5. Etude de la dispersion spatiale du NO₂ (tube passif)

Les prélèvements ont été réalisés aux mêmes emplacements que lors de la campagne 2016. Comme expliqué précédemment, seuls les résultats des prélèvements de la campagne estivale sont traités.

A. Fiabilité des mesures

En préambule de l'analyse des résultats, les concentrations mesurées par les tubes passifs ont été comparées à celles issues des analyseurs de référence. Des tests ont été réalisés sur le camion laboratoire (positionné sur le site de l'aéroport) et au niveau de la station trafic de Rennes Laënnec. L'objectif était de confirmer la validité de la méthode de prélèvement passif dans le contexte de l'étude.

L'écart relatif entre les concentrations a été calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Ecart relatif} = \frac{|x1 - x2|}{x2} \times 100$$

Le tableau ci-dessous présente les résultats de cette comparaison :

Tableau 6 : Validité des mesures de NO₂ par tube passif (µg/m³)

	Tube Laboratoire Mobile	Tube Laënnec	Analyseur Laboratoire Mobile	Analyseur Laënnec	Ecart relatif Laboratoire Mobile	Ecart relatif Laënnec
Campagne estivale						
Série E1	8	18	17	19	54 %	8 %
Série E2	6	15	13	15	56 %	0,2 %
Série E3	8	16	12	14	31 %	9 %
Série E4	5	14	7	14	39 %	0,2 %
Moyenne estivale	7	15	12	16	47 %	0,3 %

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

Les concentrations mesurées par les tubes positionnés sur la station Laënnec sont proches des concentrations mesurées par l'analyseur de la station. En effet, les écarts relatifs de chaque série sont faibles (inférieur à 10 %).

En revanche, les concentrations mesurées par les tubes positionnés sur le laboratoire mobile (aéroport) sont très inférieures à celles de l'analyseur de référence (écart relatif moyen = 47 %) dans le sens d'une sous-estimation des tubes.

Le site retenu sur l'aéroport est soumis à de très fortes variations de concentration en NO₂ (cf. analyse des concentrations 1/4h – analyse détaillée), lors du décollage et à l'atterrissage des avions.

La zone située en bout de piste est la plus exposée à ces variations de concentration en raison de sa proximité immédiate avec les avions. Dans cet environnement, l'analyseur semble plus performant pour enregistrer en continu les variations de concentration, contrairement aux tubes passifs qui semblent sous-estimer le NO₂ à proximité immédiate des sources.

Les concentrations en NO₂ mesurées par les tubes passifs à proximité immédiate du passage des avions semblent être sous-estimées. C'est le cas du point 'camion laboratoire'.

Pour les autres points, plus éloignés des sources d'émissions de l'aéroport et notamment ceux situés dans l'environnement de la plateforme, les résultats sont jugés fiables ce qui permet de cartographier les niveaux de dioxyde d'azote sur le site de l'aéroport (chapitre suivant).

B. Résultats des mesures par tube passif du NO₂

Les résultats obtenus lors de la campagne de mesure estivale sont présentés dans le tableau ci-dessous. Les séries de mesure ont été réalisées sur une semaine. Ils sont comparés à ceux de la campagne estivale réalisée en 2016.

Tableau 7 : Résultats des mesures de la campagne estivale.

Campagne estivale (du 02/05 au 30/05/22)		Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Moyenne estivale 2022	Moyenne estivale 2016
Sur site aéroport	1	6	5	7	5	6	12
	2	7	5	7	4	6	8.3
	5	6	4	7	4	5	11
	6	7	6	8	5	7	11
En limite de l'emprise aéroportuaire	3	6	4	6	4	5	8.9
	4	5	5	7	5	6	10
	11	4	4	5	< 3,7	< 4	8.8
	12	6	4	6	< 3,7	< 5	7.1
Hors site	7	9	6	10	6	8	11
	8	6	6	8	5	6	8.7
	9	7	5	8	5	6	9.2
	10	6	6	7	5	6	8
	Témoin	4	< 3,6	5	< 3,7	< 4	-
Camion laboratoire (analyseur)		17	13	12	7	12	-
St Yves (UF) (analyseur)		13	12	12	7	11	-
Laënnec (UT) (analyseur)		19	15	14	14	16	-
Les Halles (UT) (analyseur)		28	24	25	23	25	-

* UT : station urbaine trafic

** UF : station urbaine de fond

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

Les concentrations mesurées par les tubes passifs sur la zone d'étude sont faibles ce qui reste cohérent au regard de la période d'échantillonnage. Les moyennes de cette campagne varient entre 4 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les variations entre les séries sont également faibles.

Le point témoin présente logiquement la moyenne la plus faible de la zone d'étude (inférieure à 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la campagne). Ce point, éloigné des sources d'émissions, représente le bruit de fond.

La figure ci-après représente la cartographie des moyennes en NO_2 mesurées lors de la campagne estivale.



Figure 19 : Cartographie de la zone d'étude avec les moyennes de la campagne estivale de 2022 (NO_2)

On peut voir sur cette carte que **le camion laboratoire présente la concentration la plus élevée sur le site de l'aéroport** (cf. point en rouge sur la carte).

Les points de mesure (P3, P12, P11, P5 et Témoin) présentent des concentrations les plus faibles de la zone d'étude (< 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Le point 7 situé au Nord de l'aéroport, en milieu urbain, présente une concentration moyenne comprise entre 7 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La proximité du trafic routier pour ce point justifie sa concentration plus élevée (cf. Modélisation des concentrations en NO_2 à proximité de la zone d'étude (2016-2018)).

Les niveaux enregistrés sont légèrement inférieurs à ceux observés lors de la campagne estivale en 2016 que ce soit sur l'emprise du site ou en dehors. Cette tendance générale à la baisse pourrait s'expliquer par des différences de contexte de la mesure (comme la météorologie par exemple) entre

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

les deux campagnes et/ou par une baisse généralisée des niveaux de dioxyde d'azote comme observé depuis quelques années sur les stations de notre réseau de mesure.

La concentration maximale mesurée en dioxyde d'azote lors de cette campagne estivale est celle du camion laboratoire (12 µg/m³).

Sur ce point, la moyenne annuelle estimée sur les deux campagnes (analyseur) reste bien inférieure à la valeur limite annuelle réglementaire (chapitre précédent).

Il est donc très probable que la valeur limite annuelle soit respectée sur l'ensemble des points investigués. Rappelons que lors de la campagne 2016, la moyenne annuelle maximale (16 µg/m³) avait été relevée sur le point 7 soit en dehors de l'emprise de l'aéroport. L'influence de sources extérieures avait été mis en évidence (trafic routier).

6. Résultats des mesures en continu des PM10

Le tableau ci-dessous présente les résultats des mesures en PM10 par le camion laboratoire sous forme d'une synthèse statistique. Les stations urbaines de fond (UF) « Pays-Bas » et trafic (UT) « Laënnec » sont présent comme référence.

Tableau 8 : Synthèse statistique des mesures de PM10 (données horaires et journalières en µg/m³)

	Rennes St-Jacques (aéroport)		Station Pays-Bas (UF)		Station Laënnec (UT)	
	hivernale	estivale	hivernale	estivale	hivernale	estivale
Données horaires						
1 ^{er} quartile	8,1	7,3	11,1	8,5	10,8	8,8
Médiane	12,7	10,4	16,3	12,0	15,9	12,1
3 ^{ème} quartile	20,3	13,6	26,4	17,8	24,4	15,8
Max	53,9	55,3	68,3	49,5	72,8	40,8
Moyenne horaire	15,1	11,4	19,3	13,9	18,7	13,0
Données journalières						
Max	28,8	20,2	36,1	23,8	33,7	20,3
Moyenne journalière	15,1	11,4	19,3	13,9	18,6	13,0
Valeur limite (FR)	50 µg/m ³					
Valeur guide OMS	45 µg/m ³					
Moyenne annuelle estimée	13,3		16,7		16,0	
Valeur limite (FR)	40 µg/m ³					
Valeur guide OMS	15 µg/m ³					

La figure ci-après présente les données de mesure (horaires) des deux campagnes sous forme de Box plot :

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

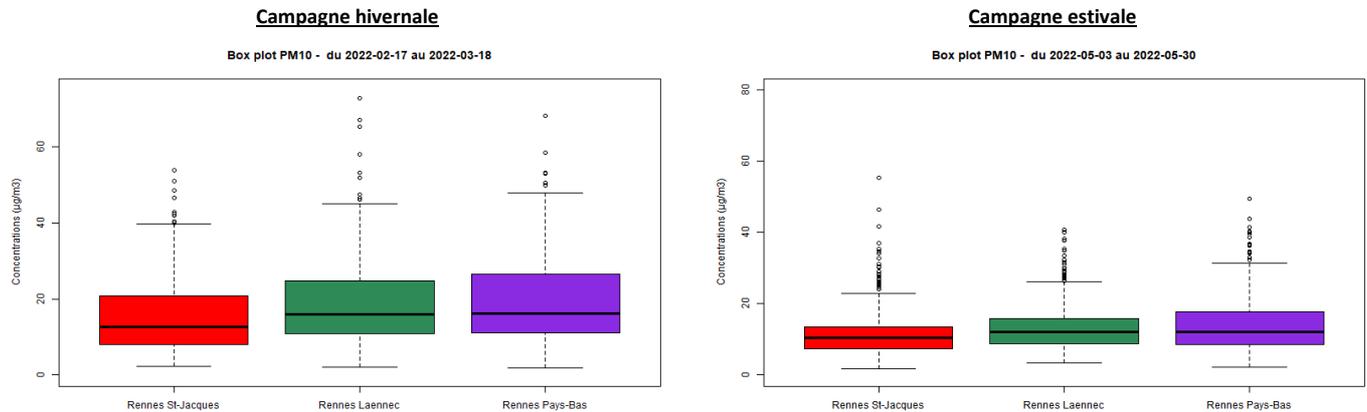


Figure 20 : Box Plot des concentrations en PM10 mesurées sur les deux campagnes (données horaires)

Les concentrations en PM10 mesurées sont différentes en fonction des saisons. En effet, la saison hivernale présente généralement des concentrations plus élevées (cf. « Figure 8 : Variation annuelle (2021) des concentrations en NO₂, PM10 et PM2,5 aux stations (UF) de Rennes. »).

Les box plot des concentrations horaires en PM10 (ci-dessus), montrent une répartition des concentrations assez proche des autres sites. Les concentrations hivernales semblent plus étalées par rapport aux concentrations estivales ce qui montre des variations plus importantes, sûrement liées au chauffage urbain.

Sur le site aéroportuaire, les concentrations moyennes journalières ont été les plus faibles pendant les campagnes estivales et hivernales, par rapport aux autres sites de mesure.

Le graphique ci-dessous montre l'évolution des moyennes journalières en PM10 sur les deux campagnes de mesure. **On remarque que pour les deux campagnes, tous les sites de mesure suivent la même tendance.** Lors de la campagne hivernale, un problème technique est survenu entre le 21 et 22 février sur le site aéroport, ce qui explique l'absence de données journalières sur cette période.

Les stations de Laënnec et Pays-Bas ont enregistré un pic de concentration (respectivement 34 et 32 µg/m³) le 21 Février. L'absence de ces données pour le point aéroport pourraient contribuer à la sous-estimation de la moyenne hivernale en PM10 sur la campagne de mesure et donc à une légère sous-estimation de la moyenne annuelle estimée.

Pour les PM₁₀, la valeur limite pour la protection de la santé humaine est fixée à 50 µg/m³ en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 35 jours par an. Lors de cette étude, aucun dépassement n'a été constaté (max jour relevé à l'aéroport : 15 µg/m³).

De plus, la moyenne annuelle estimée sur le site de l'aéroport (13.3 µg/m³) est bien en dessous de la valeur limite de 40 µg/m³. Elle est très légèrement inférieure à la valeur guide de l'OMS (15 µg/m³).

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

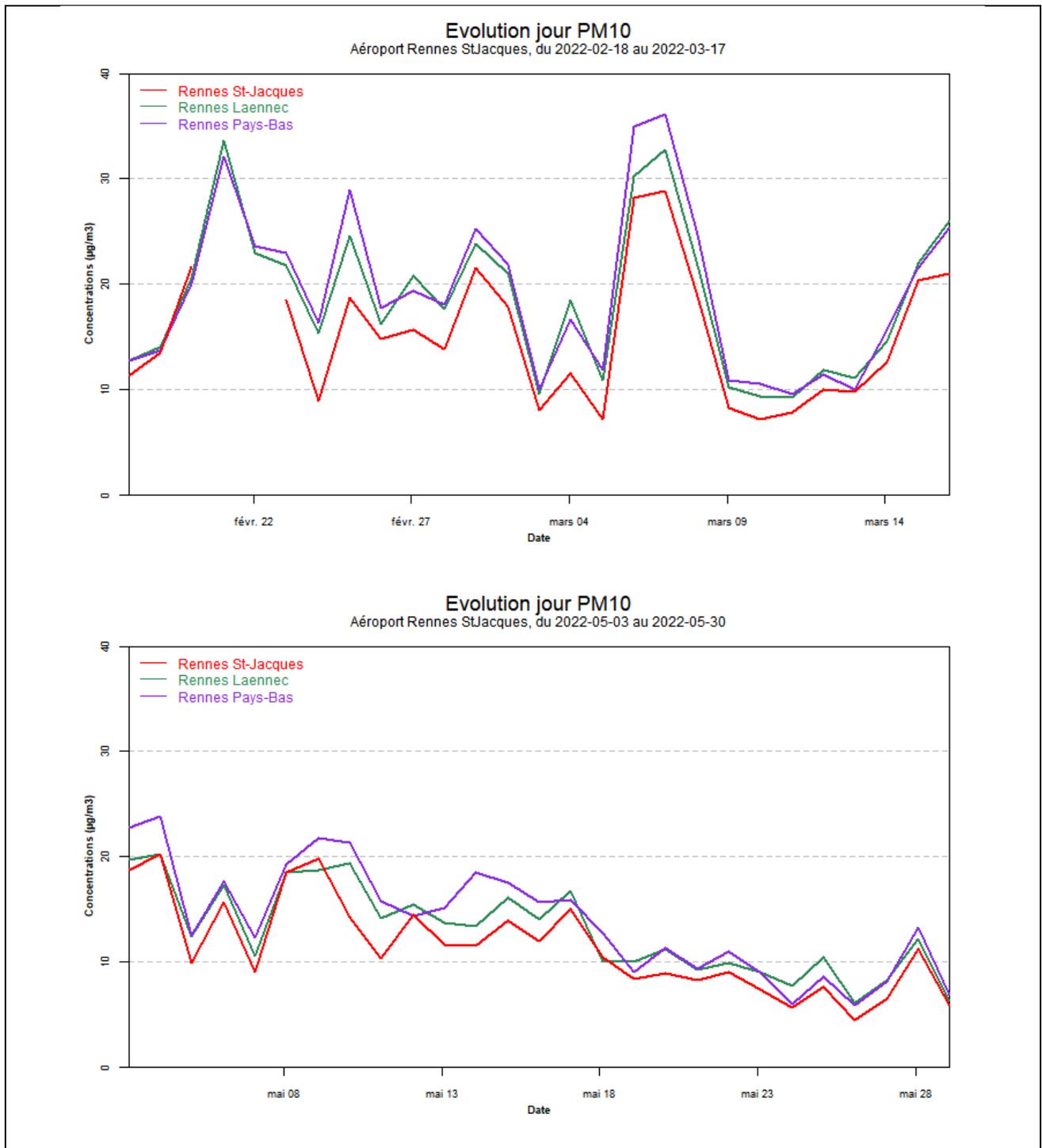


Figure 21 : Evolution journalière des concentrations en PM10 (campagne hivernale et estivale)

7. Résultats des mesures en continu des PM_{2,5}

Le tableau ci-dessous présente les résultats des mesures en PM_{2,5} par le camion laboratoire sous forme d'une synthèse statistique. Les stations urbaines de fond (UF) « Pays-Bas » et urbaines trafic (UT) « Laënnec » sont prises comme référence.

Tableau 9 : Synthèse statistique des mesures de PM_{2,5} (données horaires et journalières en µg/m³)

	Rennes St-Jacques		Station Pays-Bas (UF)		Station Laënnec (UT)	
	hivernale	estivale	hivernale	estivale	hivernale	estivale
Données horaires						
1 ^{er} quartile	5,3	3,6	6,6	4,6	6,2	4,1
Médiane	7,7	5,2	9,5	6,2	8,6	5,5
3 ^{ème} quartile	12,4	7,3	14,9	9,1	13,7	7,4
Max	40,0	30,1	55,2	29,8	53,7	28,4
Moyenne horaire	10,1	6,4	12,4	7,6	11,3	6,6
Données journalières						
Max	25,6	14,8	32,2	16,4	27,7	13,9
Moyenne journalière	10,1	6,4	12,4	7,6	11,3	6,6
Valeur guide OMS	15 µg/m ³					
Moyenne annuelle estimée	8,3		10,1		9,0	
Valeur limite (FR)	25 µg/m ³					
Valeur guide OMS	5 µg/m ³					

La figure ci-dessous présente les données de mesure (horaires) des deux campagnes sous forme de box plot :

Les concentrations en PM_{2,5} mesurées sont différentes en fonction des saisons. En effet, la saison hivernale présente généralement des concentrations plus élevées (cf. « Figure 8 : Variation annuelle (2021) des concentrations en NO₂, PM₁₀ et PM_{2,5} aux stations (UF) de Rennes. »). On constate une différence d'environ 4 µg/m³ entre les deux campagnes.

