



NANTES-ATLANTIQUE

Évaluation des concentrations en particules ultrafines dans les environs de l'aéroport de Nantes-Atlantique

Campagne juillet 2022 – juillet 2023

Rapport final – décembre 2023

air pays de
la Loire
www.airpl.org



Sommaire

Synthèse	2
Introduction	4
Dispositif de mesure	5
Sites de mesure	5
Résultats	7
Expression des résultats	7
Les vents à Nantes-Atlantique	7
Le trafic aérien	8
Mesures en zone urbaine.....	9
Mesures dans l'environnement de l'aéroport de Nantes-Atlantique	13
Conclusion	37
Perspectives	38
Annexes	39

Contributions

Coordination de l'étude : François Ducroz ; Rédaction : Eneour Le Guiban, Mise en page : Bérangère Poussin ;
Exploitation statistique : Eneour Le Guiban ; Exploitation du matériel de mesure : Arnaud Calvar ; Photographies :
V. Joncheray et J. Gazeau ; Validation : François Ducroz, Céline Puente-Lelièvre, David Bréhon

Conditions de diffusion

Air Pays de la Loire ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses ou de toute œuvre utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Pays de la Loire n'aura pas donné d'accord préalable.

Synthèse

Contexte : un enjeu de protection des populations

À la suite de la concertation préalable au réaménagement de l'aéroport de Nantes-Atlantique (2019), l'État s'est engagé à réaliser une étude approfondie de l'impact du projet de réaménagement sur l'environnement et notamment sur la présence de particules ultrafines (PUF) en zones habitées proches de l'aéroport. Dans ce cadre, la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) a demandé à Air Pays de la Loire un suivi sur deux ans de ces polluants. Ce quatrième rapport présente les résultats de la campagne de mesure de 12 mois comprenant des mesures au nord-est de la piste, à La Ranjonnière ainsi qu'en proximité trafic au boulevard des Frères de Goncourt, site non influencé par l'aéroport, du 07/07/2022 au 15/02/2023.

Parallèlement, des mesures supplémentaires ont été mises en œuvre sur trois autres sites dans l'environnement de l'aéroport, sur l'axe de la piste et désaxé afin de compléter les connaissances sur la répartition spatiale et temporelle des particules ultrafines aux alentours de l'aéroport. Ces mesures supplémentaires, d'une durée de 3 mois chacune, ont été réalisées au cimetière des Couëts, sur la commune de Bouguenais du 05/07/2022 au 18/01/2023 ; sur la commune de Pont-Saint-Martin, du 18/01/2023 au 18/04/2023 ; à Rezé, du 18/04/2023 au 19/07/2023.

Objectifs

L'objectif des mesures en proximité de la plateforme aéroportuaire est double :

- Évaluer les concentrations de particules ultrafines :
 - en zone urbaine de proximité de trafic routier, non-influencée par l'aéroport,
 - en zone habitée, dans l'environnement de l'aéroport, au nord-est de la piste, dans son axe et au sud-est, désaxé par rapport à celle-ci.
- Étudier l'influence du trafic aérien sur les niveaux de concentrations en particules ultrafines.

Dispositifs : trois analyseurs de type SMPS

Trois analyseurs ont été utilisés durant la campagne : le premier a été placé dans une station de proximité trafic au boulevard des Frères de Goncourt à Nantes, afin d'évaluer les niveaux de concentrations dans cette typologie de site.

Le second analyseur a été disposé en zone habitée proche de l'aéroport, à la ferme de la Ranjonnière, à environ 500 m au nord-est de la piste.

Enfin, le troisième analyseur a été placé alternativement, au cimetière des Couëts à Bouguenais, à Pont-Saint-Martin et à Rezé, respectivement à 1,8 km, 3,6 km et 3,5 km, pour des périodes de 3 mois de mesure.

Résultats : en zone urbaine

Les typologies de sites de proximité trafic routier, au niveau du boulevard des Frères de Goncourt et de fond urbain, à La Chauvinière, ont été comparées en périodes hivernale et estivale. La comparaison hivernale a été réalisée entre les mesures de proximité trafic de l'hiver 2022/2023 et les mesures de fond urbain des hivers 2020/2021 et 2021/2022. La comparaison estivale a quant à elle été réalisée entre les mesures estivales de 2022 en proximité trafic et les mesures estivales de 2021 en fond urbain. Les résultats de ces comparaisons montrent :

- En hiver, des niveaux moyens en proximité trafic ($13\ 100\ \text{P}/\text{cm}^3$) sont supérieurs de 2 à 2,7 fois par rapport au fond urbain ($6\ 450\ \text{P}/\text{cm}^3$ en hiver 2020/2021 et $4\ 920\ \text{P}/\text{cm}^3$ durant l'hiver 2021/2022) ;
- En été, les niveaux moyens en proximité trafic ($10\ 100\ \text{P}/\text{cm}^3$) sont supérieurs de 2,6 fois par rapport au niveau en fond urbain ($3\ 920\ \text{P}/\text{cm}^3$) ;
- Des élévations de plus de $20\ 000\ \text{P}/\text{cm}^3$, durant 17 % du temps au niveau des Frères de Goncourt ;
- Sur le site de La Chauvinière, des niveaux moyens ($6\ 450\ \text{P}/\text{cm}^3$) durant l'hiver 2020/2021 supérieurs de l'ordre de 30 % par rapport à l'hiver 2021/2022 ($4\ 920\ \text{P}/\text{cm}^3$), en lien avec des conditions météorologiques plus propices aux émissions de particules ultrafines par le chauffage résidentiel ;
- Sur le site de La Chauvinière, des niveaux moyens durant l'été 2022 ($6\ 000\ \text{P}/\text{cm}^3$) supérieurs de l'ordre de 50 % par rapport à l'été 2021 ($3\ 970\ \text{P}/\text{cm}^3$), en lien avec des conditions météorologiques plus propices à la formation de particules ultrafines par photochimie.

Résultats : à proximité de l'aéroport

Les mesures enregistrées sur le site de La Ranjonnière et des Couëts ont montré :

- Une confirmation de l'influence du trafic aérien sur les niveaux de concentrations en particules ultrafines de La Ranjonnière ;
- Une mise en évidence de l'influence du trafic aérien sur les niveaux de concentrations en particules ultrafines aux Couëts ;
- L'influence du trafic aérien se traduit par une augmentation des concentrations en particules ultrafines d'un facteur 3 à La Ranjonnière et d'un facteur 2,2 au cimetière des Couëts, lorsque les sites sont sous les vents de la piste [210, 220 et 230°N]. Cette influence représente 3,6 % du temps sur les deux sites.¹

La mise en perspective de ces mesures avec celles du boulevard des Frères de Goncourt, en proximité trafic routier, a montré :

- Un niveau moyen plus élevé au boulevard des Frères de Goncourt (10 550 P/cm³) qu'à La Ranjonnière (4 060 P/cm³) ou qu'au cimetière des Couëts (4 790 P/cm³), d'un facteur 2,6 et 2,2 respectivement ;
- Une moyenne des élévations de plus de 20 000 P/cm³ plus élevée à La Ranjonnière qu'aux Couëts (+ 24 %) ainsi qu'au boulevard des Frères de Goncourt (+19 %).

Les mesures enregistrées sur le site de Pont-Saint-Martin ont montré :

- Une concentration moyenne plus élevée aux Frères Goncourt (14 640 P/cm³) qu'à Pont-Saint-Martin (5 960 P/cm³) d'un facteur 2,5 ;
- Une absence de corrélation nette entre trafic aérien et concentrations mesurées, lorsque les vents proviennent de la piste de l'aéroport. Pour autant, l'influence du trafic aérien n'est pas à exclure compte tenu des concentrations plus élevées par vents provenant de la piste ;
- Une exposition à des élévations de plus de 20 000 P/cm³, de l'ordre de 0,5 % du temps à Pont-Saint-Martin.

Les mesures enregistrées sur le site de Rezé ont montré :

- Une mise en évidence de l'influence du trafic aérien sur les concentrations en particules ultrafines qui entraîne une surconcentration² de l'ordre de 40 % dans la direction de la piste de l'aéroport (220°N) ;
- La présence de niveaux de concentrations de plus de 20 000 P/cm³, de l'ordre de 0,3 % du temps.

Conclusions et perspectives

Les niveaux enregistrés depuis le début de l'étude ont permis d'établir une première hiérarchisation des différents sites, avec les niveaux moyens les plus élevés en proximité routière au niveau du boulevard des Frères de Goncourt à Nantes, puis en milieu urbain (La Chauvinière à Nantes, Rezé, le cimetière des Couëts à Bouguenais), puis en zone périurbaine en centre-bourg (le site de l'école Jules d'Herbauges à Saint-Aignan de Grandlieu et Pont-Saint-Martin) puis enfin en zone périurbaine excentrée du bourg (Chais des Treilles à Saint-Aignan de Grandlieu et ferme de La Ranjonnière à Bouguenais).

L'ensemble des résultats permet de confirmer un impact du trafic aérien sur les concentrations en particules ultrafines mesurées à 500 m, 1,8 km et 3,5 km de la piste de l'aéroport, dans son axe. L'influence du trafic aérien n'est en revanche pas nette mais n'est toutefois pas à exclure sur le site de Pont-Saint-Martin, situé à 3,6 km et hors de l'axe de la piste.

La poursuite des mesures sur le site de la Ranjonnière jusqu'à fin 2023 va permettre d'évaluer l'impact de l'augmentation du trafic aérien post COVID sur les niveaux de concentrations en particules ultrafines.

¹ Cette influence se traduit également par des élévations brusques des concentrations des particules ultrafines inférieures à 20 nm lorsque le site est sous les vents de la piste. Chaque élévation dure entre 5 et 10 minutes en lien avec les décollages et atterrissages (cf. <https://www.airpl.org/rapport/evaluation-des-concentrations-en-particules-ultrafines-dans-les-environs-de-l-aeroport-de-nantes-atlantique-novembre-2020-juin-2021>)

² La surconcentration correspond à la différence entre la concentration moyenne mesurée sous l'influence de la piste et celle hors influence.

Introduction

Les particules ultrafines sont des particules de diamètre inférieur à 100 nm. Elles constituent une pollution dite émergente puisque la surveillance de ces particules est nouvelle et qu'il n'existe pas encore de réglementation dans l'air ambiant à leur sujet. On sait pourtant que le trafic aérien en est une source significative [ACNUSA, 2017] et que, compte tenu de leurs potentiels enjeux en termes d'impacts sanitaires, l'ANSES a indiqué la nécessité de compléter et de pérenniser l'acquisition des données de mesure des particules ultrafines et d'assurer un suivi de ce polluant sur le long terme.