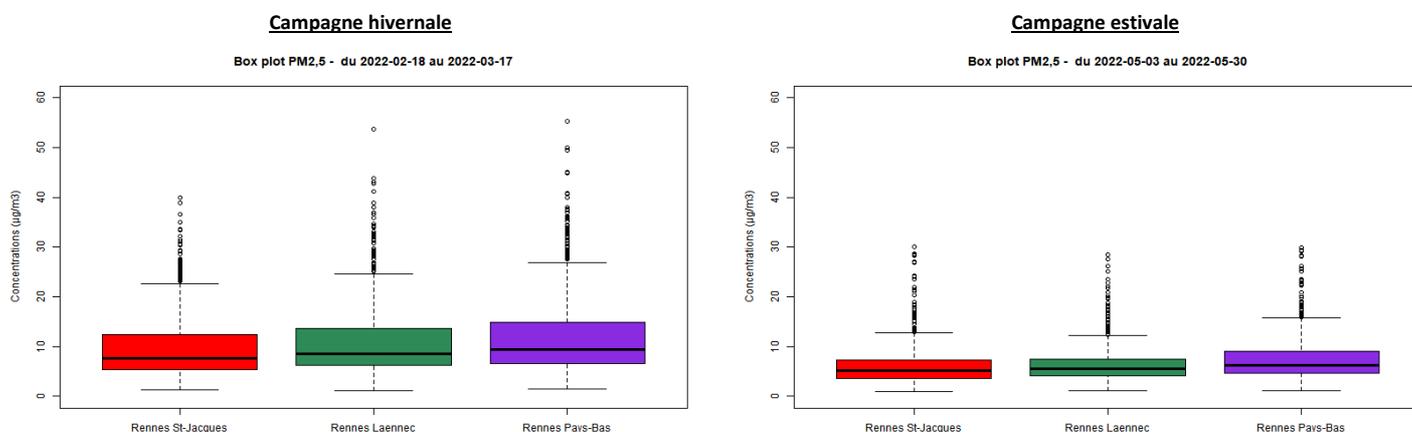


Figure 22 : Box Plot des concentrations en PM_{2,5} mesurées sur les deux campagnes (données horaires)

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

Les box plot des concentrations horaires en PM_{2,5} (ci-dessus) montrent une répartition des concentrations différentes entre les deux campagnes. Les données hivernales sont plus étalées comme le montre la différence entre le premier et le troisième quartile, contrairement aux données estivale qui sont plutôt rapprochées de la médiane.

Les graphiques ci-après montre l'évolution des moyennes journalières en PM_{2,5} sur les deux campagnes de mesure. Comme pour les PM₁₀, lors des deux campagnes, tous les sites de mesures suivent la même tendance. Lors de la campagne hivernale, les concentrations du camion laboratoire sur le site de l'aéroport sont légèrement en dessous des deux autres stations de référence. Lors de la campagne estivale, les courbes des 3 analyseurs sont très proches.

La réglementation française ne fixe pas de valeur limite sur un pas de temps journalier. L'OMS recommande un seuil de 15 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 4 jours par an.

Lors de la campagne hivernale, la valeur guide de l'OMS de 15 µg/m³ (en moyenne journalière) a été dépassée 4 fois sur le site de l'aéroport.

Lors de ces dépassements, les deux sites de référence (Laënnec et Pays Bas) présentaient des niveaux supérieurs.

Lors de la campagne estivale, la valeur guide de l'OMS a été atteinte le 8 mai 2022 par le camion laboratoire à l'instar des stations de référence.

La concentration moyenne annuelle estimée en PM_{2,5} sur le site de l'aéroport (8.3 µg/m³) dépasse la nouvelle valeur guide de l'OMS de 5 µg/m³ (en moyenne annuelle) au même titre que les sites de mesure de Rennes.

En revanche cette moyenne annuelle reste inférieure à la valeur limite réglementaire pour la protection de la santé humaine de 25 µg/m³.

Rappelons également l'existence d'un objectif pluriannuel de diminution de la moyenne annuelle en PM_{2.5} fixé à 11.2 µg/m³ pour 2025 (puis 10 µg/m³ en 2030) dans l'arrêté du 7 décembre 2016.

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

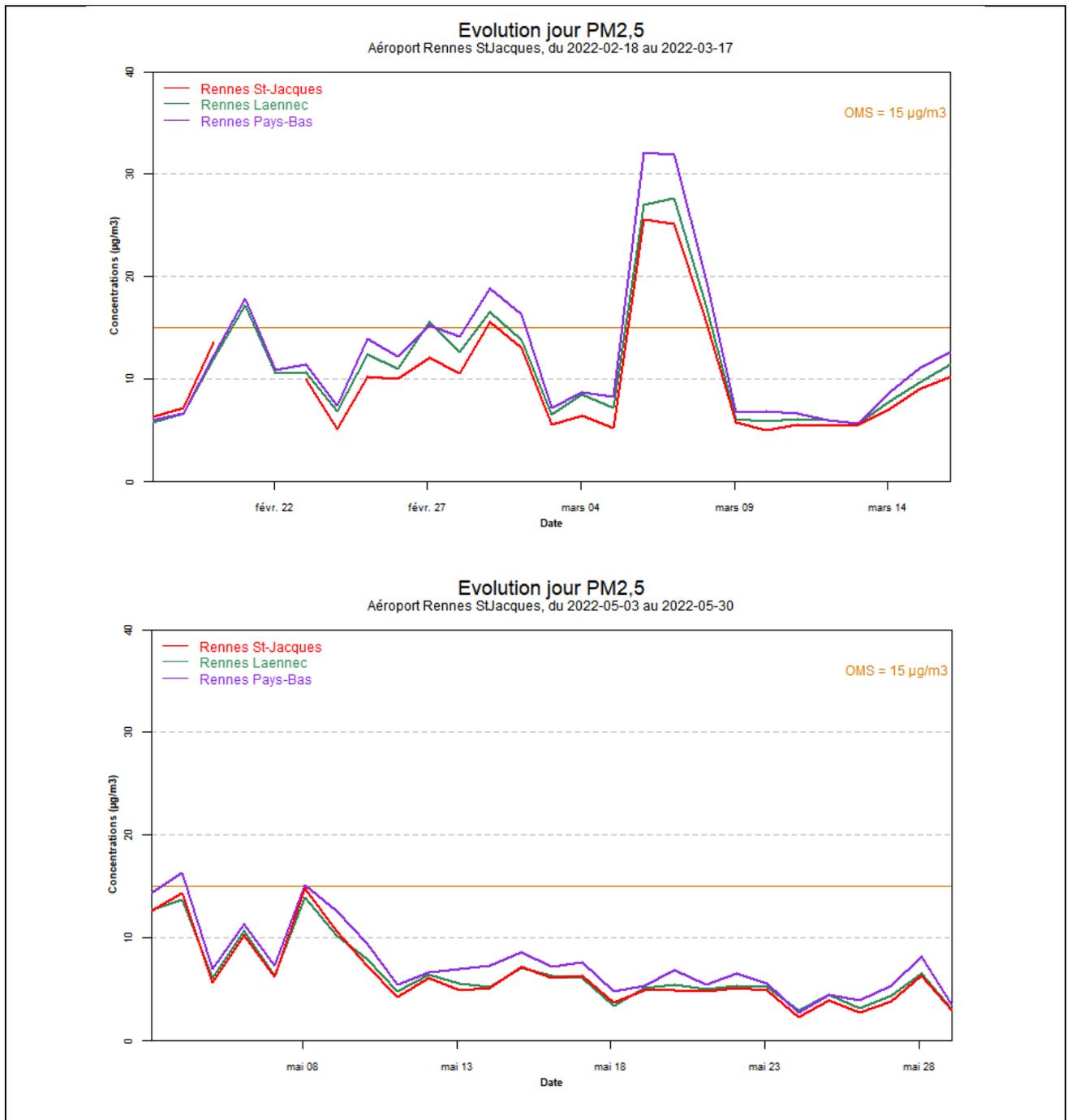


Figure 23 : Evolution journalière des concentrations en PM2,5 (campagne hivernale et estivale)

8. Analyse du carbone suie

En complément de la mesure en continu, une analyse de la composition chimique des particules PM10 a été réalisée permettant d'aider à l'identification des sources d'émissions.

Conformément aux préconisations du Guide ACNUSA, l'analyse de la composition chimique des particules a été limitée à la détermination des fractions carbone élémentaire (carbone suie ou EC) et carbone organique (OC) des particules.

Le carbone suie (ou carbone élémentaire EC) est émis lors des processus de combustion, notamment incomplète (diesel essentiellement, chauffage bois, etc.). Différentes sources sur un aéroport émettent du carbone suie (Avions, engins de piste, installation de production d'énergie).

Le carbone organique a quant-à lui de multiples origines naturelles et anthropique.

Pour cela, les particules PM10 ont été échantillonnées sur filtre à l'aide d'un préleveur automatique séquentiel (DA80), pendant les deux campagnes de mesure.

Un nombre d'échantillon (filtre) égal au nombre de jour de la campagne a été obtenu. Pour étudier spécifiquement l'impact des émissions de l'aéroport sur la composition des particules, une sélection a été faite.

Ainsi, les filtres ont été classés selon 3 critères permettant de constituer 3 catégories d'échantillons à savoir : la direction des vents, le trafic aéroportuaire (données transmises par l'exploitant) et le niveau de particules mesurées au niveau du camion laboratoire).

Tableau 10 : Stratégie de sélection des filtres à analyser

	Exposition du camion laboratoire aux vents en provenance de l'aéroport (Nord et Nord-Ouest) [Données météo France]	Forte activité de l'aéroport (atterrissage et décollage) [Données SEARD]	Concentration élevée en PM ₁₀ (pt camion labo)
Catégorie 1 (13 échantillons)	oui	oui	oui
Catégorie 2 (2 échantillons)	oui	non	oui
Catégorie 3 (2 échantillons)	non	non	oui

Dans le tableau ci-dessus, la **catégorie 1** représente la catégorie la plus « contraignante », où l'impact de l'aéroport sur la composition des particules devrait être maximal. Cela représente le plus grand nombre d'échantillons analysés.

La **catégorie 2** permet d'étudier la composition des particules avec une activité réduite de l'aéroport ; le camion laboratoire étant toujours sous les vents en provenance de l'aéroport.

La **catégorie 3** permet d'avoir un échantillon qui ne devrait pas être impacté par les émissions de l'aéroport. L'activité est réduite et le camion laboratoire n'est pas exposé aux vents en provenance de l'aéroport.

Les graphiques ci-dessous présentent les résultats des analyses EC/OC. La fraction carbone organique (OC) est en vert, le carbone élémentaire ou carbone suie (EC) en noir et la fraction dite 'non déterminée' par l'analyse (autre) en gris.

Sous l'influence des émissions de l'aéroport, on pourrait s'attendre à une augmentation des concentrations en carbone suie (ou carbone élémentaire EC).

La courbe jaune illustre l'évolution du ratio EC/OC (en %) en fonction des catégories.

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

Lors de la campagne hivernale, les concentrations en OC et EC ont été plus importantes sur les filtres de catégories 2 et 3.

Le filtre de catégorie 2 a été exposé aux vents en provenance de l'aéroport malgré une activité réduite (6 avions en mouvement ce jour).

Lors de l'échantillonnage du filtre de catégorie 3, le camion laboratoire était exposé aux vents provenant du Sud-Est (hors aéroport). Dans l'environnement proche de l'aéroport, se trouve la route départementale D177, qui pourrait contribuer à enrichir la fraction carbonée des particules.

Concernant le ratio EC/OC, aucune tendance ne se démarque en fonction des catégories des filtres.

L'analyse EC/OC de la campagne estivale n'a pas permis de mettre en évidence l'impact de l'aéroport. Le ratio EC/OC montre peu de variation.

On remarque néanmoins une part plus importante de la fraction OC dans la deuxième partie (droite) du graphique, mais qui ne semble pas liée à la catégorie de filtre.

Compte tenu de la source très ponctuelle du trafic aéroportuaire (comme vu dans les chapitres précédents), la mesure en continu de la fraction carbonée des particules serait pertinente pour caractériser plus finement l'impact ponctuel du trafic (à l'aide d'un aéthalomètre par exemple). L'analyse sur un pas de journalier présente ses limites dans ce contexte d'étude.

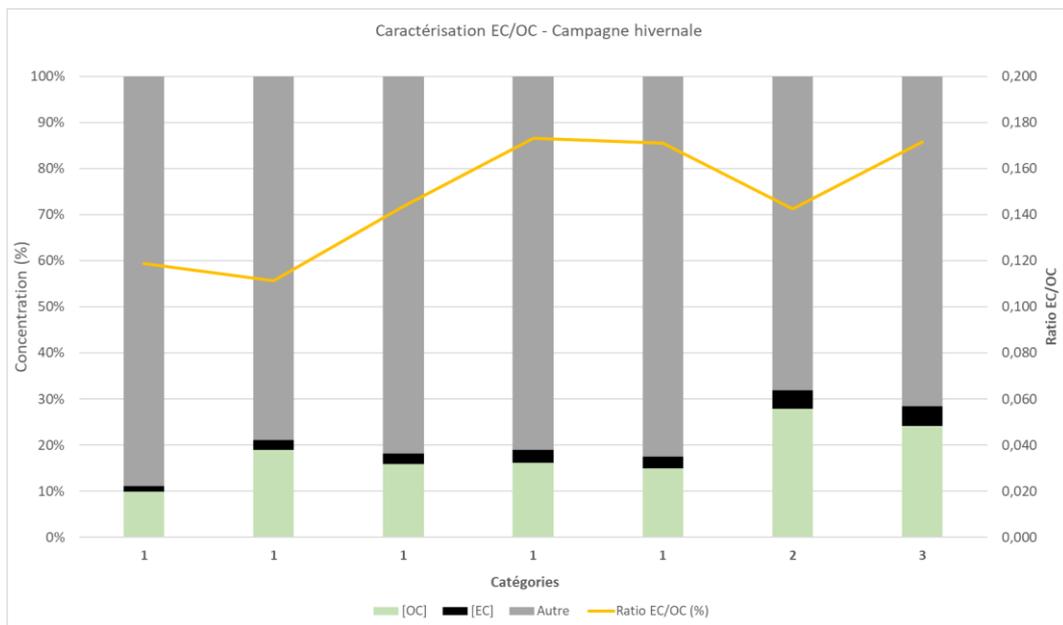


Figure 24 : Caractérisation EC/OC – Campagne hivernale.

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

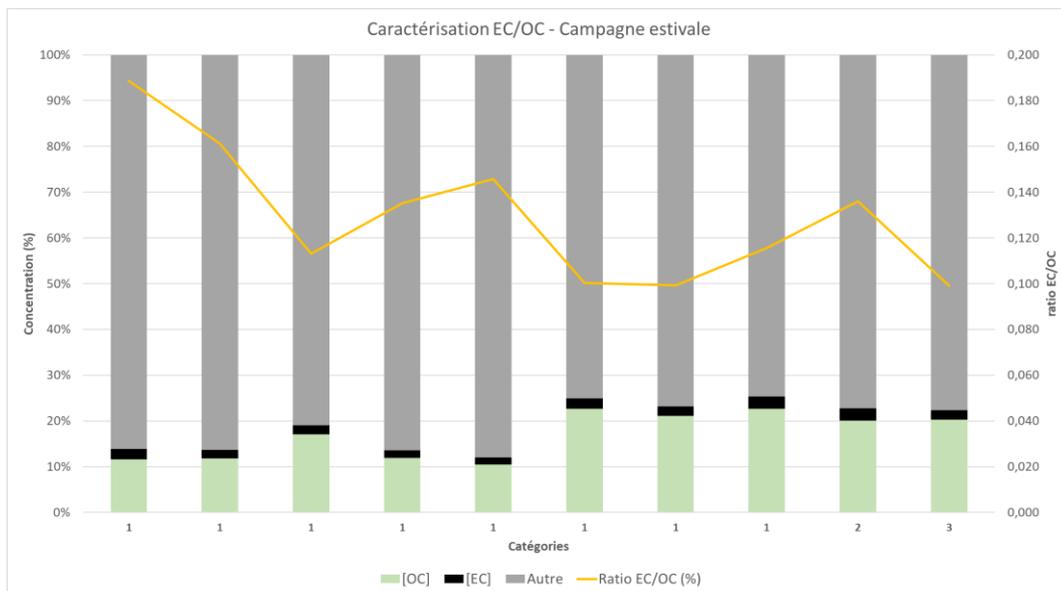


Figure 25 : Caractérisation EC/OC – Campagne estivale

La fraction EC des particules fait l'objet de mesure en continu à la station de fond urbain Rennes Pays-Bas.

Les graphiques ci-dessous permettent de comparer les ratios EC/PM₁₀ mesurés à l'aéroport (histogramme) et à la station Pays-Bas (courbe noire). Les barres oranges représentent les filtres de catégorie 1, les barres jaunes : les filtres de catégorie 2 et les barres rouges : les filtres de catégorie 3.

Lors de la campagne hivernale, on remarque que le ratio EC/PM₁₀ semble majoritairement au dessus des niveaux de la station Pays-Bas. De plus, les filtres de catégories 2 et 3 présentent les écarts les plus importants avec la station. Cette tendance est vérifiée sur la campagne estivale avec des écarts et des niveaux bien plus élevés sur les filtres de catégories 2 et 3.

Ces différences entre les catégories de filtres peuvent être dûes à l'influence de la départementale D177 sur l'aéroport ou à des sources extérieures.

De plus, bien que le trafic aérien soit réduit pendant les prélèvements des filtres de catégories 2 et 3, d'autres activités sur la zone aéroportuaire sont susceptibles d'influencer la fraction EC/OC des particules. En effet, les sources de EC et de OC sont multiples et proviennent de toutes sources de combustion (pour le EC).

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

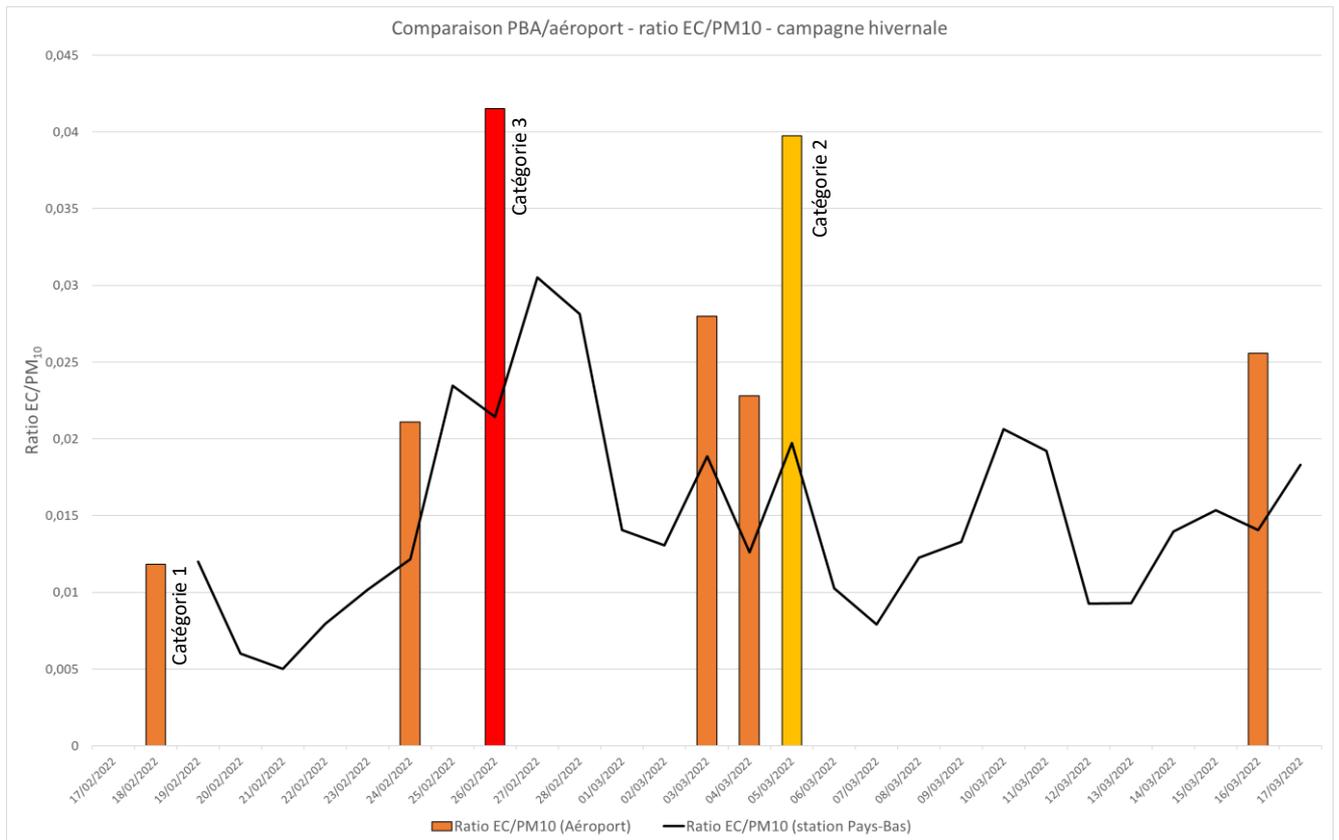


Figure 26 : Comparaison des ratios EC/PM10 à l'aéroport et la station de fond Rennes Pays-Bas – Campagne hivernale

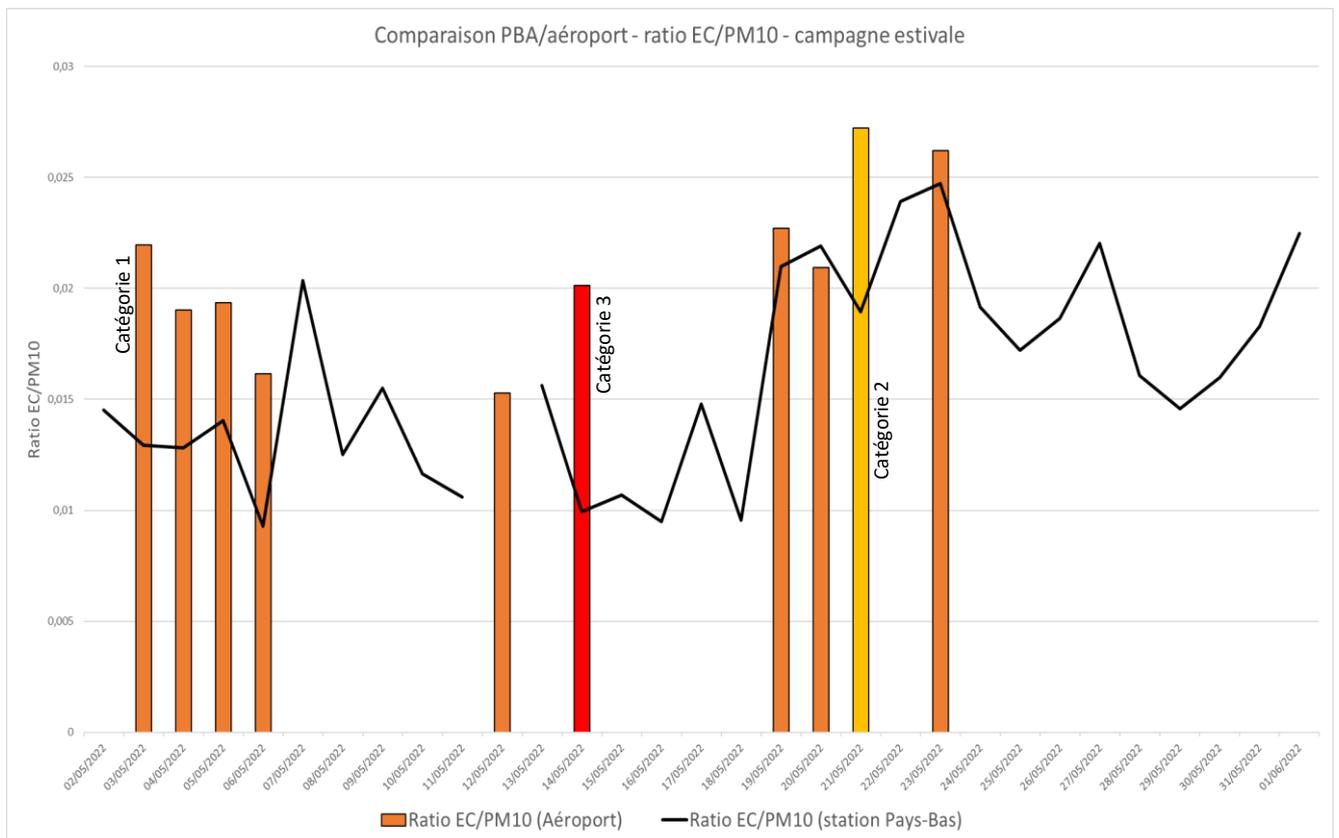


Figure 27 : Comparaison des ratios EC/PM10 à l'aéroport et la station de fond Rennes Pays-Bas – Campagne estivale

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

Cette analyse de la fraction EC/OC des particules sur un pas de temps journalier n'a pas permis de mettre en avant un impact significatif du trafic aérien sur la composition chimique des particules.

La mesure en continu d'autres polluants tel que le dioxyde d'azote, a révélé le caractère ponctuel de l'influence des émissions des avions (lors de leur circulation sur la plateforme).

Pour être en mesure de caractériser cette influence sur les concentrations en carbone élémentaire (ou carbone suie), une analyse plus fine pourrait être envisagée à l'aide d'un analyseur en continu (de type aéthalomètre).

Ces mesures pourraient être comparées à la station de référence « Pays Bas » et permettraient de produire des roses de pollution (corrélation avec la direction des vents) et ainsi isoler plus facilement l'impact de l'aéroport.

9. Volet 2 / Conclusion

▪ Rappel des objectifs du 'volet 2 étude terrain'

Cette étude terrain appartenant au volet 2 de l'étude de la qualité de l'air à l'aéroport Rennes Saint-Jacques a été commanditée par la Société d'Exploitation des Aéroports de Rennes et Dinard (SEARD).

Les objectifs préalablement identifiés pour cette étude terrain étaient les suivants :

- suivre les concentrations dans l'air sur et autour de la plateforme notamment aux niveaux des zones résidentielles pour caractériser les concentrations auxquelles les riverains sont exposés ;
- comparer les résultats aux valeurs limites réglementaires et à ceux de la campagne de 2016 pour appréhender l'évolution de la qualité de l'air en lien avec l'évolution du site et de son environnement ;
- prendre en compte les nouvelles recommandations de l'ACNUSA (juin 2000) pour la surveillance des aéroports.

▪ Stratégie d'échantillonnage

La stratégie mise en place pour cette étude terrain est issue du rapport de l'ACNUSA¹⁷, guide référence pour la gestion de la qualité de l'air sur et autour des plateformes aéroportuaires.

Deux campagnes de mesure ont été réalisées lors de cette étude, à des saisons différentes, couvrant un minimum de 8 semaines sur l'année (soit 14% de l'année, conformément aux Directives européennes 2008/50/CE¹⁸ et 2004/107/CE¹⁹) :

- 1^{ère} campagne, saison hivernale : du 17/02 au 17/03/2022 ;
- 2^{nde} campagne, saison estivale : du 02/05 au 30/05/2022.

Lors des deux campagnes de mesure et à la différence des campagnes précédentes de 2016 et 2017, un **camion laboratoire a été mis en place sur le site aéroportuaire** (à proximité de la piste principale), permettant un enregistrement ¼ horaire des niveaux de concentration.

Les analyseurs présents dans le camion laboratoire ont permis de **mesurer en continu** les particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) et le NO₂. Les stations de mesure situées à Rennes (Laënnec, Pays-Bas, Saint-Yves et les Halles) ont été retenues comme référence lors du traitement des mesures réalisées sur la zone en étude.

Pour permettre la **caractérisation chimique des particules** conformément aux préconisations de l'ACNUSA (notamment pour le carbone suie), un préleveur automatique séquentiel a été utilisé pour étudier la fraction EC/OC des PM₁₀.

Comme lors de la campagne 2016, la **variation spatiale du NO₂** a été étudiée sur la zone aéroportuaire ; des tubes passifs ont été disposés pour cartographier la zone d'étude pendant les deux campagnes.

¹⁷ ACNUSA, 9 juin 2020, Rapport sur la gestion de la qualité de l'air sur et autour des plateformes aéroportuaires.

¹⁸ 2008/50/CE : Directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe

¹⁹ 2004/107/CE : Directive 2004/107/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant

▪ Contexte des mesures - représentativité

Les données de trafic aérien (communiqué par l'exploitant) et les conditions météorologiques pendant les mesures ont fait l'objet d'une analyse.

Concernant le **trafic aérien**, après une année record en fréquentation en 2019 (11 762 vols commerciaux réguliers dans l'année), le trafic a fortement chuté en 2020 en lien avec la crise sanitaire (-70%/2019, 3 484 vols commerciaux réguliers). Une légère reprise a été observée en 2021 (-60%/2019, 4 651 vols commerciaux réguliers).

Le 1^{er} semestre 2022 confirme cette tendance à la hausse sans pour autant atteindre le niveau de 2019. Une projection de 6 627 vols commerciaux réguliers a été réalisés par l'exploitant pour 2022 (-43%/2019).

La campagne de mesure réalisée en 2022 n'est donc pas représentative d'un trafic nominal sur la plateforme.

Sur les mois de mesure, environ 20 mouvements respectivement de départs et d'arrivées d'avions ont été enregistrés.

Lors de la précédente étude de 2016, 10 294 mouvements commerciaux avaient été enregistrés dans l'année. Le trafic aérien était donc bien supérieur à celui de l'année en cours (-36%).

Concernant le **contexte météorologique**, deux campagnes ont été réalisées à des saisons différentes pour prendre en compte les évolutions saisonnières.

Les directions de vents ont été légèrement différentes aux normales saisonnières. Les précipitations ont également été moins abondantes. Ces éléments ont été pris en considération pour l'analyse des résultats.

Les **taux de couverture des données des mesures en continu (NO₂, PM10 et PM2,5) ont été satisfaisants** sur les deux périodes de la campagne.

En revanche, en raison d'un problème dans la fabrication des tubes passifs pour la mesure du dioxyde d'azote, **les résultats de la première campagne de mesure (hivernale) ont dû être invalidés**. Les mesures de la campagne estivale ont pu être exploitées pour étudier les variations spatiales des niveaux. Par contre, il n'a pas été possible d'estimer une moyenne annuelle pour l'ensemble de ces points.

Par ailleurs, il a été observé une différence importante entre le niveau enregistré par le tube passif posé sur le camion laboratoire et l'analyseur placé au même endroit. Au contraire, les résultats du 2nd test métrologique réalisé simultanément sur la station trafic Laënnec lors de cette campagne ont été très satisfaisants. Du fait du profil très atypique des niveaux enregistrés par l'analyseur situé à proximité de la piste (nombreux pics ponctuels), il semble que la méthode de prélèvement passif montre des limites dans cette configuration proche des avions en circulation. Les résultats des autres points, plus éloignés, ont été jugés fiables.

Synthèse des résultats des mesures

▪ Le dioxyde d'azote (NO₂)

Les mesures en continu du NO₂ sur la plateforme aéroportuaire ont permis de comparer les niveaux avec ceux des stations de référence de Rennes (Laënnec, Les Halles et Saint-Yves). La moyenne annuelle estimée à partir des mesures des deux campagnes (12 µg/m³) est située en dessous des stations de référence. La station Saint-Yves, représentatif du niveau de fond en milieu urbain à Rennes, se rapproche le plus de ce niveau (13 µg/m³).

- Positionnement aux regard des valeurs seuils :

Les valeurs limites réglementaires pour la protection de la santé humaine sont respectées en moyenne horaire (200 µg/m³) et annuelle (40 µg/m³).

Concernant les valeurs guides de l'OMS, le seuil de 25 µg/m³ (en moyenne journalière) a été dépassé à l'aéroport le 25/02/2022. Ce même jour, les niveaux des stations « Saint-Yves » et « Laënnec » à Rennes ont également dépassé ce seuil. Pour rappel, 3 à 4 dépassements sur une année sont nécessaires pour dépasser la valeur guide de l'OMS.

Le seuil annuel de 10 µg/m³ en moyenne annuelle recommandé par l'OMS, a été dépassé sur le site de l'aéroport comme sur les autres sites de Rennes.

- Evolution temporelle des concentrations NO₂ :

Une analyse plus fine des concentrations en NO₂ mesurés par le camion laboratoire (analyse quart-horaire) a permis **d'identifier des pics de concentration de quelques dizaines de minutes (atteignant plus de 100 µg/m³)**, présents sur le site de l'aéroport mais pas à la station Saint-Yves. Ces pics ont été associés aux passages des avions à proximité du point de mesure (circulation, décollage ou atterrissage des avions).

La brièveté de ces pics ne permet pas de distinguer une différence significative entre les concentrations du site de l'aéroport et des autres sites de mesure de Rennes aux échelles journalières et annuelles disposant de seuils réglementés ou recommandés.

- Evolution spatiale des concentrations NO₂ :

Comme en 2016, les tubes passifs ont permis de cartographier les concentrations en dioxyde d'azote sur la zone aéroportuaire ; les niveaux rencontrés sont faibles sur la campagne estivale. Les différences entre le point témoin (non exposé) et les autres sites sont peu significatives.

Les niveaux les plus élevés pendant la période estivale ont été mesurés sur le site du camion laboratoire, à proximité immédiate de la piste principale. La décroissance des niveaux est rapide. Les niveaux mesurés dans les quartiers riverains sont proches des niveaux de fond.

Une diminution des niveaux a été observée sur l'ensemble des points par rapport à la campagne 2016. Cette baisse généralisée pourrait s'expliquer par un changement du contexte de la mesure entre les deux études sachant qu'une diminution des niveaux est enregistrée sur nos stations depuis quelques années.

Excepté les pics ponctuels caractéristiques de l'activité, cette analyse a permis de constater que les niveaux de NO₂ rencontrés sur le site de l'aéroport et dans les alentours sont du même ordre de grandeur que ceux de la station urbaine de fond de Saint-Yves.

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

▪ **Particules PM_{2,5} et PM₁₀**

Les niveaux mesurés en PM₁₀ et PM_{2,5} sur le site de l'aéroport suivent la même tendance que les stations de référence de Rennes (stations Pays-Bas et Laënnec), bien que les niveaux soient légèrement en dessous.

- **Positionnement aux regard des valeurs seuils :**

Les valeurs limites pour la protection de la santé humaine n'ont pas été dépassées pour ces polluants. (Moyenne journalière (PM₁₀) et annuelle (PM_{2,5} et PM₁₀)).

Sur le site de l'aéroport, les valeurs guides de l'OMS (journalière et annuelle) n'ont pas été dépassées pour les PM₁₀.

En revanche, pour les PM_{2,5}, les deux valeurs guides ont été dépassées sur les deux campagnes. Les stations de référence ont également dépassé ces seuils, ce qui ne met pas en évidence une influence particulière de l'aéroport.

▪ **Composition chimique des particules : le carbone suie**

Le carbone suie (ou carbone élémentaire EC) est un traceur pertinent des activités de combustion tels que les moteurs des avions et engins de piste dans le cas de de l'aéroport.

Des prélèvements journaliers ont été réalisés avec une quantification du carbone suie et du carbone organique OC (analyse simultanée).

Pour faciliter la mise en évidence de l'impact du trafic aéroportuaire sur les niveaux de carbone suie, une sélection des filtres échantillonnés a été réalisée selon plusieurs critères : la niveau de trafic, la direction des vents et les concentrations en particules PM₁₀.

Sur un pas de temps journalier, l'analyse de la fraction EC/OC des particules n'a pas permis de mettre en évidence un impact significatif du trafic aérien sur la composition chimique des particules.

Les niveaux enregistrés en carbone suie sur le site de l'aéroport sont du même ordre de grandeur que ceux mesurés en situation de fond à Rennes.'

Une analyse plus fine pourrait être envisagée à l'aide d'un analyseur de type aéthalomètre qui permettrait de mesurer la concentration en carbone suie en continu. Ces mesures pourraient être corrélées aux enregistrements horaires des directions de vent pour établir des roses de pollution.

Conclusion volet 2 'étude terrain'

Conformément aux objectifs fixés pour ce volet terrain, des mesures de la qualité de l'air ont été réalisées sur la plateforme et dans les alentours afin de caractériser l'exposition des riverains.

La liste des polluants recherchés a été actualisée par rapport aux précédentes investigations tenant compte des dernières recommandations de l'ACNUSA (ajout de la mesure des particules et du carbone suie).

Les niveaux ont été comparés aux seuils en vigueur, aux stations de référence Rennaises et aux mesures des précédentes campagnes.



Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

En premier lieu, il est important de rappeler que les résultats de cette campagne sont associés à un niveau de trafic aérien qui reste bien inférieur à celui d'avant la crise sanitaire de 2020.

Les niveaux enregistrés en particules et dioxyde d'azote sur la plateforme sont proches des niveaux de fond mesurés à Rennes. Les mesures se caractérisent toutefois par des pics ponctuels (quelques dizaines de minutes) en lien avec la circulation des avions sur la plateforme.