Suite à l'annulation du projet d'aéroport à Notre-Dame-des-Landes en 2017 par le gouvernement, il a été décidé de réaménager l'aéroport de Nantes pour faire face aux projections de croissance du trafic aérien des années à venir. Ainsi, la concertation préalable au réaménagement de l'aéroport de Nantes-Atlantique du 27 mai au 31 juillet 2019 a fait émerger l'enjeu de la protection des populations et de l'environnement. Suite à cette concertation, l'État s'est engagé à réaliser une étude approfondie de l'impact du projet de réaménagement sur l'environnement et a demandé à Air Pays de la Loire un suivi des particules ultrafines sur deux ans. La campagne a été financée par la DGAC, et a pour but d'une part d'étudier l'influence du trafic aérien sur les niveaux de concentrations en particules ultrafines et d'autre part, d'évaluer les niveaux de concentrations de ces particules en zone urbaine non-influencée par l'aéroport et en zone habitée, proche de celui-ci.

Ce rapport présente les résultats de la quatrième campagne de suivi des particules ultrafines, entre le 05/07/2022 et le 19/07/2023, avec en premier lieu les résultats des mesures en zone urbaine de proximité trafic, mises en perspective avec les mesures ayant eu lieu en fond urbain, à la même période l'année précédente. La seconde partie du rapport est consacrée aux résultats de mesure dans l'environnement de l'aéroport de Nantes-Atlantique, sur les sites de La Ranjonnaire, des Couëts, de Pont-Saint-Martin et de Rezé. Les concentrations mesurées sur ces sites sont mises en perspective, lorsque c'est possible, avec celles du site de proximité trafic du Boulevard des Frères de Goncourt, non-influencé par le trafic aérien.

Dispositif de mesure

Sites de mesure

Cette campagne a consisté en des mesures à cinq emplacements, entre le 5 juillet 2022 et le 19 juillet 2023. Le premier site se trouve en zone urbaine de proximité trafic, non-influencé par l'aéroport, Boulevard des Frères de Goncourt à Nantes et est considéré comme site de référence. Le second site se trouve à La Ranjonnière, à 500 m au nord-est de la piste de l'aéroport, sur l'axe de celle-ci. Les mesures sur ces deux premiers sites se sont déroulées du 06/07/2022 au 15/02/2023.

De façon à approfondir, l'étude, une multiplication des mesures de PUF a été décidée par la DGAC, avec la mise en place d'un analyseur additionnel, pour des campagnes de trois mois chacune. Ainsi, un troisième analyseur a été installé à partir de début juillet 2022, sur le site du cimetière des Couëts, à environ 1,8 km au nord-est de la piste, sur son axe. Du fait de problèmes météorologiques, les mesures sur ce site ont été prolongées jusqu'à mi-janvier 2023 afin d'acquérir les trois mois de mesure effective. Le quatrième site, dont la période de mesure s'étend de mi-janvier à mi-avril est situé à Pont-Saint-Martin, à 3,5 km de l'aéroport et désaxé par rapport à l'axe de la piste. Ce site se trouve sous l'influence de la piste de l'aéroport par vents compris entre 310°N et 340°N. Enfin, le cinquième site, correspondant à la dernière période de 3 mois de mesure entre mi-avril et mi-juillet 2023, se trouve à Rezé, au jardin Hubertine-Auclerc, à approximativement 3,6 km de l'extrémité nord de la piste. Ce site est proche de l'axe de la piste, et est influencé par celle-ci par vents de 210°N.

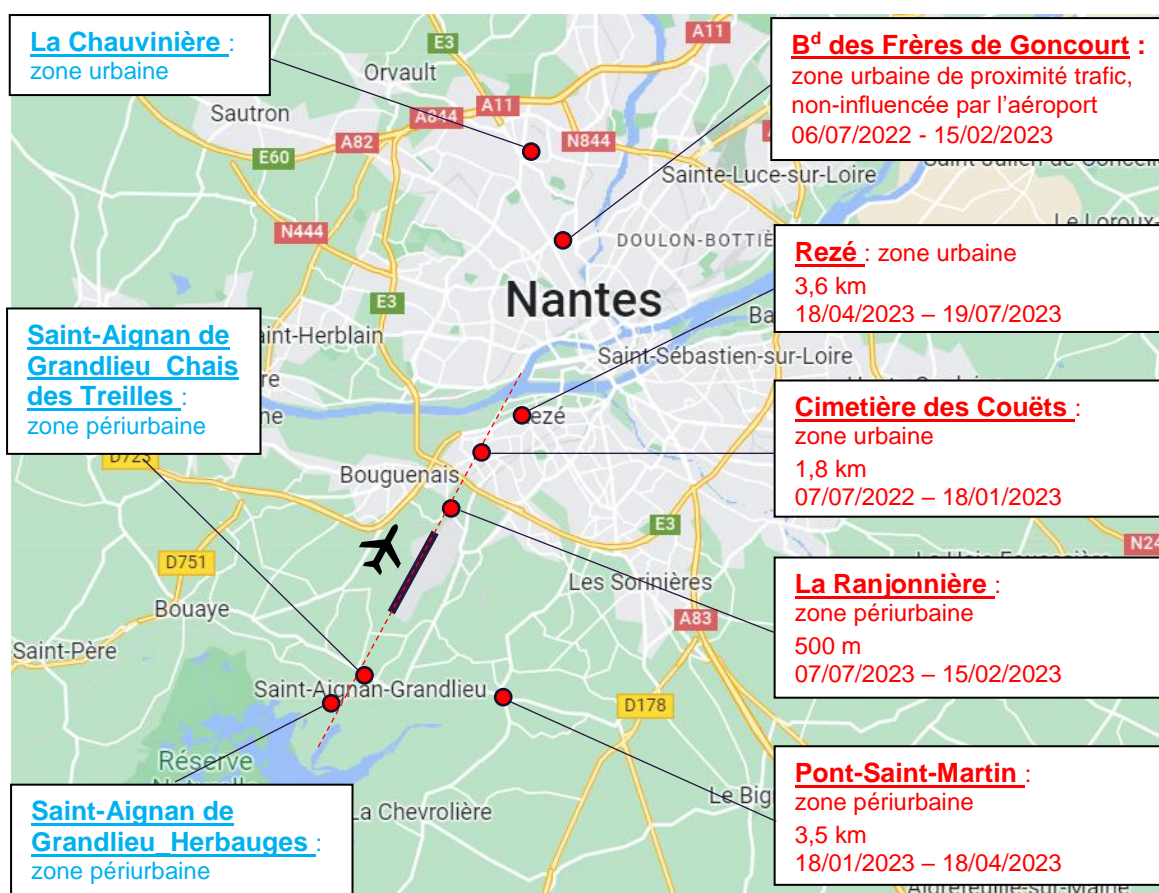


Figure 1 : emplacements des différents sites de mesure des particules ultrafines (source : Google maps)

En bleu : sites mises en œuvre lors des campagnes 1 et 2

La piste de l'aéroport de Nantes-Atlantique est orientée à 027/207°N géographique³.

³ Orientation 028/208°N magnétique avec déclinaison 008°W

Résultats

Lorsque cela sera possible, les résultats de mesure des différents sites influencés par la plateforme aéroportuaire seront mis en perspective avec les mesures simultanées ayant eu lieu en zone urbaine de proximité trafic. Cela a pour but d'éliminer le facteur météorologie pouvant influencer sur les concentrations mesurées. Ainsi, les différences constatées entre les différents sites seront issues de la typologie de site et des sources de particules ultrafines à proximité, et non des conditions météorologiques.

Expression des résultats

Les analyseurs sont configurés pour faire une mesure toutes les 5 minutes sur 124 canaux, de 5 à 430 nm. Les mesures de concentrations seront exprimées en particules par cm^3 (P/cm^3) avec une résolution temporelle de 5 minutes.

Les heures sont exprimées en heures légales afin de pouvoir étudier des activités (reprise du trafic aérien en matinée par exemple) qui se produisent sur le même créneau horaire tout au long de l'année, indépendamment de l'heure d'hiver et de l'heure d'été.

Les vents à Nantes-Atlantique

Les vents sont mesurés à la station Météo-France installée sur la plateforme aéroportuaire Nantes-Atlantique. Ils sont moyennés en quart-horaire. La rose des vents suivante présente la fréquence relative des vents (en %) en fonction de la direction et de la vitesse, sur l'ensemble de la période d'étude.

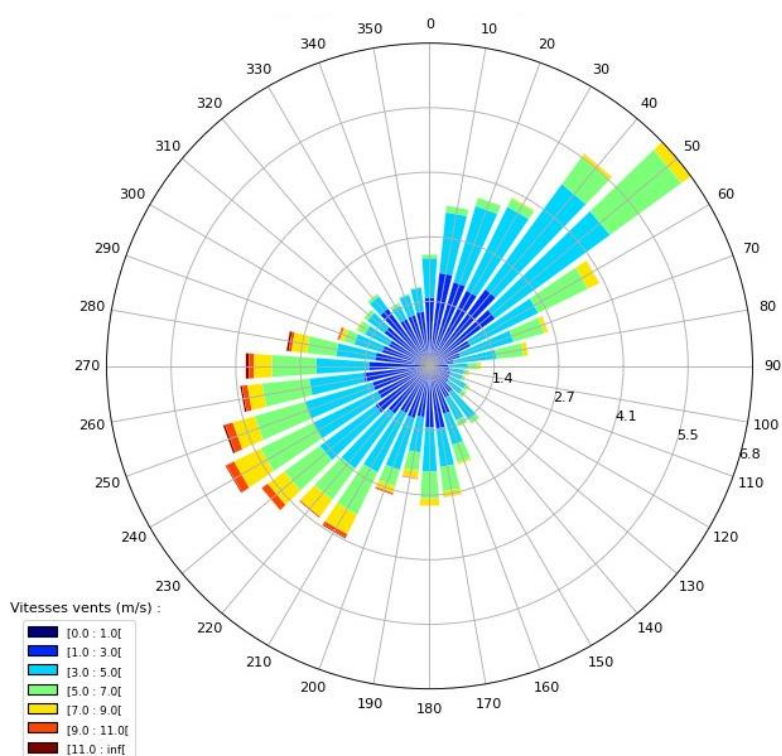


Figure 4 : rose des vents à Nantes-Atlantique du 01/07/2022 au 19/07/2023

Les vents mesurés lors de l'étude sont essentiellement des vents de nord-est et d'ouest sud-ouest. Cette rose est conforme à la rose moyenne calculée sur les 20 dernières années.