Les mesures en dioxyde d'azote dans le voisinage de la plateforme sont également proches du bruit de fond. Les variations observées témoignent également de sources additionnelles dans le secteur d'étude (trafic routier notamment).

Ces mesures pourront être renouvelées en cas d'augmentation significative du trafic aérien et d'un éventuel retour à une situation 'normale'.

Pour le carbone suie, des mesures en continu sur un pas de temps horaire seront à privilégier pour faciliter la caractérisation de l'impact du trafic aérien.

VOLET 4 : REALISATION D'UN BILAN DES EMISSIONS POUR L'ANNEE 2018 : ETAT INITIAL

L'objectif de ce volet est la réalisation d'un bilan des émissions annuel à l'échelle de l'aéroport de Rennes, à partir de données géoréférencées nécessaires aux calculs et à la production de cartes. Le bilan des émissions comprend un comparatif des émissions des activités de l'aéroport et des émissions de la ville de Saint-Jacques-de-la-Lande et de l'agglomération de Rennes Métropole pour l'année 2018. Ce bilan présente des données chiffrées, ainsi que la répartition des émissions par secteur et sous-secteurs d'activité.

Le bilan se focalisera sur les émissions des polluants suivants :

- Les particules en suspension de diamètre inférieur à 10 μm (PM10) et 2,5 μm (PM2,5) ;
- Les oxydes d'azote (NO_x) ;
- Le dioxyde de soufre (SO_2) ;
- Les composés organiques volatils (COV) ;
- Les gaz à effet de serre, somme du dioxyde de carbone (CO_2), du méthane (CH_4), du protoxyde d'azote (N_2O) et des fluorés.

Comme précisé dans l'introduction de ce document, la partie scénario avec une prospective à 2025 est disponible dans la partie 3.

1. Méthode de calcul des émissions

A. Méthodologie générale de l'inventaire

Les émissions correspondent aux quantités de polluants directement rejetées dans l'atmosphère. Elles peuvent être soit d'origine naturelle ou d'origine anthropique. Ces rejets d'émissions sont à l'origine des concentrations des polluants dans l'air ambiant. La concentration des polluants dépend des émissions, mais pas seulement, d'autres paramètres peuvent intervenir comme la climatologie, le transport des polluants, leur dispersion ou leur transformation chimique (source : Acnusa, 2013). Chaque région réalise un inventaire des émissions dans le cadre de ses missions réglementaires définies par l'arrêté du 16 avril 2021 relatif à la surveillance de la qualité de l'air.

L'inventaire spatialisé des émissions atmosphériques (ISEA – v.4) recense les émissions rejetées dans l'atmosphère pour l'ensemble des secteurs (aérien, routier, tertiaire...). Cet inventaire (ISEA²⁰), réalisé par Air Breizh pour l'ensemble de la région, est une description spatiale et temporelle de l'ensemble des rejets de polluants dans l'atmosphère. Air Breizh réalise cet inventaire à l'échelle de la commune, à une fréquence biannuelle et actualise ces calculs à chaque nouveau inventaire. La méthodologie utilisée par Air Breizh provient du guide méthodologique pour l'élaboration des inventaires territoriaux des émissions atmosphériques PCIT 2²¹. Ce guide national de juin 2018 a été

²⁰ Site Web ISEA - <https://isea.airbreizh.asso.fr/index.php>

²¹ GUIDE PCIT 2 - <https://www.lcsqa.org/fr/rapport/guide-methodologique-pour-lelaboration-des-inventaires-territoriaux-des-emissions>

rédigé par le Pôle de Coordination nationale des Inventaires Territoriaux, piloté par le Ministère de la Transition Energetique et solidaire.

L'inventaire spatialisé des émissions permet donc de :

- Fournir un diagnostic des rejets de polluants à la population et aux pouvoirs publics
- Fournir des données d'entrées pour la modélisation de la qualité de l'air
- Comparer les émissions entre les régions sur la base d'une méthodologie commune
- Apporter des compléments aux réseaux de mesures de la qualité de l'air

Pour mener à bien son inventaire spatialisé des émissions atmosphériques, Air Breizh réalise ces calculs sur des données d'entrées fournies par des organismes publics et/ou privés.

Pour le calcul des émissions, Air Breizh croise des données d'activités ou de consommation (consommation d'énergie, comptage routier, nombre de kilomètres...) avec des facteurs d'émissions propres à chaque polluant et à chaque activité. Sur les neuf secteurs d'activité disponibles, une trentaine de polluants sont estimés, et ce sur plusieurs périmètres géographiques (comunales, EPCI, départementales et régionales). Parmi ces polluants sont regroupés les polluants à effet sanitaire (NO_x, SO₂, TSP, PM10, PM2,5, CO, COV, NH₃...) et les gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O, gaz fluorés...). Un rapport présentant la méthode de calculs des émissions pour l'ensemble des secteurs à été rédigé par Air Breizh²².

B. Méthodologie du calcul des émissions des aéronefs

Cet inventaire a été établi pour l'année 2018. ISEA v.4 prend en compte seulement les activités liées aux mouvements des avions (aéronefs). Pour le calcul du secteur aérien, le trafic des aéronefs (fret et passager) sur les différentes phases du cycle LTO (Landing Take-Off) est pris en compte. Ce cycle comprend la phase de décollage, la montée, l'atterrissage et la phase au sol (cf. partie 2.B – figure 5). En effet, les moteurs d'aéronefs émettent des polluants en fonction des différentes phases de vol. Dans le cadre de cette étude, nous procédons de manière conforme au guide PCIT 2 :

- les émissions prises en comptes sont celles qui se situent entre 0 et 3000 pieds (soit 915 mètres). Ceci correspond à la hauteur de couche limite moyenne.
- la phase de croisière n'est pas comptabilisée.

A chaque phase LTO sont associés un régime moteur et sa durée (voir Tableau 4). Néanmoins, il convient de rappeler que pour la durée de roulage estimée à 26 minutes, celle-ci est très surestimée pour certains aéroports en France (ACNUSA) notamment pour celui de Rennes.

Tableau 11 : Phases du cycle LTO, durée et régime moteur associées. (Source : ACNUSA)

Phase du cycle LTO	Durée (minutes)	Régime du moteur (%)
Approche	4	30
Roulage	26	7
Décollage	0,7	100
Montée	2,2	85

²² https://isea.airbreizh.asso.fr/public/methodo/Methodologie_ISEAv4.pdf

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

Les émissions sont calculées à partir des données de trafic par aéroport, par type d'aéronefs et par type de moteurs en fonction du temps de chaque phase lorsqu'elles sont disponibles et des facteurs d'émissions. En fonction du régime moteur, les rejets d'émissions vont varier. Durant la circulation au sol par exemple, les indices d'émissions en monoxyde de carbone (CO) vont être plus importants que lors des phases de décollage (ACNUSA). Tandis que pour le NO_x, les émissions sont plus importantes durant la phase de montée et de décollage. Egalement, les émissions de l'abrasion des pneus sont plus conséquentes lors de la phase du roulage des aéronefs.

Les émissions des moteurs principaux et auxiliaires (APU), l'usure des pneus, des freins et de la pistes sont estimées à partir des données fournies par l'aéroport lorsqu'elles sont transmises (méthode Tier 3) ou par le site de l'UAF (Tier 1). Les émissions pour les 7 APU fonctionnant au gazole et 1 APU fonctionnant à l'électricité ont été calculés à partir des consommations et facteurs d'émissions.

C. Méthodologie du calcul des émissions des autres activités

La plateforme aéroportuaire concentre de nombreuses activités émettrices de polluants, pas uniquement liée au trafic aérien mais aussi aux activités nécessaires au bon fonctionnement de l'aéroport. Les engins de pistes sont aussi importants pour l'aéroport que pour les passagers eux-mêmes.

La consommation annuelle fournie par l'aéroport pour les GSE a été répartie en fonction du nombre d'heures moyen de fonctionnement annuel pour chacun des engins de pistes. Les émissions ont été calculés à partir de ces consommations, de l'énergie et des facteurs d'émissions.

Pour obtenir les émissions des véhicules de services et du transport routier au sein de la plateforme, le calcul a été réalisé à l'aide du logiciel Circul'Air (v.4) basé sur la méthodologie européenne COPERT V. De nombreux paramètres d'entrées ont été intégrés comme la vitesse maximale de 30 km/h sur le site, la consommation de carburant (essence, diesel...), le nombre de kilomètres totales, le type de parc automobile (véhicules particuliers, poids lourds, véhicules utilitaires...), et la météo. Ces données d'entrées ont permis de calculer les émissions globales de chaque tronçon à l'échelle annuelle, les émissions liées à la combustion des véhicules à chaud et à froid, l'évaporation de l'essence, l'usure des pneus, freins et des routes.

A partir de cette méthode, les émissions des 7 véhicules de services circulant dans l'aéroport ont été calculés. Seul le trafic moyen circulant sur les routes au sein de l'aéroport ont été pris en compte dans le calcul. En effet, cela intègre la ligne de bus C6, les déposes minutes et les taxis qui passent également dans le périmètre. Le trafic routier de la commune de Saint-Jacques-de-la-Lande n'a pas été pris en compte, néanmoins les émissions ont été calculées dans l'inventaire ISEA v.4.

Pour obtenir les émissions de COVNM liées aux stockage du carburant, plusieurs données ont été nécessaires telles que le type de carburant, le volume annuel moyen transféré vers les aéronefs/véhicules (en m³), le type de cuve et le nombre de cuve de l'aéroport. Pour les cinq cuves de l'aéroport, le volume annuel moyen a été convertit en tonne. Les émissions ont été obtenues en multipliant le volume par les facteurs d'émissions correspondants.

Les émissions de la tondeuse à gazon pour les espaces verts sont obtenues à partir du nombre annuel d'heures de fonctionnement, de l'énergie et de la superficie de la surface en herbe (163,56 ha).

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

Au sein de la plateforme, le chauffage central est alimenté par quatre chaudières au gaz. Parmi ces chaudières, il y en a une pour l'aérogare, le Service de sauvetage et de lutte contre l'incendie des aéronefs (SSLIA), le bâtiment technique et le bâtiment fret. La consommation annuelle de gaz en kilowattheure (kWh) a été converti en mégawattheure (MWh) puis multipliée par les facteurs d'émissions correspondants.

Air Breizh n'a pas pu avoir de données concernant la climatisation des bureaux et salles de réunions, le pourcentage d'émissions liées aux climatisations est estimé à partir des résultats de l'aéroport de Nantes Atlantique (44).

2. Bilan des émissions

A. La part des émissions de l'aéroport à l'échelle de la métropole

Pour estimer l'impact des activités de l'aéroport sur la métropole, les émissions des autres transports ont été comparées aux émissions de l'agglomération (cf. figure 16). A titre de rappel, le secteur des autres transports regroupe le transport ferroviaire (< à 1%) et le transport aérien.

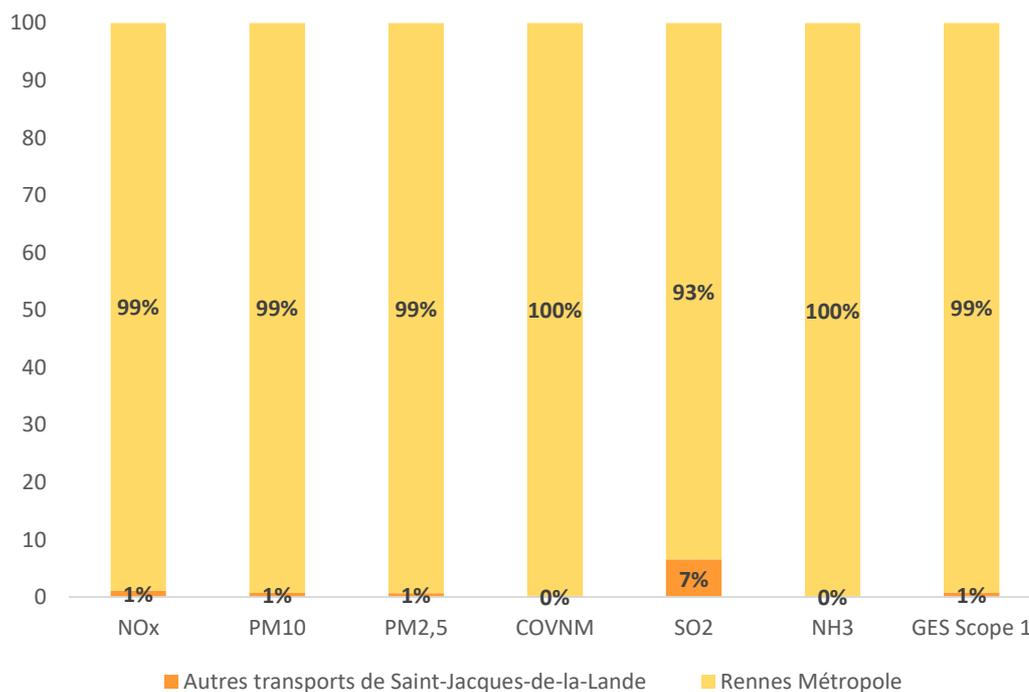


Figure 16 : Comparaison des émissions autres transports de Saint-Jacques de la Lande par rapport aux émissions de Rennes Métropole en 2018 (Source : ISEA v.4.1).

1% des émissions de NO_x, PM10 et PM2,5 de la métropole sont issues des activités de l'aéroport. La part de SO₂ émis par l'aéroport est plus importante, elle représente 7% des émissions. La part des émissions de GES Scope 1 de l'aéroport représente 1% des émissions de la métropole. Toutefois, la méthode de calcul de l'inventaire ISEA v.4 prend en compte seulement les aéronefs, les émissions issues des activités aéroportuaires (GSE, trafic routier...) n'étaient pas estimées. Ce graphique sous-estime donc les rejets de l'aéroport.

La part des émissions de l'aéroport Rennes Saint-Jacques comparée aux autres transports (ferroviaires) de la métropole de Rennes Métropole est importante. En effet, 70% des émissions de

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

NO_x des autres transports de la métropole sont issues des activités de l'aéroport. Malgré la forte présence de transports ferroviaires à Rennes Métropole, 48% des PM₁₀ et 58% des PM_{2,5} sont issues de l'aéroport pour le secteur des autres transports. Pour les COVNM, 86% des émissions du secteur autres transports de Rennes Métropole sont issues de l'aéroport. Pour l'ensemble des autres transports, 92% des GES Scope 1 à l'échelle de Rennes Métropole proviennent des activités aéroportuaires. La part des émissions liées aux activités de l'aéroport est plus importante que le trafic ferroviaire.

B. La part des émissions de l'aéroport à l'échelle de la commune de Saint-Jacques-de-la-Lande

D'après l'inventaire des émissions réalisé par Air Breizh, la répartition des principaux polluants par secteur est la suivante pour Saint-Jacques-de-la-Lande :

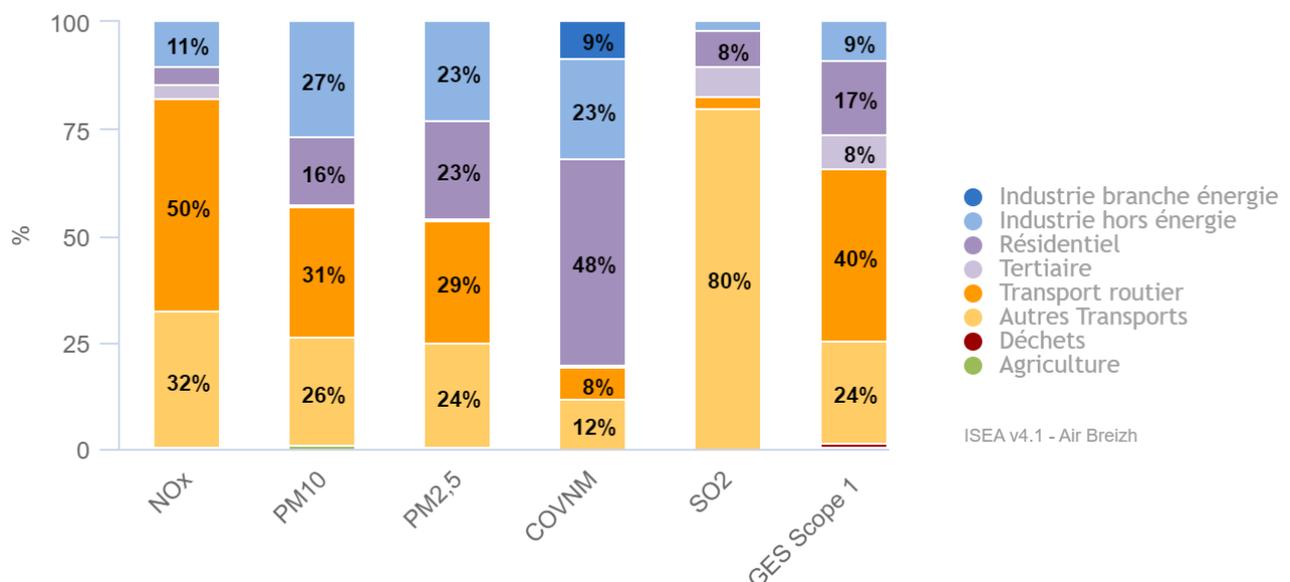


Figure 17 : Répartition par secteur des principaux polluants pour la commune de Saint-Jacques-de-la-Lande en 2018. (Source : ISEA v.4.1)

A l'échelle de la commune, on observe que les oxydes d'azote (NO_x) sont majoritairement émis par le trafic routier (50%) et par les autres transports (32%). Dans le secteur autres transports, la quasi-totalité des émissions proviennent de l'aéroport de Rennes Saint-Jacques.

Les particules PM₁₀ et PM_{2,5} sont issus du trafic routier à hauteur de 31% et de 29% respectivement. En ce qui concerne les particules provenant des autres transports, 26% sont des PM₁₀ et 24% des PM_{2,5}. Pour les COVNM, les émissions sont principalement d'origines résidentielles et industrielle hors énergie, à raison de 48% et 23% respectivement. Les autres transports sont la source principale de dioxyde de soufre (SO₂) avec 80% des émissions de la commune.

Les émissions de GES Scope 1 sont issues à 24% des autres transports, 40% du transport routier, 17% du secteur résidentiel et 8% du secteur tertiaire. 64% des GES Scope 1 sont liées aux transports routiers et aériens.

C. Répartition sectorielle des émissions à l'échelle de l'aéroport

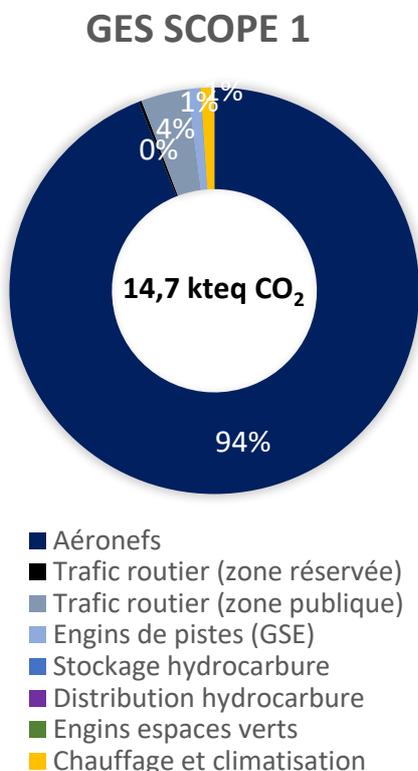
Après avoir quantifié l'impact de l'aéroport à l'échelle de Rennes Métropole, les émissions de la commune de Saint-Jacques-de-la-Lande ont été analysées par secteur. Il en ressort que les émissions du secteur routier et des autres transports sont des sources prédominantes à l'échelle de la commune de Saint-Jacques-de-la-Lande.

Dans un premier temps, les émissions de gaz à effet de serre vont être présentées et analysées par secteurs d'activités. Dans un second temps, les polluants à effet sanitaire avec les particules fines vont être décrits par secteurs d'activités. Puis, les émissions par aéronefs et par phase seront exposées. Les secteurs d'activités hors aéronefs les plus émetteurs seront présentés et ce pour tous les polluants.

1. Les gaz à effet de serre

Dans cette étude, les GES Scope 1 pris en compte sont : le CO₂, le CH₄ et le N₂O et les gaz fluorés.

Tableau 12 : synthèse des émissions des GES Scope 1 de l'aéroport.



Secteurs	GES	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Fluorés totaux
Aéronefs	94%	94%	85%	87%	-
Trafic routier (zone réservée)	0,2%	-	-	-	-
Trafic routier (zone publique)	4%	4%	4%	5%	-
Engins de piste (GSE)	1%	1%	0%	7%	-
Stockage hydrocarbure	-	-	-	-	-
Distribution hydrocarbure	-	-	-	-	-
Engins espaces verts	0,03%	-	10%	-	-
Chauffage et climatisation	1%	1%	1%	-	0,4%
Emissions totales en teq. CO₂					
Hors aéronefs	937	864	5,3	14,5	-
Aéronefs	13772	13644	28	98	-
Emissions totales	14709	14509	34	112	-

Figure 28 : Répartition sectorielle des émissions des GES Scope 1 de l'aéroport.

Les émissions de gaz à effet de serre totales des aéronefs et des sources au sol de la plateforme aéroportuaire sont estimées à **14,7 kteq. CO₂** en 2018. Le CO₂ représente près de 98% de l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre. Les aéronefs émettent près de 13,7 kteq. CO₂ et les activités aéroportuaires hors aéronefs 937 kteq. CO₂ en 2018.

94% des émissions de GES Scope 1 sont issues des mouvements d'aéronefs. En ce qui concerne les secteurs d'activités liées à la plateforme aéroportuaire, le trafic routier est la deuxième source principale d'émissions de GES Scope 1 avec près de 4% des émissions totales. Au sein de ce trafic routier, 67% des émissions sont issues de la zone dépose minute et des taxis. 16% des émissions du trafic routier proviennent des transports publics notamment le bus C6.

Les engins de pistes sont la troisième source d'émissions de GES Scope 1 de la plateforme avec 1% des émissions totales. Parmi ces engins de pistes, 8 GPU émettent près de 57% des émissions dans cette activité. En effet, sur les 8 GPU seulement un fonctionne à l'électricité tandis que les 7 autres fonctionnent au gazole non routier. 20% des émissions au sein des engins de pistes sont issues des tracmas. 8% des émissions proviennent des tapis à bagages, 6% des loaders, 3% des escaliers mobiles et 3% des dégivreuses. Enfin, les émissions liées à la tondeuse pour l'entretien des espaces verts sont non négligeables avec 10% de CH₄.

2. Les polluants à effet sanitaires

Tableau 13 : synthèse des émissions des polluants réglementaires de l'aéroport.

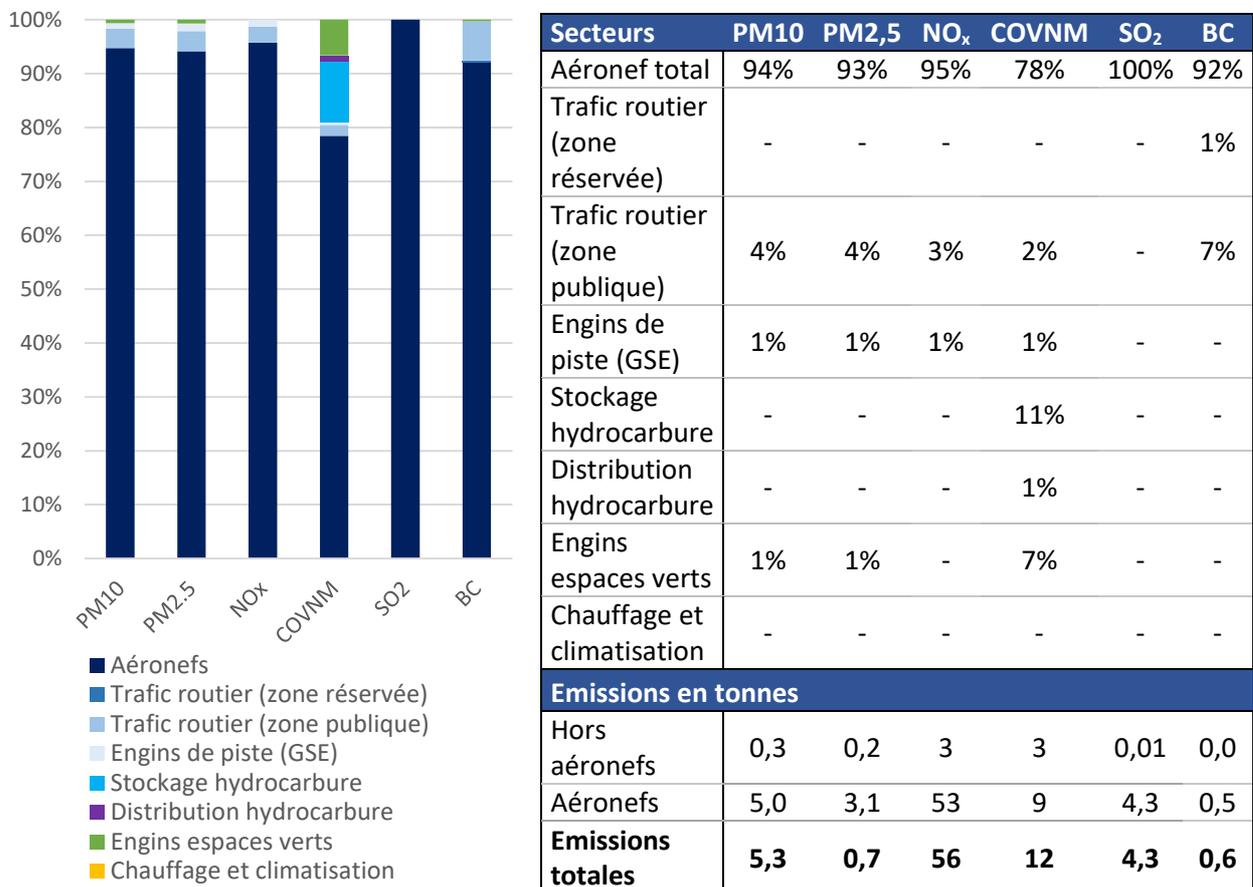


Figure 29 : Répartition sectorielle des particules de l'aéroport au sol en 2018.

En 2018, 95% des émissions des NO_x sont issues des mouvements des aéronefs. 100% des émissions du SO₂ et 92% du Black Carbon sont liées aux mouvements des aéronefs. Les mouvements des aéronefs sont responsables de 78% des émissions de COVNM. Les aéronefs sont la source principale des émissions de particules avec 94% des PM10 et 93% des PM2,5.

Le trafic routier en zone publique est la deuxième source d'émissions de particules avec 4% des particules PM10 et 4% des PM2,5. 7% des rejets de Black Carbon proviennent de l'ensemble du trafic routier.

Enfin, les engins de pistes sont responsables à hauteur de 1% des émissions de PM10 et 1% des émissions de PM2,5. Les GPU (Groupes électrogène de piste) sont les premières sources d'émissions de particules fines avec 70% des émissions de PM10, suivi des tracma (14%), des loader (8%) et de la dégivreuse (2,10%).

Le stockage du carburant émet près de 11% de COVNM. Néanmoins, les aéronefs sont la première source de rejets des COVNM avec 78%. Les émissions de la tondeuse à gazon pour l'entretien des espaces verts représentent 1% des émissions des PM10, PM2,5 et 7% des COVNM. Ces émissions sont issues de l'utilisation de l'essence.

Répartition sectorielle des émissions liées aux aéronefs

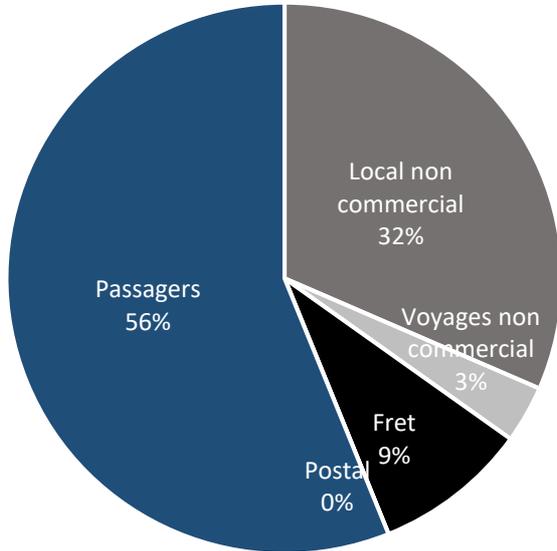


Figure 30 : Répartition par types de mouvements des émissions en 2018.

Comme dit précédemment (cf. partie 12.A), les mouvements des aéronefs sont principalement des déplacements liés aux vols locaux de loisirs. La répartition des émissions est la même pour tous les polluants.

Les mouvements commerciaux transportant des passagers sont la source majoritaire des émissions quel que soit le polluant avec près de 56% des rejets liés à ces mouvements-là. Ceci s'explique par la taille et par la consommation plus importante des avions qui transportent des passagers. Les mouvements non commerciaux locaux et de voyages représentent 35% des émissions quel que soit le polluant. Plus de la moitié des émissions sont issues des mouvements commerciaux.

Quant aux mouvements liés aux Fret et aux marchandises ils représentent 9% des émissions.

Le graphique suivant présente la répartition des émissions des mouvements d'aéronefs en fonction de la phase de roulage.

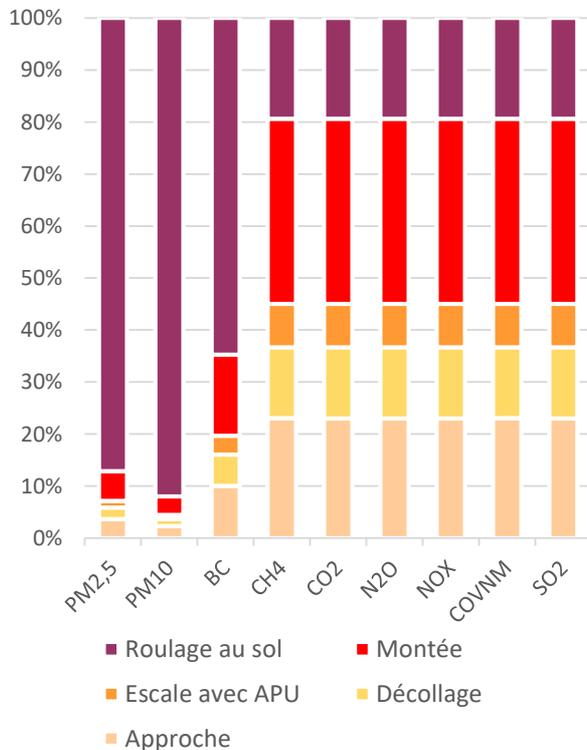


Figure 31 : Répartition par phase de roulage (LTO) pour les mouvements d'aéronefs.

Pour les PM2,5, PM10 et le Black Carbon, la part la plus importante est liée aux roulages au sol avec 86%, 90% et 62% des émissions. Cette part est liée au frottement et à l'abrasion des pneus qui favorisent la dispersion de particules dans l'atmosphère.

Pour les polluants CO, CO₂, COVNM, N₂O, SO₂ et NO_x, la répartition des émissions est assez proche. Pour le méthane, 20% des émissions est issue de l'approche des avions, 32% à la montée des avions et 20% au roulage au sol. En effet, la montée des aéronefs semble jouer un rôle prédominant dans les rejets des émissions avec 40% d'émissions pour cette phase.

Lorsque l'avion décolle de la piste, il sollicite tout son moteur qui est à froid. Les deux phases qui émettent le plus sont celles de la montée et du roulage aux sols des aéronefs.

Répartition sectorielle des émissions hors aéronaves

Le trafic routier est la deuxième source de rejets des émissions de la plateforme aéroportuaire avec près de 4% des émissions de l'ensemble de l'aéroport.

Tableau 14 : synthèse des émissions du trafic routier.

TRAFICS ROUTIERS (en %)	PM2,5	PM10	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	NO _x	COVNM	BC	SO ₂
Zone dépose minute et taxis	64%	63%	55%	61%	68%	53%	77%	70%	60%
Parkings	15%	15%	9%	14%	15%	12%	14%	14%	14%
Bus	12%	13%	34%	17%	9%	24%	5%	10%	17%
Camions incendies	4%	5%	1%	5%	4%	6%	1%	3%	5%
Camions maintenances	0,6%	1%	0,2%	1%	1%	1%	0,4%	1%	1%
Camion commissariat	2,9%	3%	1%	3%	3%	4%	1%	1%	3%
Véhicule VIP	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
4x4 Piste Manœuvre	0,3%	0,3%	0,1%	0,3%	0,3%	0,4%	0,2%	0,3%	0,3%
Camionnette Fret	0,2%	0,2%	0,1%	0,2%	0,2%	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%
Emissions en tonnes									
Total	0,13	0,2	0,05	590	0,02	1,9	0,24	0,05	0,004



Sur la figure 33, est reporté l'ensemble du trafic routier avec le trafic en zone publique et les véhicules de services (camions incendies, maintenances, commissariat, VIP, 4x4 et fret).

La part des émissions liées à la zone dépose minute et aux taxis est de 63% pour les PM10 et 64% pour les PM2,5. Les émissions de CH₄, CO₂, N₂O et NO_x pour ce trafic sont élevées avec 55%, 61%, 68 et 53% respectivement. La forte présence de véhicules particuliers dans cette zone engendre des rejets d'émissions conséquents.

L'ensemble des parkings comprenant les parkings personnels et visiteurs concentrent 15% des émissions de particules et 14% de CO₂.

A noter, la part importante du bus C6 qui représente presque un quart des émissions de NO_x avec 24%. Le bus émet également près de 34% des émissions de CH₄. Au total, l'ensemble du trafic routier émet 590 tonnes de CO₂ pour l'année 2018.

Figure 32 : Répartition des émissions par catégories de véhicules pour le trafic routier.

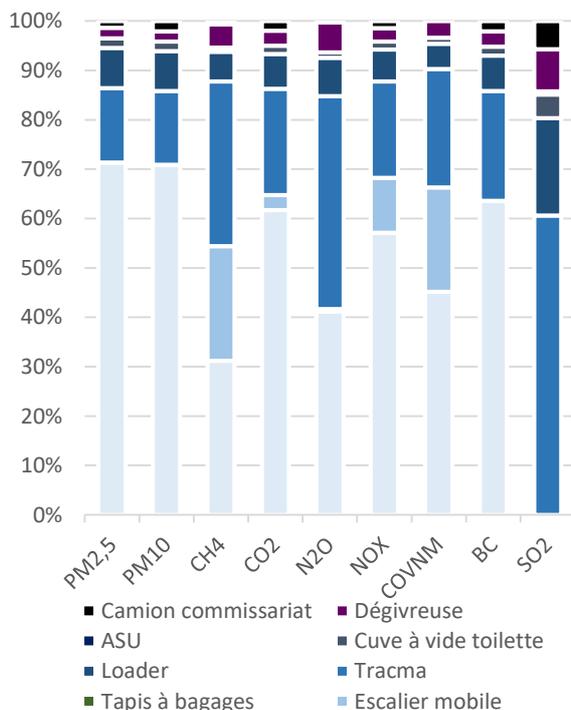
Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

Au sein des véhicules de services, 34% des émissions de CO₂ sont issues des camions incendies VMA S3X et 17% du camion incendie BCLCF2034, soit près de 51%. Le camion de commissariat émet près de 34% de CO₂. Concernant les deux véhicules de maintenances, leurs émissions sont de l'ordre de 6% de CO₂. 58% des émissions de NO_x proviennent des trois camions d'incendies. Le camion commissariat émet 34% des rejets de NO_x. Cette répartition est sensiblement la même avec les PM10, PM2,5 et CH₄. Pour les COVNM, 42% sont issues des trois camions incendies, 28% du camion de commissariat, 13% des camions de maintenance, 5% de la camionnette Fret, 4% le véhicule de transport VIP.

Les engins de pistes sont la troisième source principale d'émissions de la plateforme aéroportuaire. En effet, les engins de pistes représentent seulement 1% des émissions des GES Scope 1 totaux. Au sein des polluants à effet sanitaires, les engins de pistes émettent près de 8 à 10% des émissions de particules.

Tableau 15 : synthèse des émissions des engins de pistes (GSE).