Le trafic aérien

La figure suivante présente l'évolution des moyennes journalières du nombre de mouvements (décollages + atterrissages) calculées mois par mois depuis le début de la campagne de mesure des particules ultrafines autour de Nantes-Atlantique.

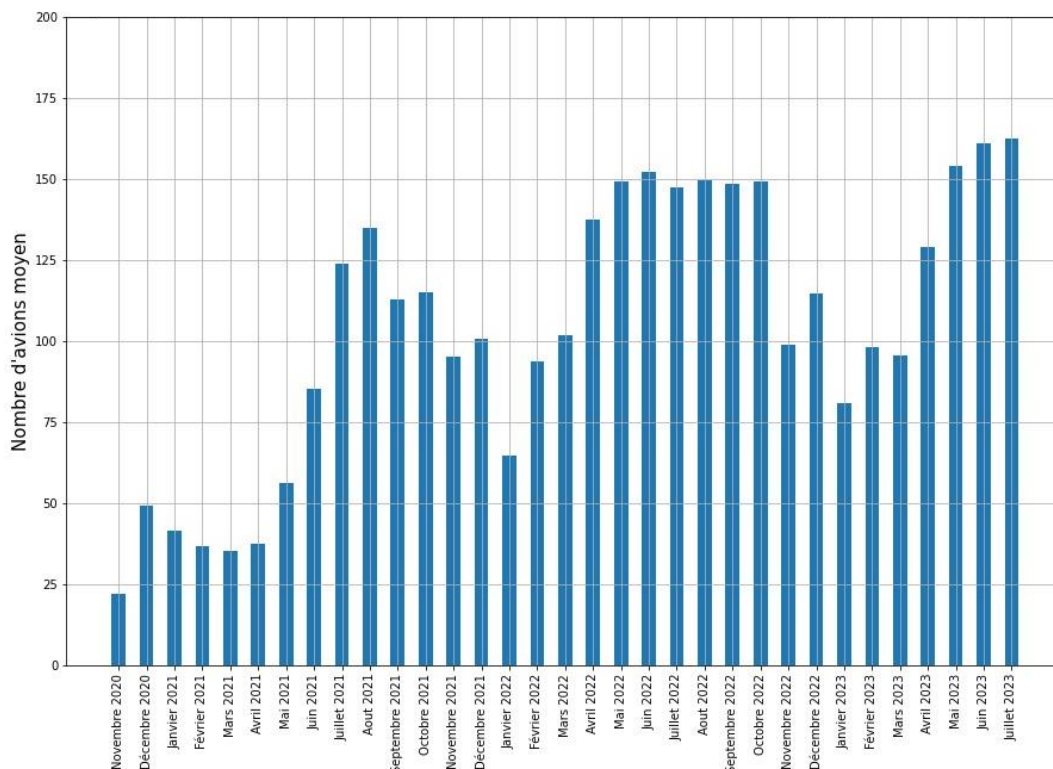


Figure 5 : évolution du nombre journalier moyen de mouvements d'avions du 23/11/2020 au 31/07/2023

La figure 5 fait apparaître une reprise du trafic aérien entre l'hiver 2020/2021 et l'hiver 2021/2022 et, dans une moindre mesure, à l'hiver 2022/2023, avec 42 vols par jour en moyenne entre décembre 2020 et février 2021, 86 vols par jour entre décembre 2021 et février 2022 et 98 vols par jour entre décembre 2022 et février 2023. La même constatation peut être faite entre l'été 2021, 2022 et 2023, avec environ 88 vols par jour en moyenne entre mai et juillet 2021 contre 150 vols par jour en 2021 sur la même période et 159 vols par jour en 2023. Il est à noter que le trafic aérien est particulièrement présent durant la période estivale.

Mesures en zone urbaine

Les mesures en zone urbaine, durant cette phase de la campagne, ont été réalisées en proximité trafic, dans le but d'acquérir des connaissances en termes de niveaux de concentrations en particules ultrafines dans ce type d'environnement. Ces mesures sont mises en perspective avec celles relevées en fond urbain, à la Chauvinière, à la même période l'année précédente.

Deux comparaisons sont réalisées :

- Une première en période hivernale, de début décembre à mi-février, afin de comparer les deux typologies de sites (de proximité trafic et de fond urbain) sur les deux années précédentes, en période hivernale.
- Une seconde comparaison est faite en période estivale, de début juillet à fin septembre, afin de réaliser une comparaison hors période de chauffage.

Comparaison en période hivernale (de décembre à mi-février)

Le boxplot des concentrations mesurées au boulevard des Frères de Goncourt, du 1^{er} décembre 2022 au 15 février 2023 est comparé aux boxplots des concentrations mesurées à la Chauvinière, à la même période, les deux années précédentes.

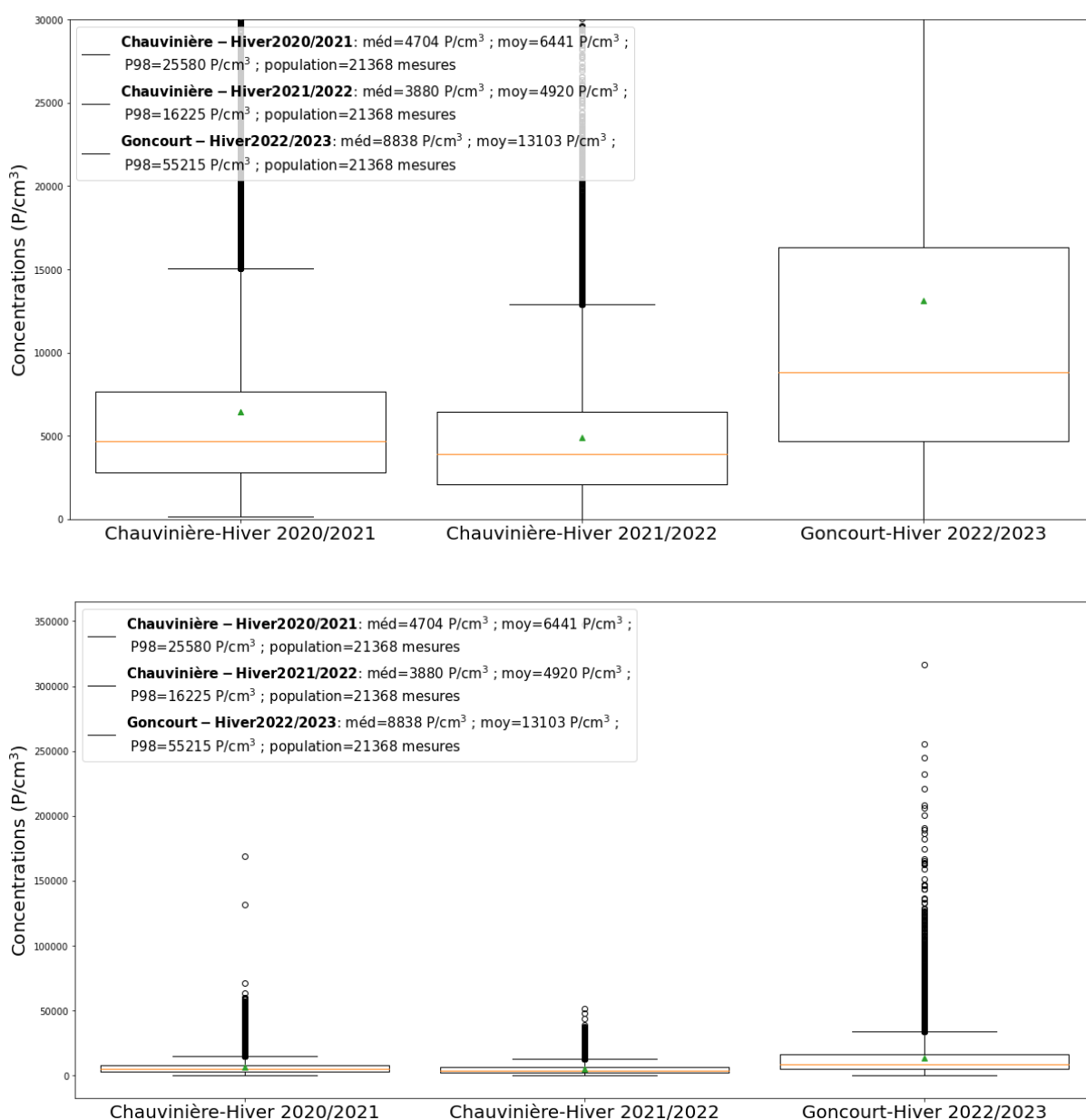


Figure 6 : boxplots des concentrations, en période hivernale de décembre à mi-février, à La Chauvinière en 2020/2021 et 2021/2022 et à Goncourt en 2022/2023. Pour une meilleure lecture, le premier graphique présente une échelle des concentrations limitée à 30 000 P/cm³. Le second est en pleine échelle.

Les niveaux de concentrations au niveau du boulevard des Frères de Goncourt, par comparaison au site de La Chauvinière en hiver 2020/2021 et 2021/2022, sont plus élevés en moyenne, en médiane ainsi qu'en niveaux de pointe, représenté par le percentile 98 (de 2 à 2,7 fois plus élevés en moyenne, 1,9 à 2,3 fois en médiane et 2,2 à 3,4 fois plus élevés en niveaux de pointe).

Notons une variabilité interannuelle sur les concentrations relevées à La Chauvinière, entre l'hiver 2020/2021 et l'hiver 2021/2022, avec des concentrations plus élevées durant l'hiver 2020/2021, de l'ordre de 30 % en moyenne, 21 % en médiane et 57 % en niveaux de pointe (percentile 98). Cela s'expliquerait par des conditions météorologiques plus rigoureuses durant l'hiver 2020/2021, induisant des émissions liées au chauffage plus élevées ainsi que des conditions plus propices à l'accumulation des polluants.

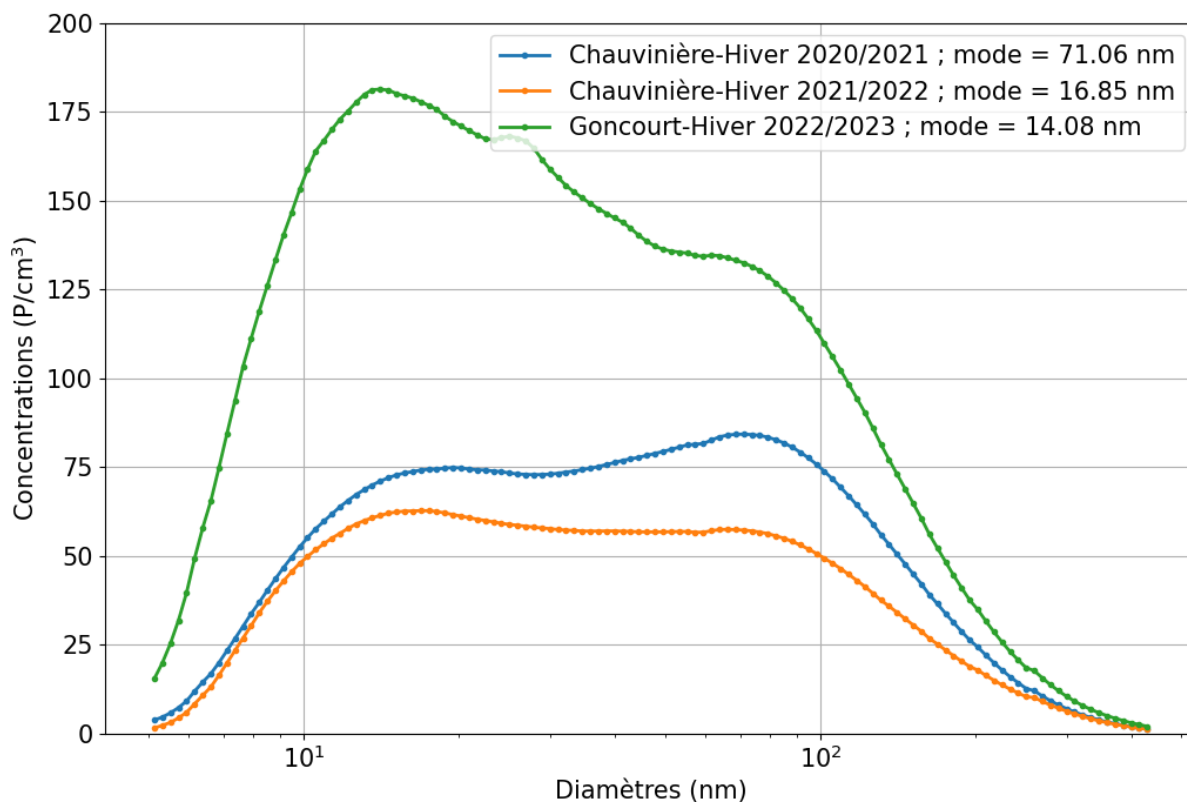


Figure 7 : distributions granulométriques des concentrations, en période hivernale de décembre à mi-février, à La Chauvinière en 2020/2021 et 2021/2022 et à Goncourt en 2022/2023

La figure 7 fait apparaître des distributions granulométriques différentes entre le site des Frères de Goncourt et de La Chauvinière, avec un mode principal à 14 nm qui se démarque aux Frères de Goncourt et deux autres modes secondaires, autour de 25 nm et 70 nm. Les distributions granulométriques à La Chauvinière se ressemblent d'une année à l'autre, avec des distributions plus équilibrées entre les deux modes, l'un autour de 15 nm et l'autre à environ 70 nm. Notons tout de même des concentrations plus élevées durant l'hiver 2020/2021 par comparaison à l'hiver 2021/2022, notamment pour des diamètres supérieurs à 50 nm.

Comparaison en période estivale (de juillet à septembre)

Le boxplot des concentrations mesurées au boulevard des Frères de Goncourt, du 7 juillet 2022 au 30 septembre 2022 est comparé aux boxplots des concentrations mesurées à la Chauvinière, à la même période, l'année précédente.

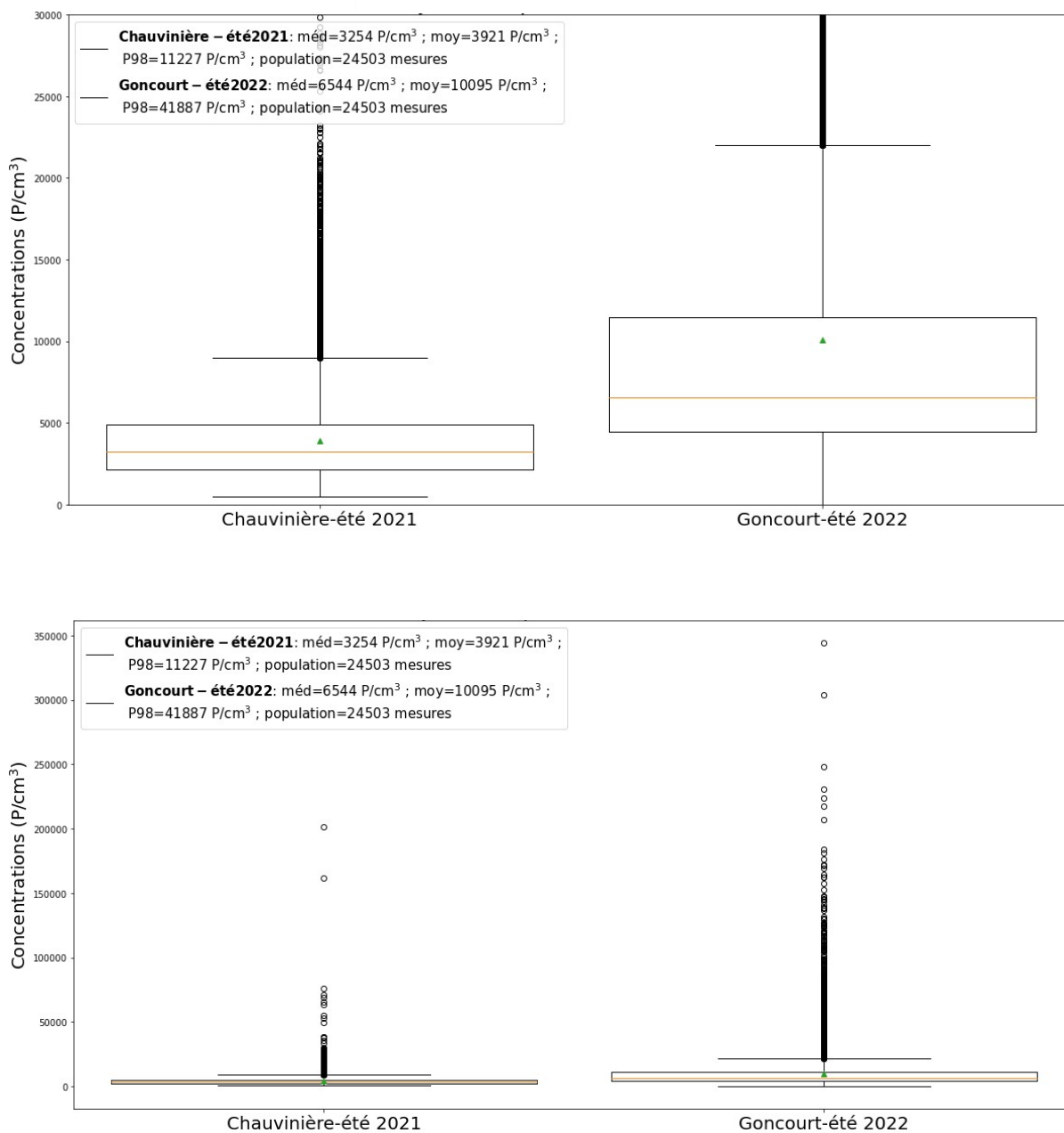


Figure 8 : boxplots des concentrations, en période estivale de juillet à septembre, à La Chauvinière en 2021 et à Goncourt en 2022. Pour une meilleure lecture, le premier graphique présente une échelle des concentrations limitée à 30 000 P/cm³. Le second est en pleine échelle.

Le boxplot des concentrations relevées sur le site des Frères de Goncourt durant la période estivale de 2022 montre des concentrations plus élevées, de l'ordre de 2,6 fois en moyenne, 2 fois en médiane et 3,7 fois en niveaux de pointe représenté par les percentiles 98 par comparaison au site urbain de la Chauvinière.

Les différences constatées entre le site du boulevard des Frères de Goncourt durant l'été 2022 et le site de La Chauvinière durant l'été 2021 sont de même ordre que celles constatées durant les périodes hivernales. Elles sont attribuées à la différence de typologie de site (trafic routier vs. fond urbain).

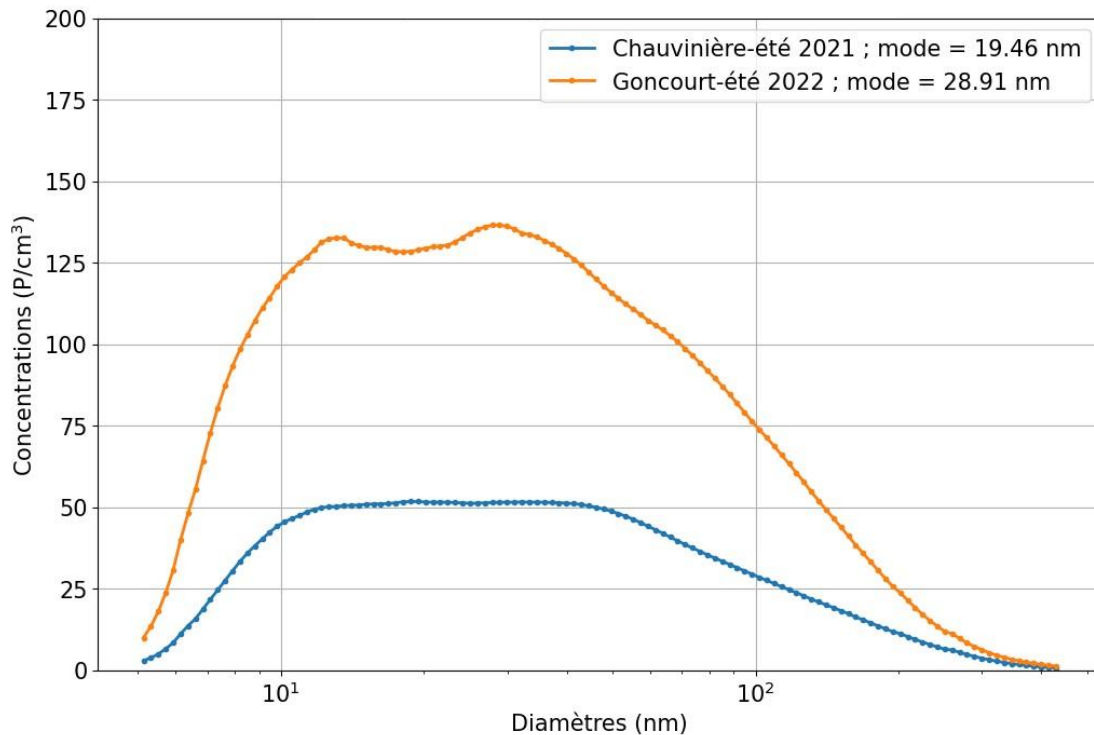


Figure 9 : distributions granulométriques des concentrations, en période estivale de juillet à septembre, à La Chauvinière en 2021 et à Goncourt en 2022

La figure 9 présente les distributions granulométriques au boulevard des Frères de Goncourt en période estivale en 2022 (de juillet à septembre) et à La Chauvinière durant la même période en 2021. On remarque une distribution très plate à la Chauvinière tandis que celle des Frères de Goncourt fait apparaître deux modes, l'un autour des 14 nm et le second aux alentours des 30 nm, de la même manière qu'en période hivernale. Notons une absence de mode centré à 70 nm, que ce soit au niveau du boulevard des Frères de Goncourt ou à La Chauvinière, du fait de l'absence d'émissions liées au chauffage.