ENGINS DE PISTES (GSE)	PM2,5	PM10	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	NO _x	COVNM	BC	SO ₂
GPU	71%	70%	31%	57%	41%	57%	45%	63%	-
Escalier mobile	-	-	23%	3%	1%	11%	21%	-	-
Tapis à bagages	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tracma	15%	15%	33%	20%	43%	19%	24%	22%	61%
Loader	8%	8%	6%	6%	8%	6%	5%	7%	20%
Cuve à vide toilette	2%	2%	1%	2%	1%	2%	1%	2%	5%
ASU	-	-	-	-	-	-	-	-	1%
Dégivreuse	2%	2%	5%	3%	6%	3%	3%	3%	9%
Camion commissariat	1%	2%	1%	2%	0%	1%	-	2%	6%
Emissions en tonnes									
Total	0,048	0,05	0,01	137	0,03	0,7	0,06	0,001	0,0003



Les 8 GPU dont 7 fonctionnant au gazole et 1 à l'électricité sont les engins de pistes qui émettent le plus. Les rejets des GPU sont de l'ordre de 70% pour les PM (cf. tableau). En ce qui concerne le CH₄ et le CO₂, les GPU sont responsables de 31% et 57% d'émissions respectivement. Les émissions de NO_x sont élevées également, avec près de 57%. 45% des émissions de COVNM proviennent de l'utilisation des GPU. Pour les particules, la deuxième source d'émission des engins de piste est les tracmas. Ils sont responsables de 15% d'émissions de PM2,5 et 33% pour le CH₄.

Pour les gaz à effet de serre Scope 1, les tracmas émettent à eux seules 33% de CH₄, 22% de CO₂ et 43% de N₂O. La dégivreuse émet 2% de particules fines, 3% de CO₂, 1% de NO_x et 3% de COVNM.

Figure 33 : Répartition des émissions par engins de pistes (GSE) pour tous les polluants.

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

Au total, les émissions de l'ensemble des engins de pistes sont de 137 tonnes de CO₂, 0,03 tonnes de N₂O et 0,7 tonnes de NO_x.

Le **stockage et la distribution du carburant** émet principalement du COVNM.

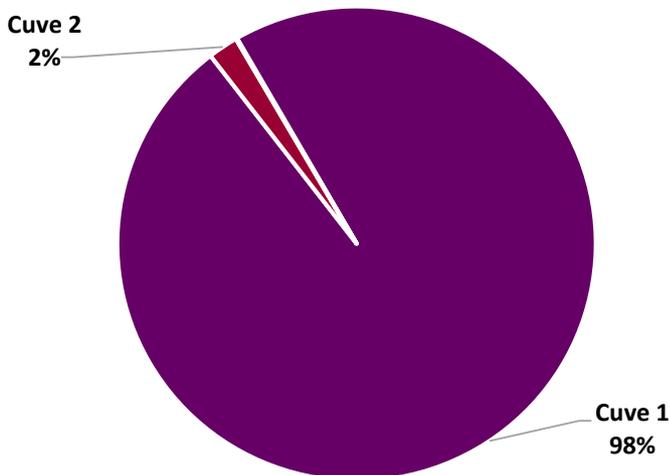


Figure 34 : Répartition des émissions pour la distribution du carburant.

Pour le stockage du carburant, cinq cuves dont trois enterrées permettent de fournir du carburant aux avions (kérosène) et aux véhicules de services (FOD). Ces émissions sont issues à 99 % du stockage de kérosène de la cuve 1 avec un rejet de 1318 tonnes de COVNM. Au total, le stockage du carburant émet 1337 tonnes de COVNM.

La cuve 2 émet seulement 2% des émissions de COVNM, tandis que les cuves 3 et 4 en émettent très peu.

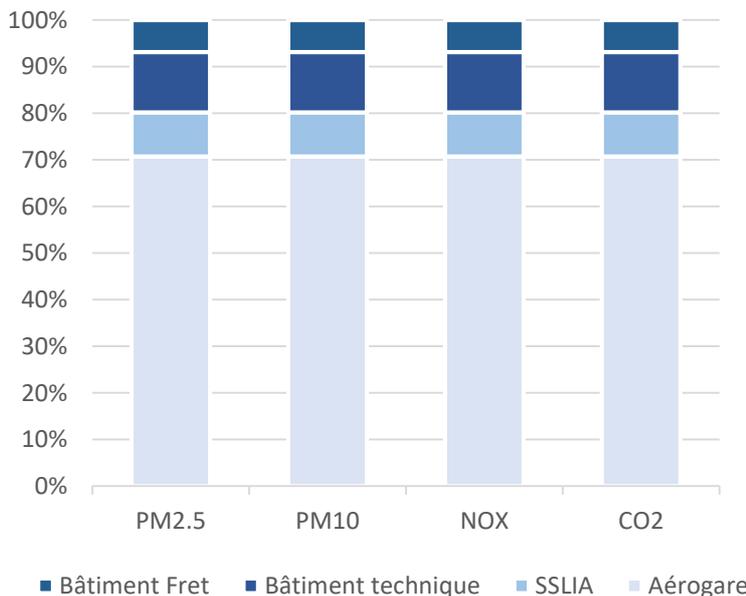


Figure 35 : Répartition des émissions pour le chauffage des bâtiments.

La distribution du carburant émet près de 127 tonnes de COVNM. La cuve n°1 distribuée par le camion-citerne est responsable de 98% des émissions. La cuve n°2 d'essence aviation émet près de 2 tonnes de COVNM, elle représente 2% des émissions de cette activité. Les émissions du stockage et de la distribution du carburant est assez faible par rapport aux autres activités. Le **chauffage** de l'aéroport dépend de quatre chaudières dont une par bâtiment : l'aérogare, le bâtiment Fret, le SSLIA et le bâtiment technique. Toutes ces chaudières fonctionnent au gaz.

La chaudière du bâtiment de l'aérogare est celle qui émet le plus avec 71% des émissions totales de CO₂. 13% des émissions reviennent aux bâtiments techniques. Les émissions de la chaudière du bâtiment Fret sont de 7%. Le bâtiment SSLIA émet 9% de CO₂. Pour les particules fines et les NO_x la répartition est sensiblement la même.

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

Air Breizh n'a pas disposé de données précises quant à la climatisation des bureaux de l'aéroport. Les résultats de cette activité sont issus de l'étude sur l'aéroport de Nantes²³ réalisée par l'organisme Air Pays de la Loire. Les résultats de la climatisation sont des estimations et sont donnés à titre indicatif. De plus, la part des émissions de cette activité pour l'aéroport de Nantes est négligeable.

Pour l'ensemble de l'aéroport, seulement 1% des émissions sont liées aux chaudières et à la climatisation.

D. Comparaison avec l'aéroport de Nantes Atlantique (44)

Air Pays de La Loire est l'organisme agréé pour assurer la surveillance de la qualité de l'air dans la région des pays de la Loire. Dans le cadre de l'article 45 de la loi LTECV, AIRPL a réalisé un inventaire des émissions des sources au sol pour l'aéroport de Nantes Atlantique en février 2022.

La méthodologie appliquée pour le calcul des émissions est la même, les résultats sont comparables excepté pour certaines activités (extincteur, climatisation...) du fait d'un manque de données par Air Breizh pour ces activités. Pour les deux aéroports, l'approche est basée sur des données réelles fournies par les aéroports telles que les consommations d'énergie des engins de pistes. Les consommations et le nombre de kilomètres a été estimée pour les véhicules de services de l'aéroport de Rennes Saint-Jacques. Les deux études ont utilisé le modèle européen COPERT pour le calcul des émissions liées au trafic et les consommations réelles de carburant.

L'ensemble des émissions liées aux mouvements d'aéronefs et aux activités aéroportuaires de l'aéroport de Rennes Saint-Jacques sont de l'ordre de **14 509 tonnes de CO₂** pour l'année 2018. A titre comparatif, l'ensemble des émissions de l'aéroport de Nantes située en Loire-Atlantique (44) représente près de **55 397 tonnes de CO₂** pour la même année (cf. tableau 16).

Tableau 16 : Comparaison des polluants CO₂, NO_x, PM10 et PM2,5 en tonnes pour l'aéroport de Rennes Saint-Jacques et l'aéroport Nantes Atlantique.

	Rennes	Nantes	Rennes	Nantes	Rennes	Nantes	Rennes	Nantes
Secteurs (en tonnes)	CO2		NOX		PM10		PM2,5	
Hors aéronefs	864	1879	3	8	0,3	2	0,2	1
Aéronefs	13645	53517	53	212	5	15	5,0	11
Ensemble	14509	55397	56	221	5,3	16	5,2	12

D'après ce tableau, les émissions de CO₂ des aéronefs sont quatre fois plus élevées à Nantes. Le nombre de mouvements des aéronefs est de 47 088 à Rennes et 69 540 à Nantes pour l'année 2018. L'aéroport de Rennes concentre 70% de ces mouvements d'aéronefs dans des vols non commerciaux de loisirs (cf. partie I2.b). Alors que l'aéroport de Nantes est principalement un aéroport à vocation internationale avec 84% de vols commerciaux transportant des passagers. Les avions commerciaux consomment plus de carburants et rejettent plus de polluants dans l'atmosphère.

²³ Inventaire d'émissions aéroportuaires Nantes-Atlantique – février 2022 : https://www.airpl.org/sites/default/files/reports/AGO-EMI-airpl-02-02-2022-f_0.pdf

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

Par ailleurs, les émissions de CO₂ pour le secteur hors aéronefs de l'aéroport de Nantes sont presque deux fois plus élevées que l'aéroport de Rennes, avec un écart de 45%.

E. Carte spatialisation des émissions : bilan par zone

La production de carte fait partie des objectifs de cette étude incluant une spatialisation des résultats du bilan des émissions à l'échelle de l'aéroport. Les trois cartes (ci-dessous) ont été réalisées à partir d'hypothèses de répartition des émissions selon les activités et leurs emplacements. Ces cartes permettent d'avoir une vision spatiale des activités fortement émettrices à l'échelle annuelle. Les émissions des activités de l'aéroport ont été réparties en fonction de deux critères : la longueur de l'objet géographique (en mètres) et la source d'émissions. A titre d'exemple, les émissions des :

- Phases LTO des aéronefs, ont été attribuées aux deux pistes, aux zones de stationnements des avions et aux routes interpistes,
- Véhicules de services et engins de pistes (GSE), ont été partagées entre les zones de stationnements des avions et les routes interpistes,
- Les chaudières des bâtiments pour le bâtiment Aérogare et Fret,
- Le trafic routier en fonction des parkings personnels, visiteurs, et de la route dans l'enceinte de l'aéroport emprunté par les véhicules taxis, déposes minutes et bus.

Les émissions ont été proratisées en fonction de la longueur des objets géographiques. Pour les trois cartes, chaque maille a une résolution de 50 mètres sur 50 mètres.

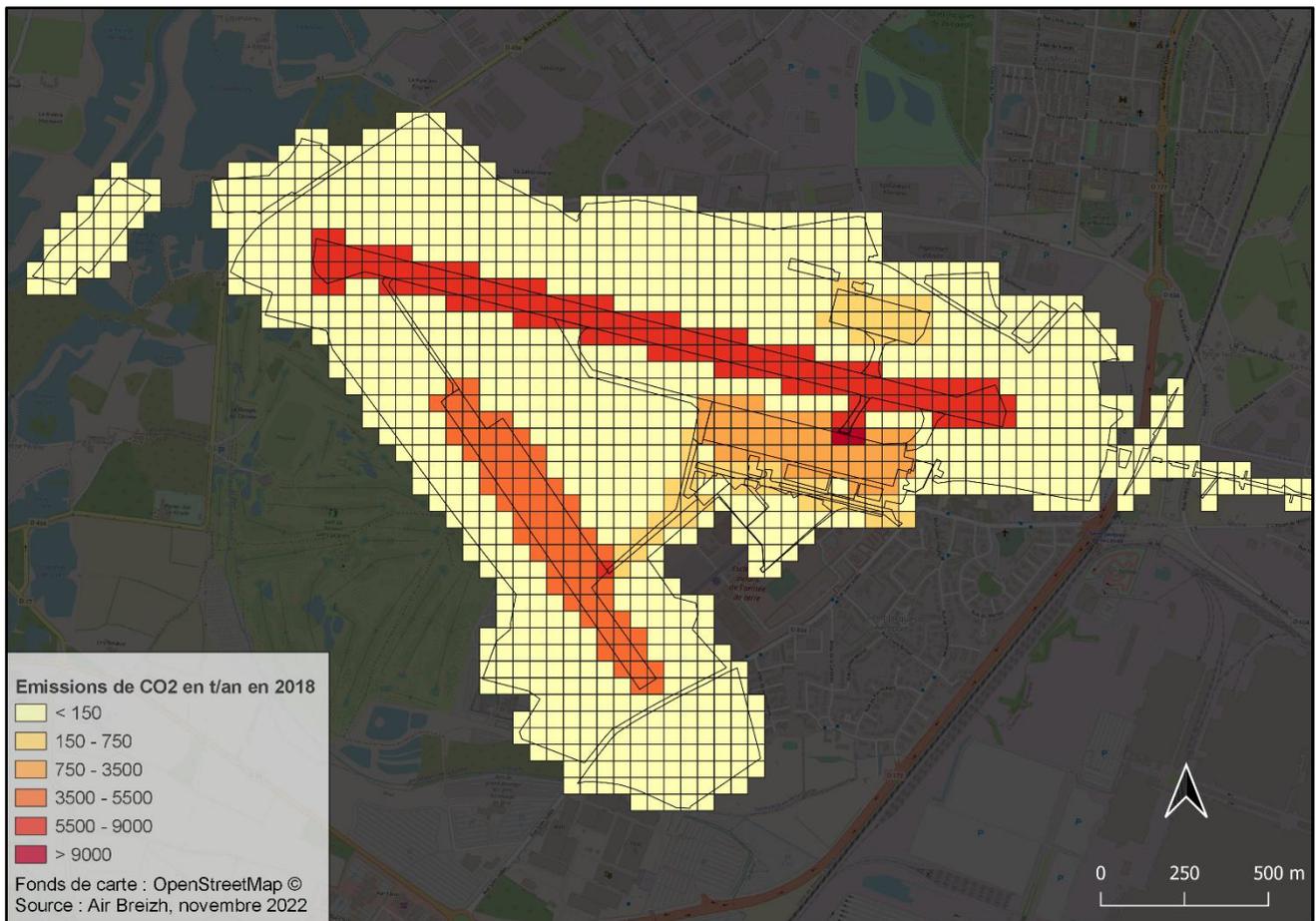


Figure 36 : Carte des émissions de CO₂ en t/an en 2018.

D’après cette carte, les émissions de CO₂ sont particulièrement élevées sur la piste principale et secondaire, avec 5771 tonnes et 5403 tonnes de CO₂ respectivement pour l’année 2018. Les émissions de la zone de stationnement des avions commerciaux sont issues principalement des engins de pistes, des escales avec APU, du roulage aux sols et des véhicules de services. Sur cette zone, près de 1020 tonnes de CO₂ sont redistribuées dans l’atmosphère en 2018. La consommation énergétique du bâtiment de l’aérogare est à l’origine de 110 tonnes de CO₂.

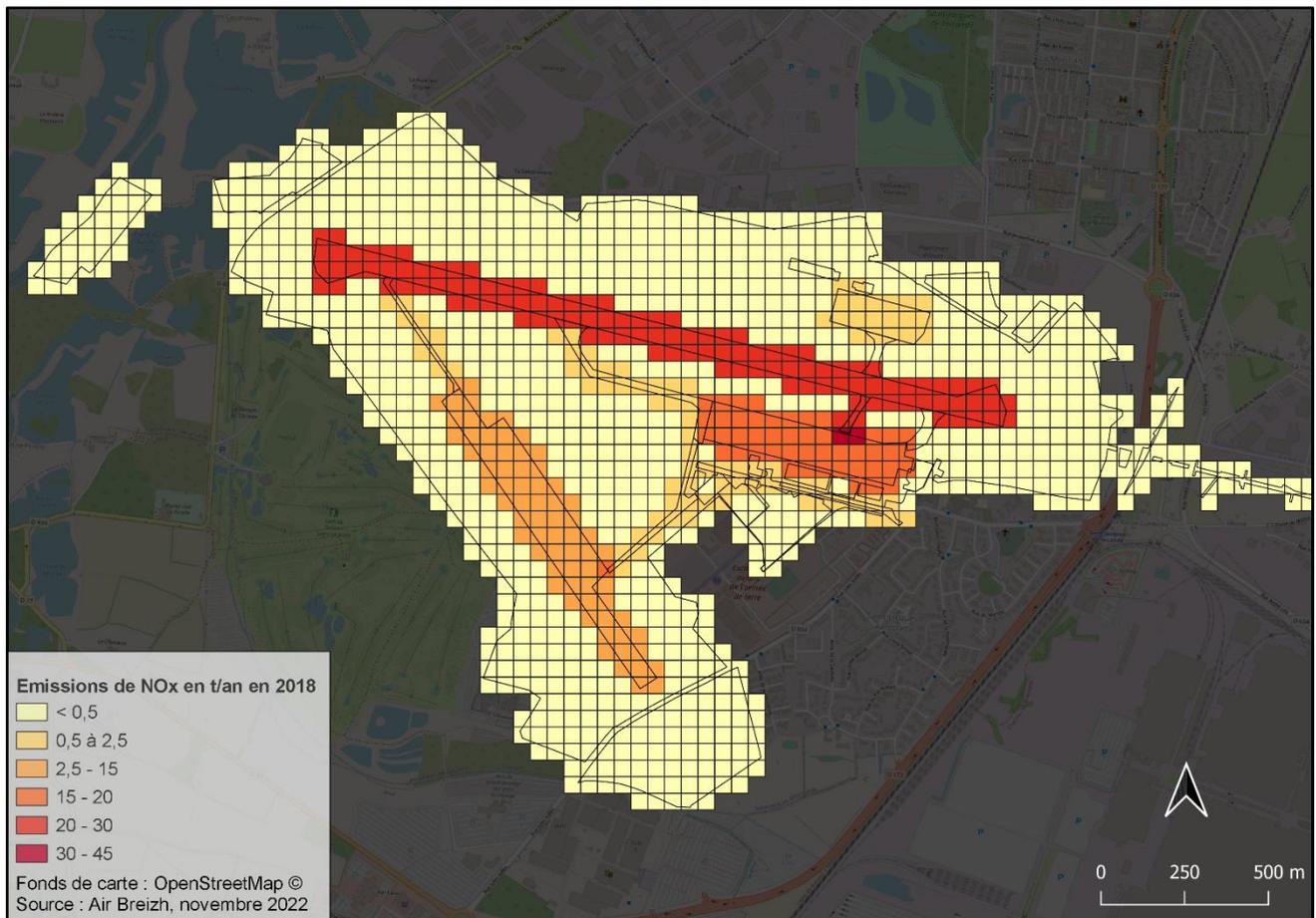


Figure 37 : Carte des émissions de NO_x en t/an en 2018.