Sur le site de proximité trafic des Frères de Goncourt, par comparaison à la période estivale de 2022, la période hivernale 2022/2023 est caractérisée par des concentrations plus élevées, de l'ordre de 30 % en moyenne, 35 % en médiane et 32 % en niveaux de pointe (percentile 98), en lien avec des émissions plus importantes et des conditions météorologiques moins dispersives en période hivernale.

À La Chauvinière, les concentrations relevées entre la période estivale de 2021 et la période hivernale de 2021/2022 sont plus élevées de 25 % en moyenne, 19 % en médiane et 45 % en niveaux de pointe (percentile 98) en période hivernale. Entre la période estivale de 2021 et la période hivernale de 2020/2021, les concentrations sont plus élevées de 64 % en moyenne, 45 % en médiane et 2,3 fois plus élevées en niveaux de pointe (percentile 98) en période hivernale.

Mesures dans l'environnement de l'aéroport de Nantes-Atlantique

Ce chapitre est dédié à la caractérisation des sites situés dans l'environnement de l'aéroport de Nantes-Atlantique. Le premier site est celui du cimetière des Couëts, situé à 1,8 km au nord-est de la piste de l'aéroport. Ces mesures seront mises en perspective avec les mesures ayant eu lieu simultanément à La Ranjonnière, à 500 m au nord-est de la piste ainsi qu'au boulevard des Frères de Goncourt, en proximité trafic, site non-influencé par les activités de la plateforme aéroportuaire et considéré comme site de référence.

La seconde comparaison sera réalisée sur la base des données de mesure du site de Pont-Saint-Martin, situé à 3,5 km de la piste et désaxée par rapport à celle-ci, et seront également mises en perspective avec les mesures simultanées du site de trafic des Frères de Goncourt.

Enfin, la dernière comparaison sera faite à partir des mesures du site de Rezé, situé à 3,6 km de la piste, proche de son axe, avec les mesures simultanées de La Chauvinière, à la même période l'année précédente.

Comparaison du site des Couëts, de La Ranjonnière et de Goncourt (de juillet 2022 à mi-janvier 2023)

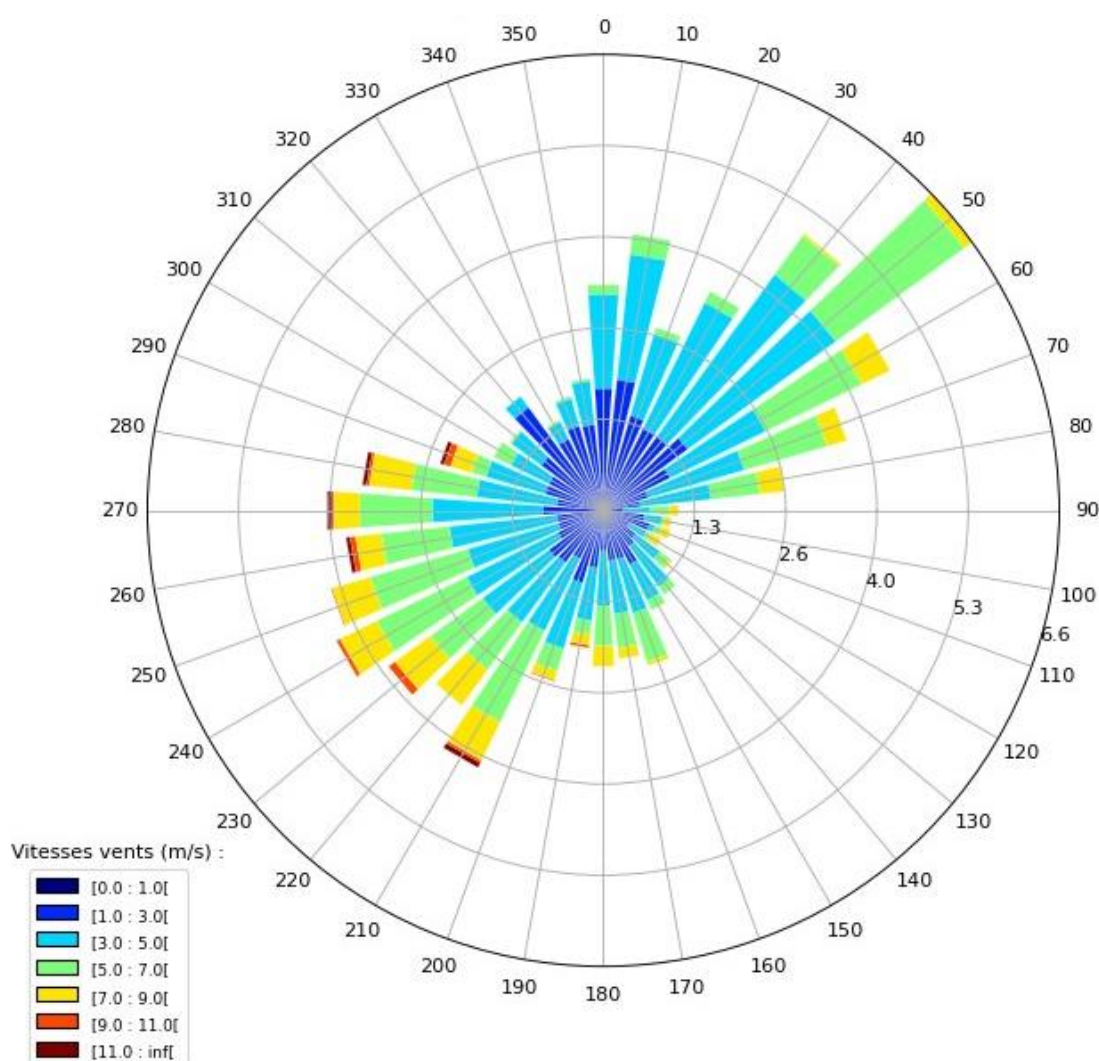


Figure 10 : rose des vents à Nantes-Atlantique, sur les périodes de mesures simultanées des trois sites, du 01/07/2022 au 15/02/2023

La rose des vents tracée sur la période de comparaison fait apparaître des vents majoritairement de sud-ouest et de nord-est. Cette rose est conforme à la rose moyenne des 20 dernières années.

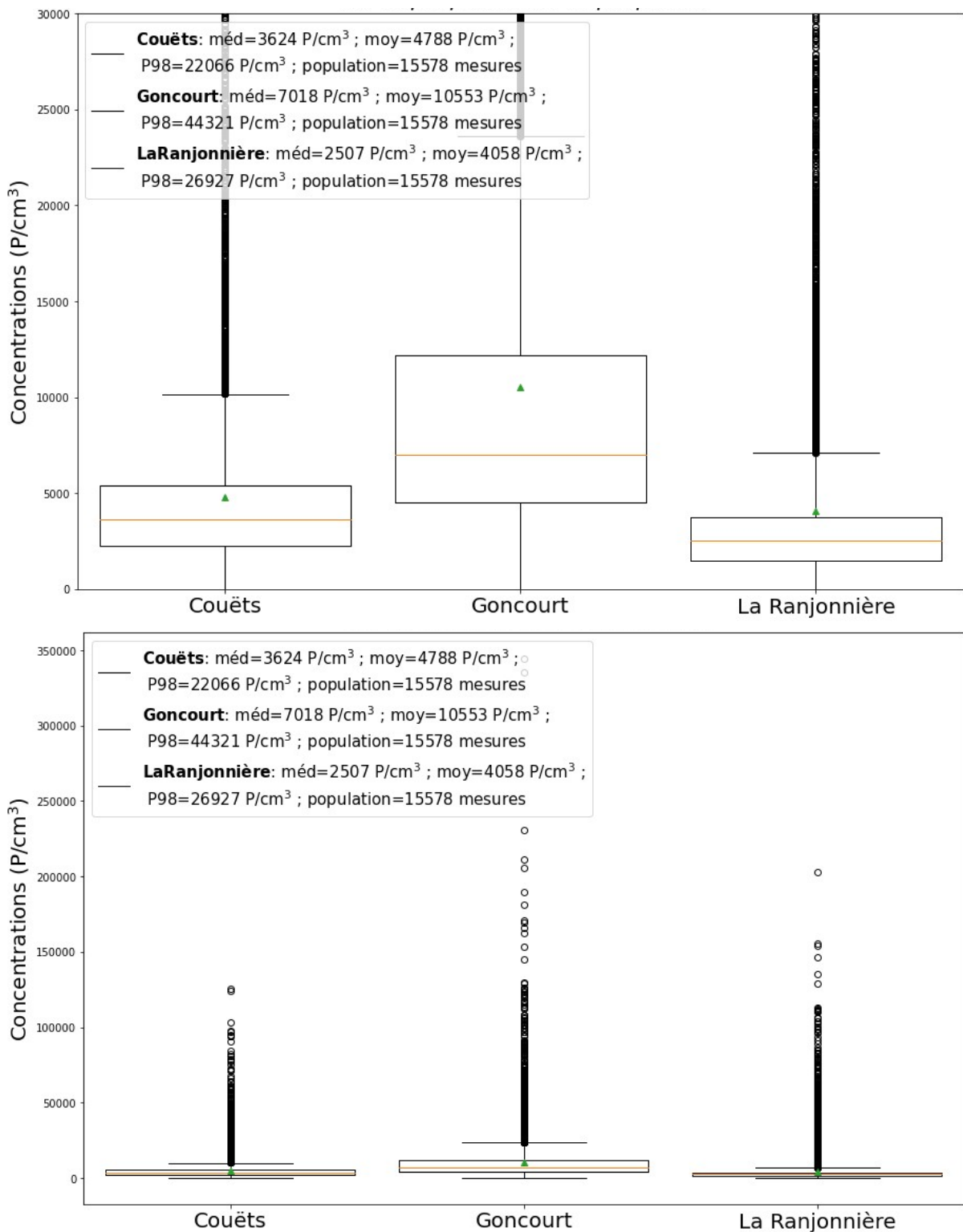


Figure 11 : boxplots des concentrations lors des périodes de mesures simultanées des trois sites, entre juillet 2022 et mi-janvier 2023. Pour une meilleure lecture, le premier graphique présente une échelle des concentrations limitée à 30 000 P/cm³. Le second est en pleine échelle.

La figure 11 présente les boxplots des concentrations mesurées simultanément aux Couëts, aux Frères Goncourt et à La Ranjonnière. On y voit des concentrations moyennes et médianes plus élevées sur le site des Frères de Goncourt que sur le site de La Ranjonnière (respectivement 2,6 fois et 2,8 fois plus élevées) ou qu'au niveau du cimetière des Couëts (respectivement 2,2 fois et 1,9 fois plus élevées). De même, les niveaux de pointe (percentile 98) sont également plus élevés au boulevard des Frères de Goncourt qu'à La Ranjonnière (+65 %) ainsi qu'aux Couëts (2 fois plus élevées), en lien avec la proximité des émissions routières au niveau du site de trafic.

Les niveaux moyens et médians mesurés aux Couëts sont quant à eux plus élevés que ceux mesurés à La Ranjonnière (respectivement +18 % et +45 %). Ces différences s'expliquent par l'environnement plus urbanisé du site des Couëts. En revanche, les niveaux de pointe (percentile 98) sont plus élevés à La Ranjonnière qu'aux Couëts (+ 22 %) du fait de la plus grande proximité du site de La Ranjonnière à la piste de l'aéroport.

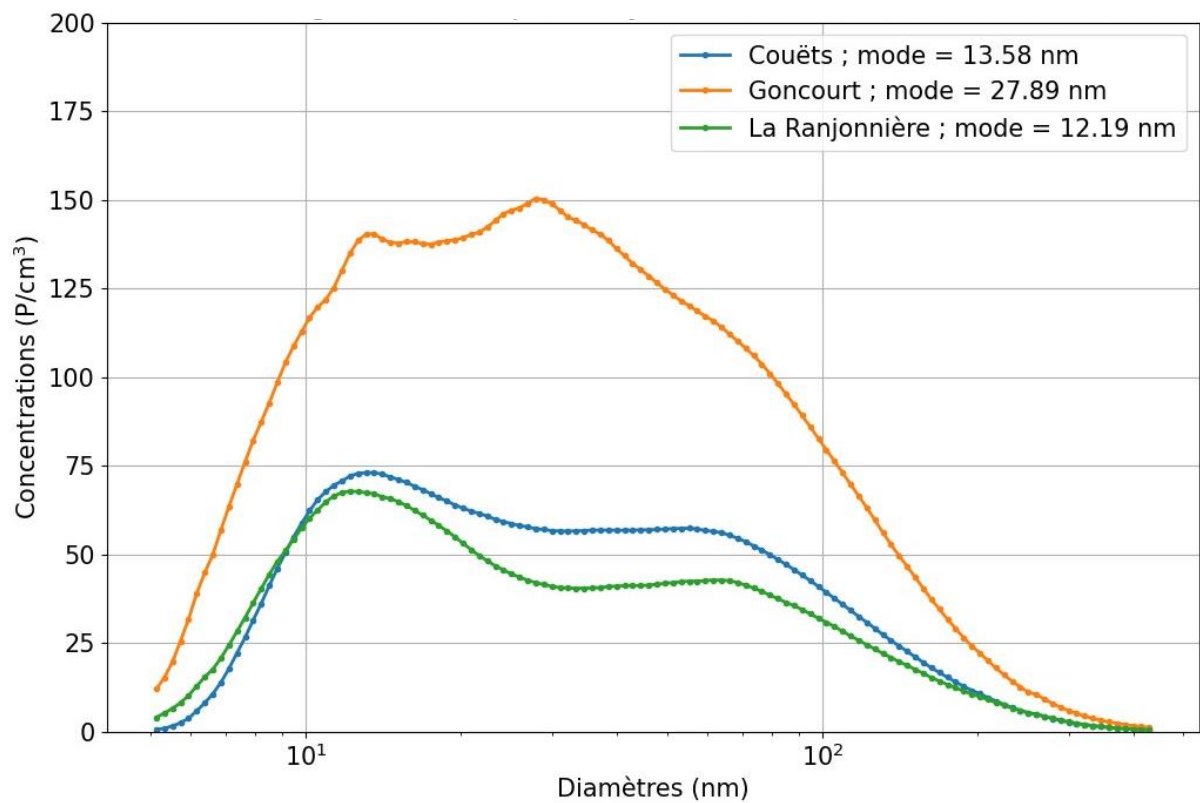


Figure 12 : distributions granulométriques moyennes lors des périodes de mesures simultanées des trois sites, entre juillet 2022 et mi-janvier 2023

La figure 12 montre des niveaux de concentrations moyens plus élevés au boulevard des Frères de Goncourt pour l'ensemble des diamètres de particules. On constate un mode principal aux alentours de 30 nm et un mode secondaire à 14 nm.

Sur les sites de proximité aéroportuaire, un mode principal marqué se dégage entre 12 et 14 nm. Ce mode est sensiblement moins marqué dans les distributions granulométriques tracés en situation de fond urbain, que ce soit en période hivernale ou estivale (figures 7 et 9).

Influence du trafic aérien

Les rapports précédents ont montré que les sites exposés au trafic aérien étaient caractérisés par des élévations de concentrations ponctuelles, de l'ordre de 5 à 10 minutes. Cette partie présente l'étude de ces élévations de concentrations, lorsqu'elles sont supérieures à 20 000 P/cm³.

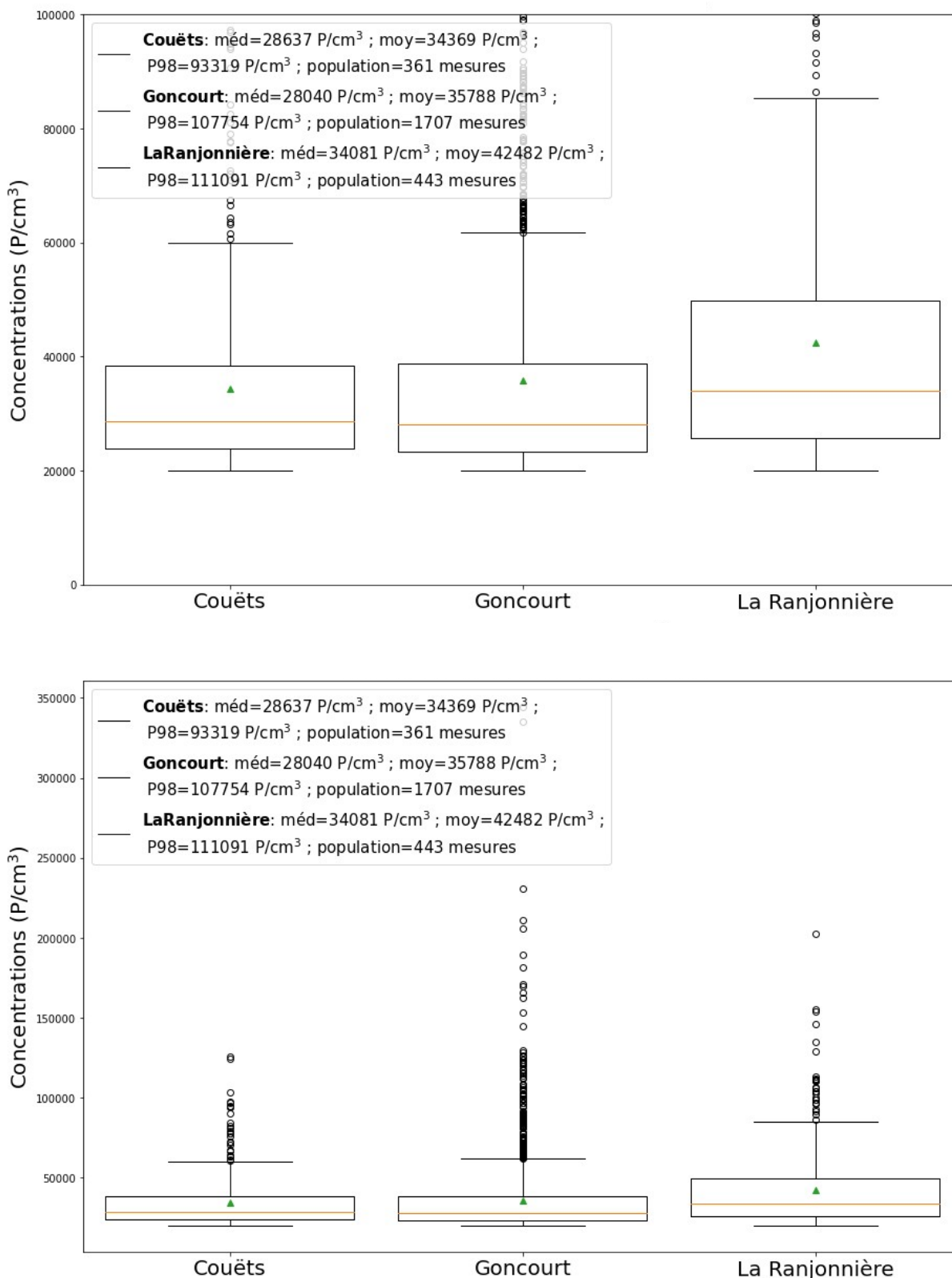


Figure 13 : boxplots des élévations de concentrations supérieures à 20 000 P/cm³ lors des périodes de mesures simultanées des trois sites, entre juillet 2022 et mi-janvier 2023. Pour une meilleure lecture, le premier graphique présente une échelle des concentrations limitée à 100 000 P/cm³. Le second est en pleine échelle.

La figure 13 montre des élévations moyennes plus élevées à La Ranjonnière qu'aux Couëts (+24 %) et qu'aux Frères Goncourt (+19 %). La médiane des élévations est également plus élevée à La Ranjonnière que sur les deux autres sites (+19 % par rapport aux Couëts et +22 % par rapport aux Frères Goncourt). Cela s'explique par la plus grande proximité du site de La Ranjonnière par rapport à la piste de l'aéroport.