Selon cette carte des émissions de NO_x, les zones les plus concernées sont les deux pistes de l'aéroport avec 28 tonnes pour la piste principale et 15 tonnes pour la piste secondaire. La zone de stationnement des avions commerciaux est responsable de 4 tonnes de NO_x par an. La circulation routière dans l'enceinte de l'aéroport émet près de 1,4 tonne de NO_x par an.

Pour l'ensemble de l'année 2018, on relève 55 tonnes de NO_x relâchées dans l'atmosphère pour toutes les activités aéroportuaires.

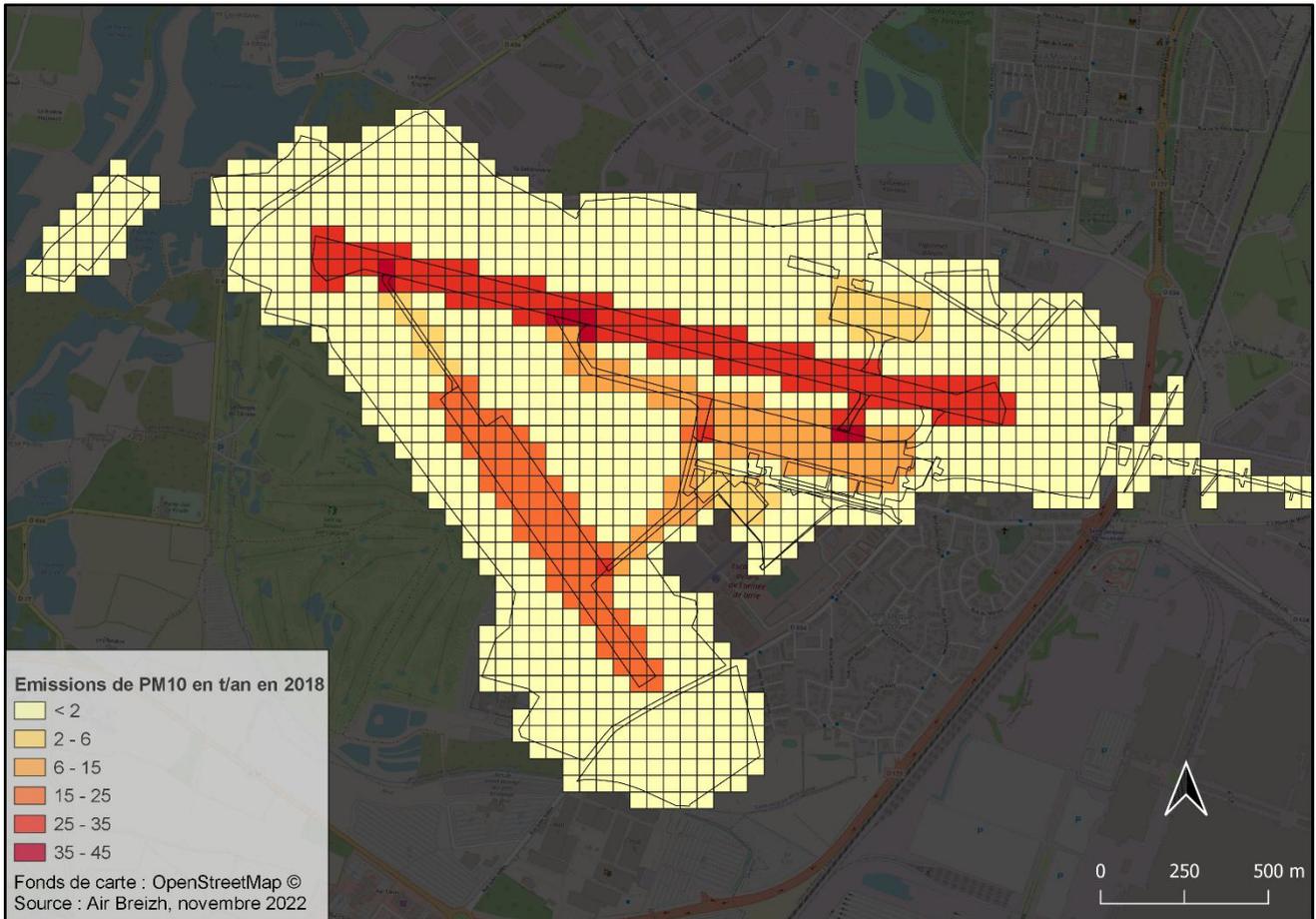


Figure 38 : Carte des émissions de PM10 en t/an en 2018.

Cette carte des émissions de PM10 met en lumière la part importante de particules fines libérées par les mouvements d’aéronefs et le roulage aux sols sur les deux pistes de l’aéroport. 2,5 tonnes de PM10 sont émises par la piste principale et 1,5 tonnes de PM10 de la piste secondaire. Ces particules sont principalement issues du roulage aux sols (99%).

0,4 tonnes de PM10 ont été relâchées sur la zone de stationnement des avions commerciaux. 0,19 tonnes de PM10 proviennent du Parking Fret. Pour toutes les routes interpistes, permettant le déplacement des avions aux zones de stationnements, on distingue 0,48 tonnes de PM10 liée aux roulages aux sols principalement.

3. Scénario 2025

A. Contexte du scénario

Suite à l'état initial, un scénario a été décidé en partenariat avec l'aéroport et les bureaux d'études IAOSENN et NUMTECH. Ce scénario inclut une évolution prospective du trafic aérien avec une augmentation de 30% des mouvements commerciaux transportant des passagers d'ici 2025. Ce scénario a vocation à estimer l'impact d'une éventuelle augmentation des gros porteurs de transports de passagers entraînant une diminution du nombre de mouvements. Cette augmentation des gros porteurs est corrélée à un accroissement du nombre de passagers estimé à 850 000 (+ 30%) d'ici 2025. Par rapport à 2018, la diminution des mouvements concerne essentiellement les vols commerciaux.

Le scénario n'intègre pas de modification du trafic routier au sein de la plateforme, dû à la difficulté à définir le futur parc automobile et les flux de passagers de 2025.

B. Méthodologie

Les données utilisées pour ce scénario sont les suivantes :

Tableau 7 : Descriptifs des données utilisées dans le cadre du scénario 2025.

Vols commerciaux		Nombre de mouvements	Année de référence	Mouvements annuels
Réguliers	Vols passagers	6530 + 30 %	2022	10 528
	Vols cargos (frets)	954		
Irréguliers	Vols passagers	1043		
	Vols cargos (frets)	42		
Vols non commerciaux		Nombre de mouvements	Année de référence	Mouvements annuels
Petites aviations, DGA...	Locaux	29 417	2018	32 541
	Voyages	3124		
Total pour l'ensemble des vols				47 098

Au sein des mouvements commerciaux, les mouvements réguliers et irréguliers de passagers et cargos ont été pris en compte pour l'année de référence 2022. Air Breizh dispose de données détaillées par code OACI (Organisation de l'aviation civile internationale) et nombre de mouvements pour 8704 vols non commerciaux fourni par l'aéroport. Pour les 23 837 vols, les émissions ont été estimés en fonction des trafics et de la consommation disponible sur le site de l'UAF pour l'année 2018. Pour les vols non commerciaux, l'année de référence utilisée est celle de 2018. Ces vols concernent principalement les vols de petits aviations et de DGA.

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

Pour obtenir les émissions annuelles de ce scénario de prospective, des codes OACI de références ont été affectés à un nombre de mouvements et de nouveaux calculs ont été réalisés.

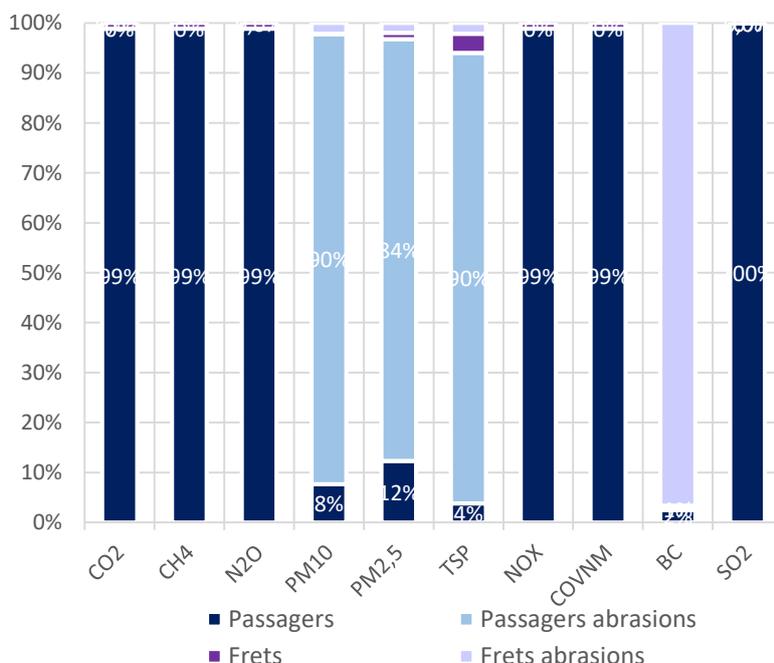
C. Résultats du scénario

Les émissions résultantes de ces nouveaux calculs pour le scénario futur de 2025 témoignent d'une baisse des émissions de 31% par rapport au bilan initial de 2018. En effet, pour l'état initial, près de 14 557 vols commerciaux ont été pris en compte pour ce bilan tandis que pour le scénario, seulement 10 528 mouvements d'avions ont servi au calcul. Ce scénario prévoit une augmentation du trafic des avions commerciaux entraînant une baisse des mouvements et des vols. Ces éléments pourraient potentiellement expliquer cette baisse des émissions de 31% (cf. tableau 7).

Tableau 8 : Comparaison des polluants GES et des polluants à effets sanitaires de l'état initial pour l'année 2018 et du futur scénario de 2025 en tonnes.

Volet 4.	GES			Polluants à effets sanitaires						
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	PM ₁₀	PM _{2,5}	TSP	NO _x	COVNM	SO ₂	BC
2. Bilan des émissions de l'état initial 2018	13645	1,03	0,37	4,98	3,11	9,46	53,01	9,28	4,32	0,54
3. Scénarios 2025	9484	0,72	0,26	4,44	2,73	8,54	36,86	6,44	3,00	0,45
Evolution.	-30%	-30%	-30%	-10%	-12%	-9,7%	-30%	-30%	-30%	-18%

Au vu de la baisse des mouvements, les émissions sont inférieures pour le scénario comparé au bilan initial de 2018. En parallèle de la baisse de 30% des mouvements, les rejets des émissions des GES baissent également de 30%. L'écart est plus important pour la combustion que pour le dépôt des particules fines dans l'atmosphère. L'écart est de 10% pour les PM₁₀ et 12% pour les PM_{2,5}.



En ce qui concerne les détails des émissions par type de mouvement, ce graphique présente la répartition des émissions par grandes familles de polluants. Pour les polluants à effets sanitaires, les PM₁₀ et les PM_{2,5} concentrent une part importante de l'abrasion liée aux vols commerciaux à destination des passagers avec 90% et 84% respectivement. 96% du BC provient de l'abrasion issues des vols commerciaux pour les frets.

Figure 40 : Répartition des émissions en fonction des mouvements commerciaux destinés aux passagers ou aux frets.

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

Pour l'ensemble des gaz à effets de serre, 98,9% des émissions proviennent des vols commerciaux à destination des passagers. Seulement 1,15% des GES proviennent des vols commerciaux pour le Frets. En parallèle, la consommation globale de l'ensemble des vols diminue de 29% par rapport à l'état initial.

D. Conclusion du scénario 2025

Pour conclure, le scénario imaginé pour 2025 montre une baisse des émissions de l'ordre de 30% par rapport à l'état initial. La réduction du nombre de mouvements semble être un facteur prédominant pour diminuer les émissions, et ce de façon considérable. Parallèlement à la réduction des trafics aériens, on observe une réduction des émissions liées à la combustion. On observe également une réduction des émissions liées à l'abrasion, cependant celle-ci est moindre.

4. Volet 4 / Conclusion

La loi relative à la Transition Energétique pour la Croissance Verte (LTECV) du 17 août 2015 établit que les aéroports doivent établir un programme d'actions dont l'objectif est de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques de 10% d'ici 2020 et de 20% d'ici 2025. A ce titre, cette étude répond à une demande de l'aéroport de Rennes Saint-Jacques pour la réalisation d'un état des lieux des émissions au sein de la plateforme. Cet inventaire a été établi pour l'année 2018. Des incertitudes existent quant à la localisation et à la spatialisation du trafic routier et des aéronefs.

Les **sources principales d'émissions de gaz à effet de serre** sont les sources mobiles, en particulier :

- Les aéronefs avec près de 94% des émissions totales de GES Scope 1,
- Le trafic routier (zone publique et zone réservé) avec 4% des émissions totales de GES Scope 1. Le trafic routier en zone publique représente une part importante avec près de 67% des émissions totales de CO₂, 56% du CH₄ et 80% du CO issus des véhicules de déposes minutes et les taxis.
- Les engins de pistes (GPU, loaders, tracma, etc.) avec 1% des émissions totales des GES Scope 1 des sources au sol avec aéronefs.

Les **sources principales des émissions de polluants atmosphériques** réglementés pour la qualité de l'air sont :

- Les aéronefs avec 92% des émissions de BC, 95% des émissions de NO_x et 94% des émissions de particules fines (PM10),
- Le trafic routier avec 4% des émissions de BC et 4% des émissions de PM2,5 et 7% des émissions de BC,
- Les engins de pistes avec 1% des émissions de PM10, 1% des émissions de NO_x et 1% des émissions de BC,
- Le stockage et la distribution d'hydrocarbure responsable de 11% des émissions de COVNM.

Les aéronefs sont la source principale des émissions de polluants de la plateforme aéroportuaire, c'est donc sur cette source que les principales actions devraient être menées pour réduire les émissions. Le trafic routier est la deuxième source d'émission de la plateforme avec les véhicules de services et les véhicules particuliers représentant une source non négligeable pour bon nombre de polluants. La part des engins de piste reste relativement faible avec seulement 1% des émissions totales.

Les résultats de cette étude sont complémentaires aux calculs de l'inventaire ISEA. En effet, l'inventaire prend en compte uniquement les aéronefs et pas les activités aux sols. Des estimations ont été réalisées lorsqu'il manquait des données précises pour :

- La consommation et le nombre de kilomètres parcourus des véhicules de services,
- Les types de fluides utilisées pour la climatisation.

Un rapport pourrait être rédigé d'ici 3 ou 5 ans afin de déterminer si les émissions ont évolué significativement ou pas.



Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

ANNEXES

Annexe 1 : Présentation d'Air Breizh	80
Annexe 2 : Synthèse résultats de la campagne de mesure 2016.....	83
Annexe 3 : Synthèse résultats de la campagne de mesure 2017.....	85
Annexe 4 : Photos et emplacements des sites de mesure	87
Annexe 5 : Données chiffrées du volet 4 pour l'année 2018.....	93



Annexe 1 : Présentation d'Air Breizh

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

La surveillance de la qualité de l'air est assurée en France par des associations régionales, constituant le dispositif national représenté par la Fédération ATMO France.