Les moyennes et médianes des élévations enregistrées aux Couëts et au boulevard des Frères de Goncourt sont quant à elles de même ordre.

En revanche, le nombre d'élévations est près de 4 fois plus élevé sur le site de proximité trafic des Frères de Goncourt qu'à La Ranjonnière et près de 5 fois plus qu'aux Couëts.

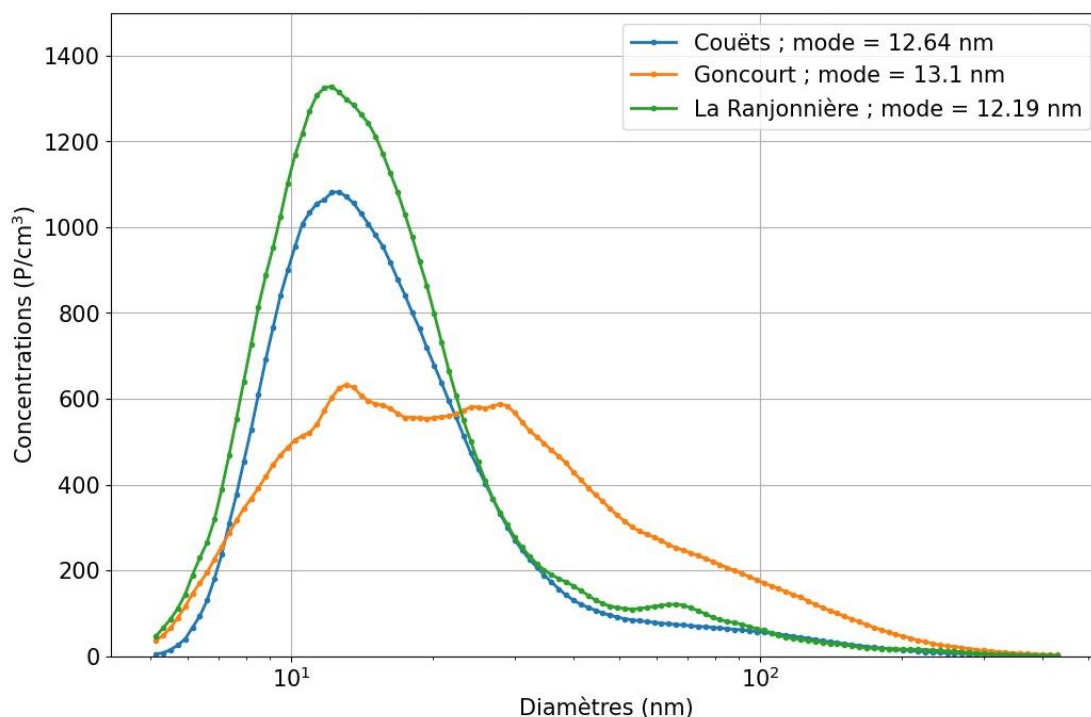


Figure 14 : distributions granulométriques des élévations de concentrations supérieures à 20 000 P/cm³ lors des périodes de mesures simultanées des trois sites, entre juillet 2022 et mi-janvier 2023

La figure 14 montre les distributions granulométriques des concentrations supérieures à 20 000 P/cm³. On remarque que la forme de celle des Frères de Goncourt est similaire à celle de la figure 12, avec des modes sensiblement de mêmes diamètres.

Celles des deux autres sites font apparaître de façon marquée la signature du trafic aérien, avec une distribution centrée à 12 nm. Du fait de la proximité du site par rapport à la piste de l'aéroport, la distribution de La Ranjonnière est supérieure en termes de concentrations moyennes

Afin de déterminer la provenance des élévations des concentrations supérieures à 20 000 P/cm³, des roses du nombre d'élévations pour chaque direction de vents ont été tracées ci-dessous.

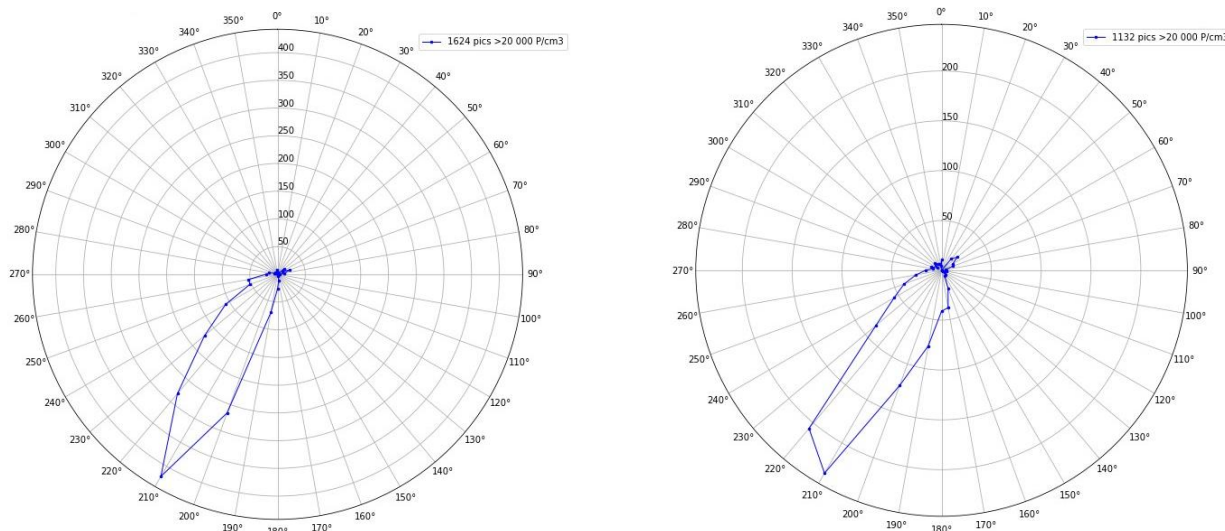


Figure 15 : roses du nombre d'élévations de concentrations supérieures à 20 000 P/cm³ à La Ranjonnière du 07/07/2022 au 15/02/2023 (à gauche) et aux Couëts du 07/07/2022 au 18/01/2023 (à droite)

La figure 15 indique que le nombre d'élévations des concentrations est maximum par vents provenant de la piste de l'aéroport, que ce soit sur le site de La Ranjonnière ou du cimetière des Couëts. Sur l'ensemble des mesures réalisées sur chacun de ces deux sites, 1 624 élévations des concentrations ont été enregistrées à La Ranjonnière contre 1132 élévations aux Couëts.

Ces élévations induisent une augmentation de la moyenne des concentrations. Les roses suivantes présentent la moyenne des concentrations pour chaque direction de vent :

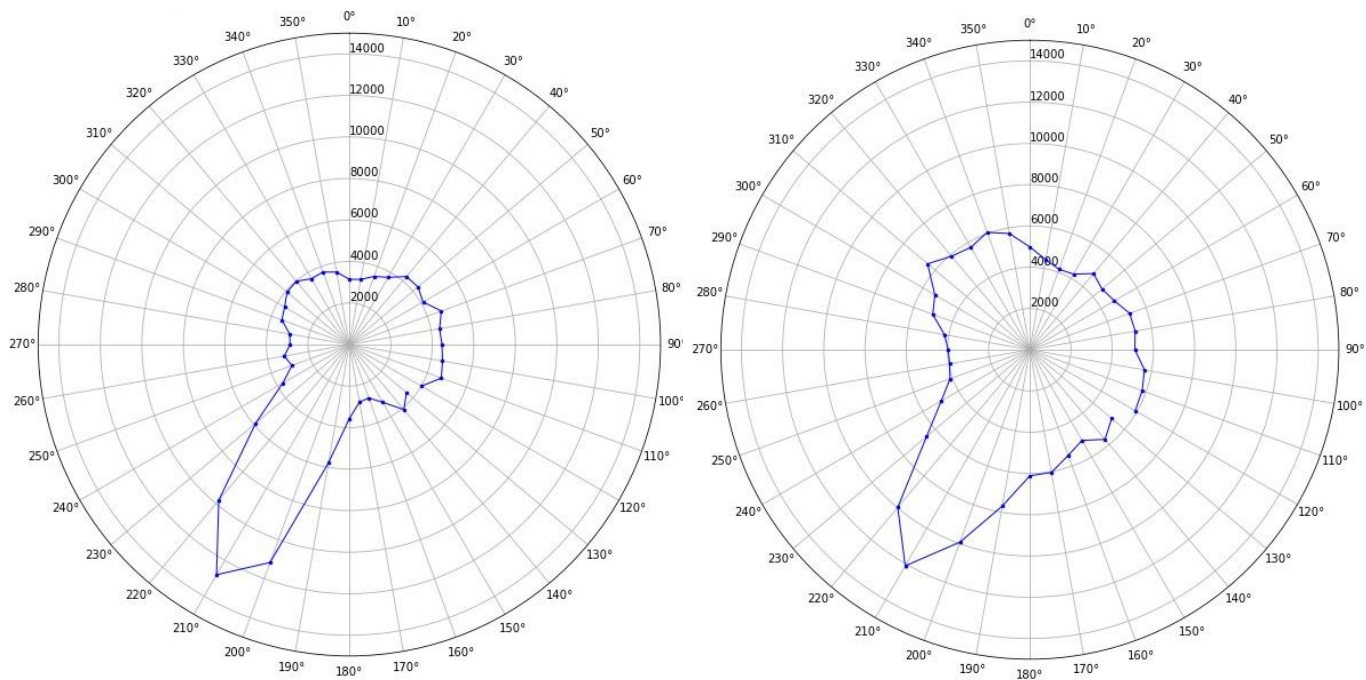


Figure 16 : roses de pollution en concentrations moyennes à La Ranjonnière du 07/07/2022 au 15/02/2023 (à gauche) et aux Couëts du 07/07/2022 au 18/01/2023 (à droite)

La figure 16 montre que les concentrations moyennes maximales à La Ranjonnière ou au cimetière des Couëts sont enregistrées dans la direction 210°N, direction de la piste de l'aéroport. Dans les trois directions principales (200, 210 et 220°N), des concentrations moyennes de l'ordre de 11 350 P/cm³ ont été relevées à La Ranjonnière dans ces directions, sur l'ensemble de la campagne, contre une moyenne de 3 650 P/cm³ dans les directions non-influencées par le trafic aérien. Cela représente des niveaux près de 3 fois plus élevés que dans les directions non-influencées, soit de l'ordre de 7 700 P/cm³.