Ces organismes, agréés par le Ministère de la Transition écologique et solidaire, ont pour missions de base, la mise en œuvre de la surveillance et de l'information sur la qualité de l'air, la diffusion des résultats et des prévisions, et la transmission immédiate au Préfet et au public, des informations relatives aux dépassements ou prévisions de dépassements des seuils de recommandation et d'information du public et des seuils d'alerte,

En Bretagne, cette surveillance est assurée par Air Breizh depuis 1986,

Le réseau de mesure s'est régulièrement développé et dispose en 2017, de 18 stations de mesure, réparties sur le territoire breton, ainsi que d'un laboratoire mobile, de cabines et de différents préleveurs, pour la réalisation de campagnes de mesure ponctuelles,

L'impartialité de ses actions est assurée par la composition quadripartite de son Assemblée Générale regroupant quatre collèges :

- Collège 1 : services de l'Etat,
- Collège 2 : collectivités territoriales,
- Collège 3 : émetteurs de substances polluantes,
- Collège 4 : associations de protection de l'environnement et personnes qualifiées,

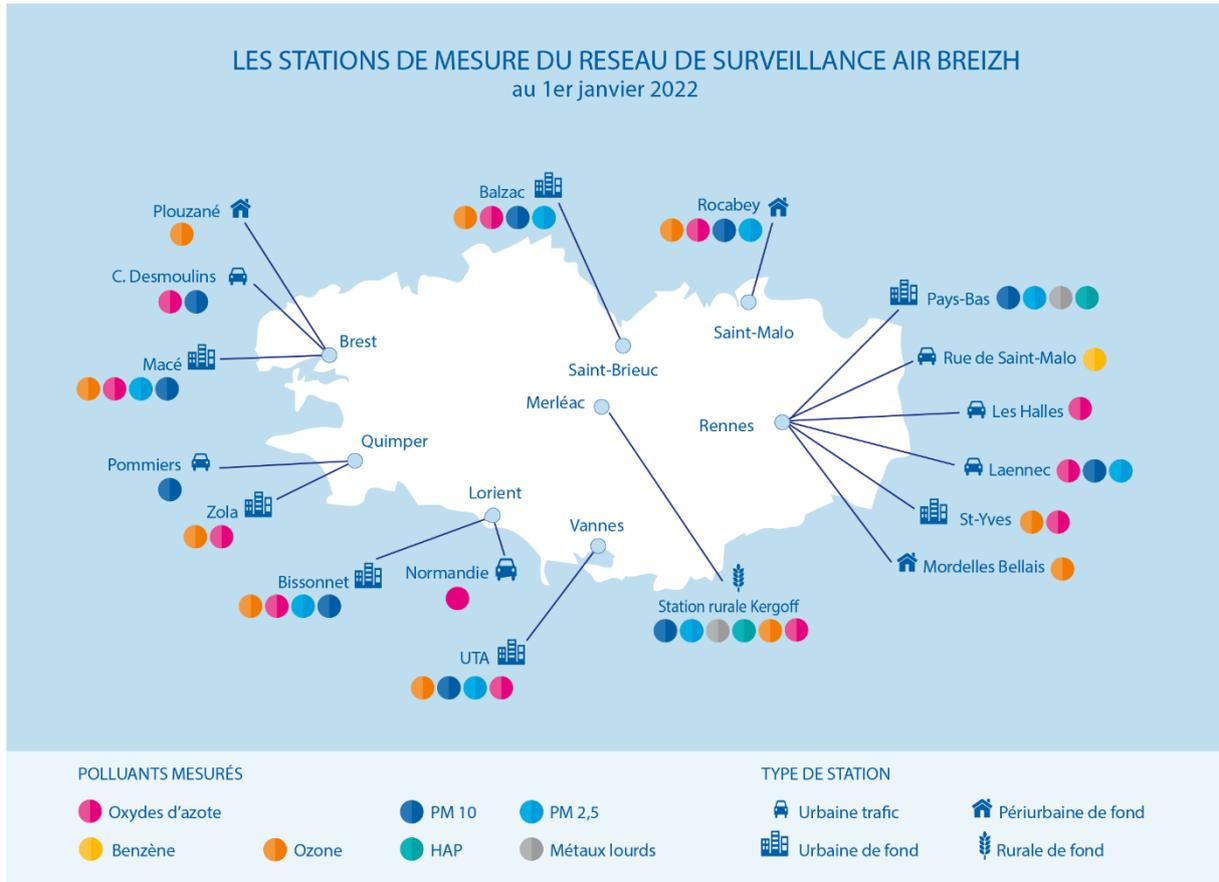
Missions d'Air Breizh

- Surveiller les polluants urbains nocifs (SO₂, NO₂, CO, O₃, Métaux lourds, HAP, Benzène, PM₁₀ et PM_{2,5}) dans l'air ambiant,
- Informer la population, les services de l'Etat, les élus, les industriels..., notamment en cas de pic de pollution, Diffuser quotidiennement l'indice ATMO, sensibiliser et éditer des supports d'information : plaquettes, site web...,
- Etudier l'évolution de la qualité de l'air au fil des ans, et vérifier la conformité des résultats par rapport à la réglementation,
- Apporter son expertise sur des problèmes de pollutions spécifiques et réaliser des campagnes de mesure à l'aide de moyens mobiles (laboratoire mobile, tubes à diffusion, préleveurs, jauges OWEN...) dans l'air ambiant extérieur et intérieur,

Réseau de surveillance en continu

La surveillance de la qualité de l'air pour les polluants réglementés est assurée via des d'analyseurs répartis au niveau des grandes agglomérations bretonnes, Ce dispositif est complété par d'autres outils comme l'inventaire et la modélisation, qui permettent d'assurer une meilleure couverture de notre région,

Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)



Implantation des stations de mesure d'Air Breizh (au 01/01/22)

Moyens

Afin de répondre aux missions qui lui incombent, Air Breizh compte seize salariés, et dispose d'un budget annuel de l'ordre de 2 millions d'euros, financé par l'Etat, les collectivités locales, les émetteurs de substances polluantes, et des prestations d'intérêt général et produits divers,



Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

Annexe 2 : Synthèse résultats de la campagne de mesure 2016

Résultats des mesures en dioxyde d'azote (NO₂)

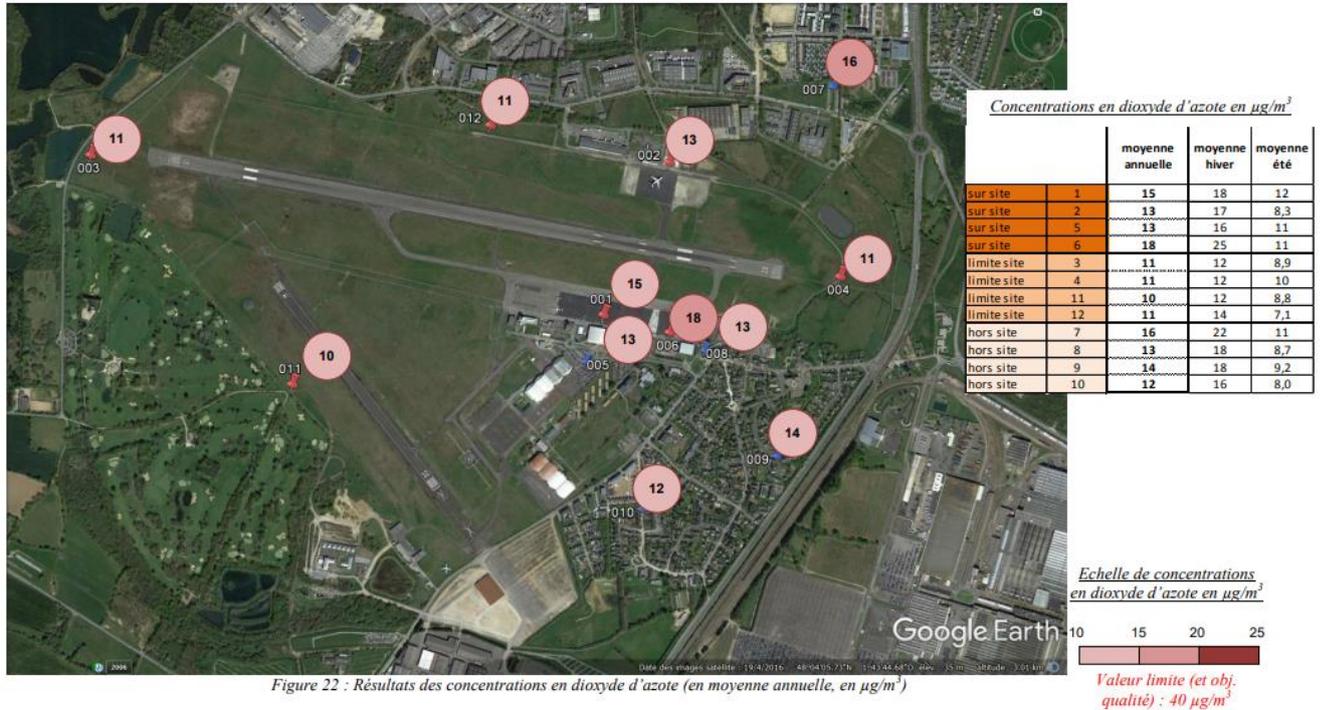


Figure 22 : Résultats des concentrations en dioxyde d'azote (en moyenne annuelle, en µg/m³)

Résultats des mesures en BTEX :

Tableau 13 : Résultats des concentrations en toluène, éthylbenzène et xylènes exprimées en moyennes annuelles (en µg/m³)

		Benzène	Toluène	Ethylbenzène	Xylènes	Σ BTEX
sur site	1	0,7	0,7	0,2	0,9	2,6
sur site	2	0,8	1,9	0,5	2,6	5,8
sur site	5	0,8	0,8	0,2	0,8	2,6
sur site	6	0,7	2,1	0,5	2,7	6,0
limite de site	3	0,8	0,9	0,3	1,5	3,5
limite de site	4	0,9	0,5	0,1	0,6	2,1
limite de site	11	0,8	0,7	0,1	0,6	2,2
limite de site	12	0,8	0,8	0,2	0,8	2,6
hors site	7	0,7	0,7	0,2	0,6	2,3
hors site	8	0,9	1,2	0,3	1,1	3,4
hors site	9	1,0	0,8	0,2	1,0	3,0
hors site	10	1,0	0,4	0,1	0,4	1,8

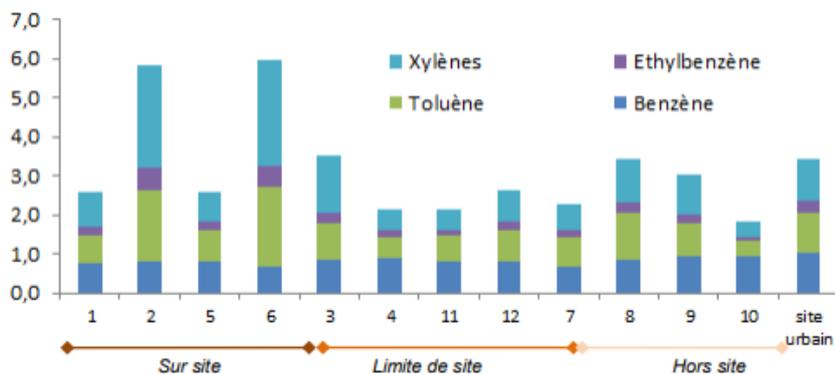


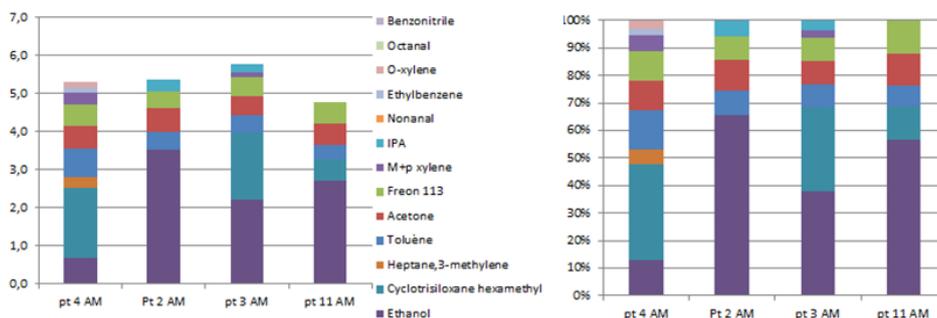
Figure 27 : Résultats de la composition en BTEX par point de mesures(en µg/m³)



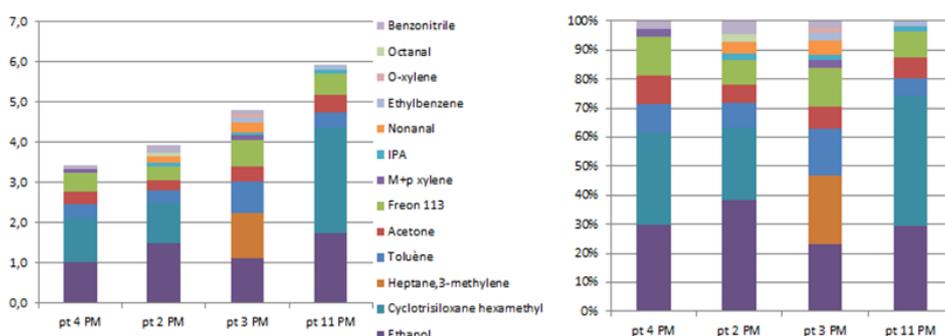
Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

Annexe 3 : Synthèse résultats de la campagne de mesure 2017

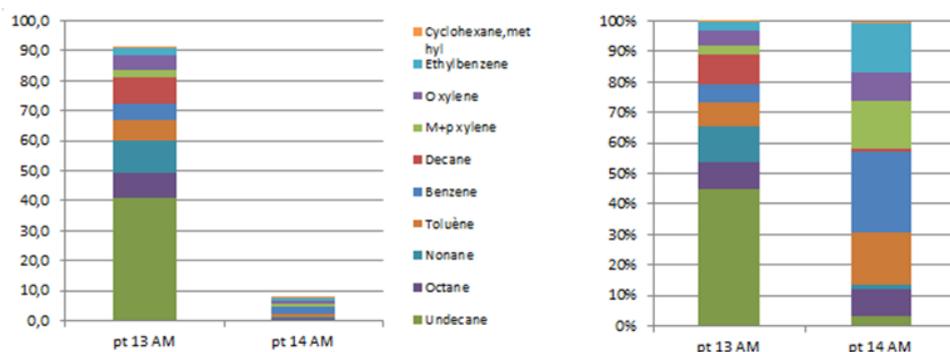
Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)



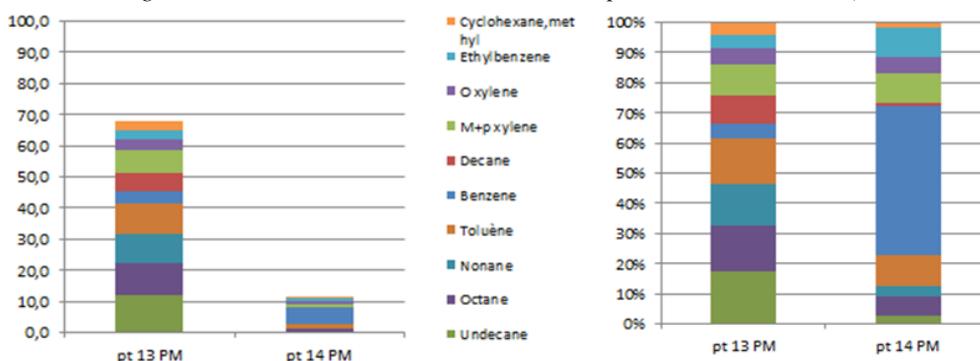
Répartition des concentrations mesurées lors de la SERIE 1 autour de la plateforme (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à gauche et en % de la somme totale des composés mesurés à droite)



Répartition des concentrations mesurées lors de la SERIE 2 autour de la plateforme (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à gauche et en % de la somme totale des composés mesurés à droite)



Répartition des concentrations mesurées lors de la SERIE 1 au niveau de la zone de dépotage (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à gauche et en % de la somme totale des composés mesurés à droite)



Répartition des concentrations mesurées lors de la SERIE 2 au niveau de la zone de dépotage (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à gauche et en % de la somme totale des composés mesurés à droite)



Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

Annexe 4 : Photos et emplacements des sites de mesure



Camion laboratoire situé en bout de piste



Camion laboratoire avec la piste principale en arrière-plan

Description des sites de mesure

Sites	Description des sites	latitude	longitude	Photos
1	Zone de stationnement des avions (plateforme passagers) et des engins motorisés	48,068714	-1,726275	
2	Zone de stationnement des avions (plateforme fret) et des engins motorisés	48,073189	-1,723417	
3	Bout de piste - clôture Ouest	48,073433	-1,748703	
4	Bout de piste - clôture Est	48,069836	-1,715967	

Sites	Description des sites	latitude	longitude	Photos
5	Parking Voiture (P3)	48,067608	-1,726897	
6	Zone de stockage carburant	48,0682	-1,7234	
7	Quartier résidentiel la Morinais	48,075692	-1,716144	
8	St Jacques Bourg – derrière boulangerie – avenue Joseph Le Brix	48,067947	-1,721722	
9	St Jacques Bourg – Rue du manoir	48,064836	-1,718581	

Sites	Description des sites	latitude	longitude	Photos
10	St Jacques Bourg – Allée de la Gautrais	48,063281	-1,72445	
11	Clôture Sud-Ouest (Golf)	48,066672	-1,739833	
012	Clôture Nord	48,074281	-1,731197	
Témoïn	Côté ouest du club de golf	48,065899	-1,749602	
LM	Camion laboratoire	48,068792	-1,721894	



Etude de la qualité de l'air – Aéroport Rennes Saint-Jacques (35)

Annexe 5 : Données chiffrées du volet 4 pour l'année 2018

1. Emissions totales par secteurs d'activités (en teq. CO₂)

Secteurs	GES	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Fluorés totaux
Aéronefs	13772	13645	28,9	98,4	-
Trafic routier (zone réservée)	36	35	0,0	0,3	-
Trafic routier (zone publique)	543	537	1,3	5,6	-
Engins de piste (GSE)	145	137	0,2	8,0	-
Stockage hydrocarbure	0	0	0	0	-
Distribution hydrocarbure	0	0	0	0	-
Engins espaces verts	4	0,1	3,4	0,5	-
Chauffage	156,1	155,6	0,4	0,1	-
Climatisation	54	0	0	0	54
Total	14710	14509	34	113	54

2. Emissions totales par engins de pistes

Pour les deux tableaux suivants, les émissions de GES sont exprimées en tonnes tandis que les polluants à effets sanitaires sont exprimés en kilogrammes.

Unités	en tonnes			en kilogrammes					
	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	NO _x	PM _{2,5}	PM ₁₀	COVNM	BC	SO ₂
ENGINES DE PISTES									
GPU	0,002	78	0,01	401	34,2	37	28	0,5	0
Escalier mobile	0,001	4	0,000	78	0,3	0	13	0	0
Tapis à bagages	0,000	11	0,000	0	0	0	0	0	0
Tracma	0,002	27	0,01	137	7	8	15	0,2	0,2
Loader	0,000	9	0,002	45	4	4	3	0,1	0,1
Cuve à vide toilette	0,000	2	0,000	11	1	1	1	0,0	0,0
ASU	0,0000	0	0,000	2	0	0	0	0,0	0,0
Dégivreuse	0,000	4	0,002	19	1	1	2	0,0	0,0
Camion commissariat	0,000	2	0,000	10	1	1	0	0,0	0,0
Total	0,01	137	0,03	703	48	52	62	2	0

3. Emissions totales pour le trafic routier

Unités	en tonnes			en kilogrammes					
	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	NO _x	PM _{2,5}	PM ₁₀	COVNM	BC	SO ₂
TRAFICS ROUTIERS									
Parkings	0,004	80,50	0,003	232,4	20,4	32,0	34,3	6,5	0,53
Bus	0,02	99,02	0,002	441,6	16,4	26,1	12,1	4,3	0,68
Zone dépose minute et taxis	0,03	357,10	0,015	989,7	86,2	129,9	187,5	32,0	2,34
Camions incendies	0,0004	27,86	0,001	112,4	5,8	9,6	3,5	1,4	0,18
Camions maintenances	0,0001	3,61	0,0001	13,2	0,8	1,3	1,1	0,3	0,02
Camion commissariat	0,0003	18,26	0,0006	73,7	3,8	6,3	2,3	0,6	0,12
Véhicule VIP	0,00004	0,70	0,00003	1,8	0,2	0,3	0,3	0,1	0,005
4x4 Piste Manœuvre	0,00004	1,80	0,0001	6,6	0,4	0,7	0,5	0,1	0,01
Camionnette Fret	0,00003	1,38	0,0001	5,0	0,3	0,5	0,4	0,1	0,01
Total	0,05	590,23	0,02	1876,54	134,34	206,67	241,99	45,42	3,89