Au cimetière des Couëts, la concentration moyenne dans ces mêmes trois directions (200, 210 et 220°N) est de 10 750 P/cm³ contre une moyenne de près de 5 000 P/cm³ dans les directions non-influencées par le trafic aérien. Cela représente des niveaux 2,2 fois plus élevés que dans les directions non-influencées, soit une surconcentration de 5 750 P/cm³.

Afin de confirmer l'impact de la plateforme aéroportuaire sur les concentrations en particules ultrafines mesurées à La Ranjonnière, une comparaison des profils journaliers des concentrations avec le profil journalier du nombre de vols, par vents provenant de la piste est présentée ci-dessous.

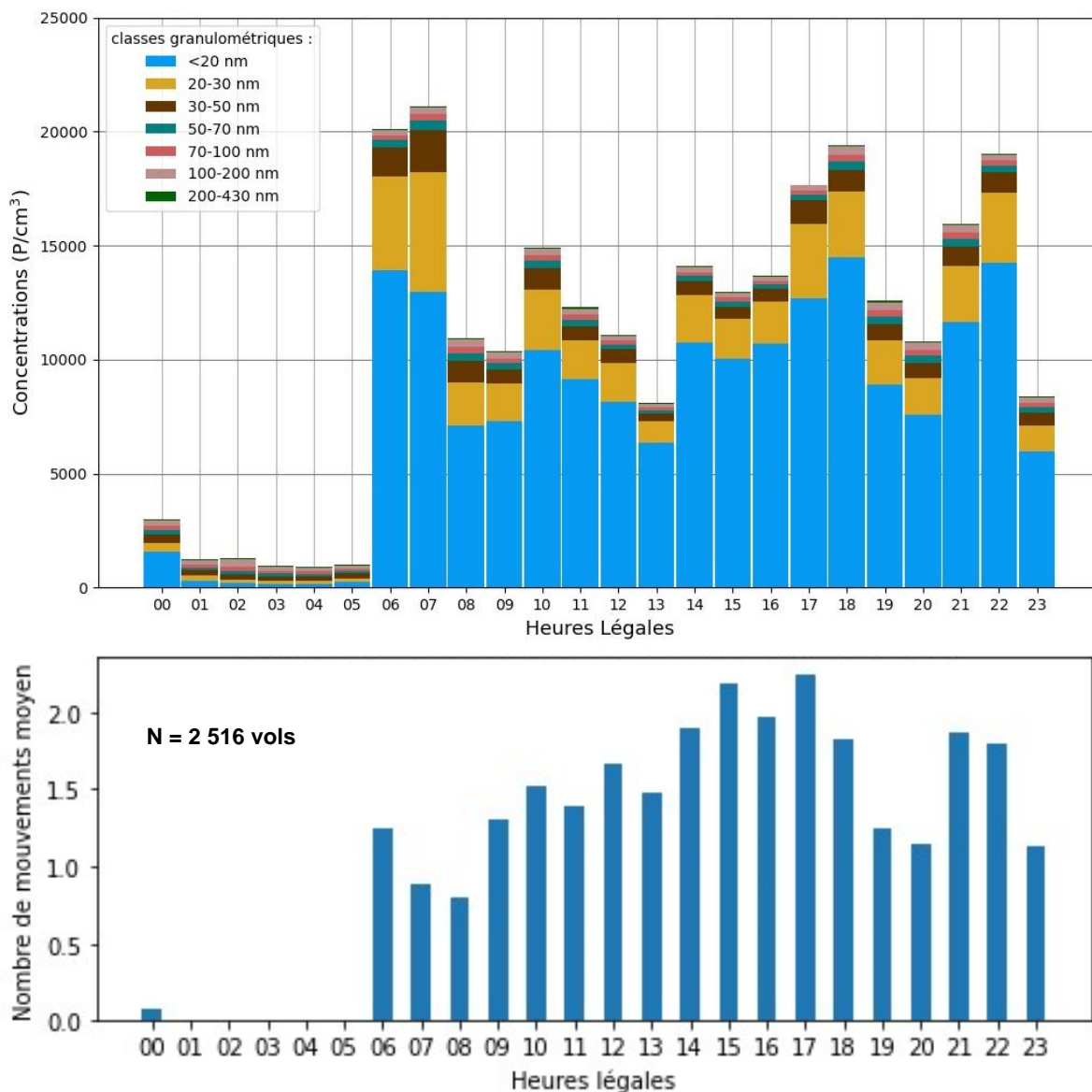


Figure 17 : comparaison des profils journaliers des concentrations mesurées à La Ranjonnière par vents provenant de la piste de l'aéroport (200, 210 et 220°N) avec le profil journalier du nombre moyen de mouvements d'avions par vents provenant de la piste (200, 210 et 220°N), du 07/07/2022 au 15/02/2023

La figure 17 montre une corrélation entre les deux types de profils, avec un nombre de mouvements et des concentrations qui augmentent brusquement à partir de 6h (heure du levé du couvre-feu) et qui diminuent brusquement à partir du 0h (heure de mise en place du couvre-feu). Les concentrations mesurées entre 6h et 0h sont essentiellement issues de particules inférieures à 20 nm et varient entre 8 000 P/cm³ et 20 000 P/cm³ en moyenne, avec des concentrations maximales à 6h et 7h, 18h et 22h.

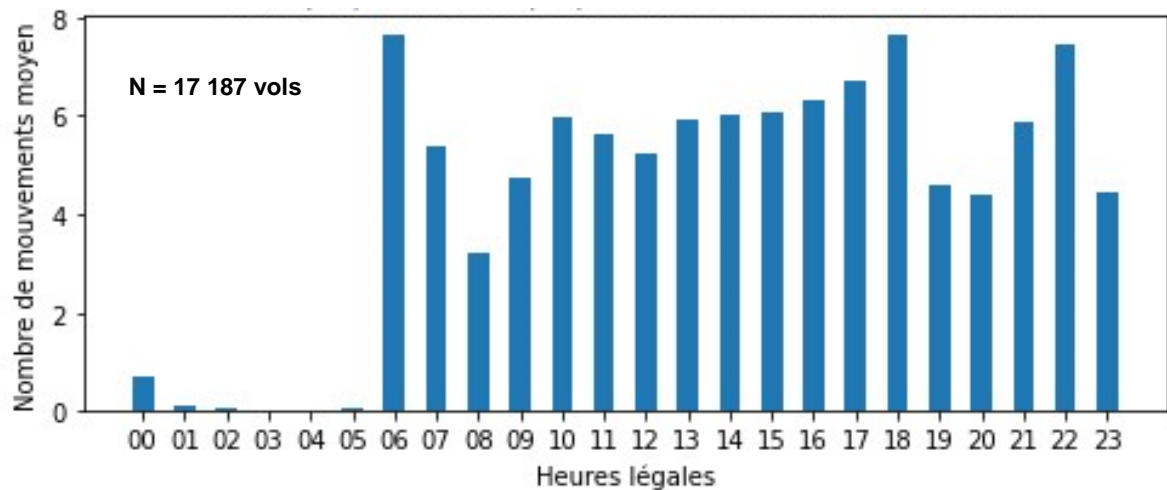
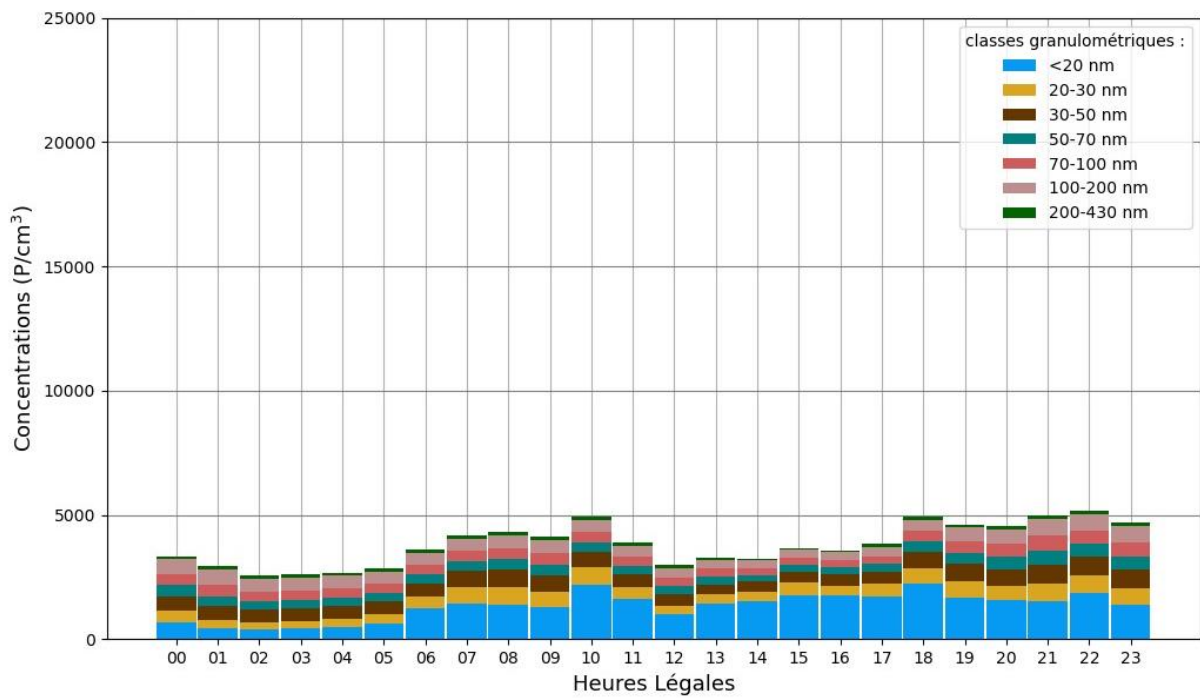


Figure 18 : comparaison des profils journaliers des concentrations mesurées à La Ranjonnière hors vents provenant de la piste de l'aéroport (l'ensemble des directions sauf 200, 210 et 220°N) avec le profil journalier du nombre moyen de mouvements d'avions hors vents provenant de la piste (l'ensemble des directions sauf 200, 210 et 220°N), du 07/07/2022 au 15/02/2023

La figure 18 montre une absence de corrélation entre les deux profils. Les concentrations mesurées sont inférieures à 5 000 P/cm³ quelle que soit l'heure de la journée.

Ainsi, en journée, les concentrations mesurées par vents provenant de la piste de l'aéroport sont deux à quatre fois plus élevées que les concentrations moyennes relevées sur l'ensemble des autres directions.

Le même type de comparaison est effectuée aux Couëts afin de mettre en évidence l'impact du trafic aérien sur les concentrations mesurées :

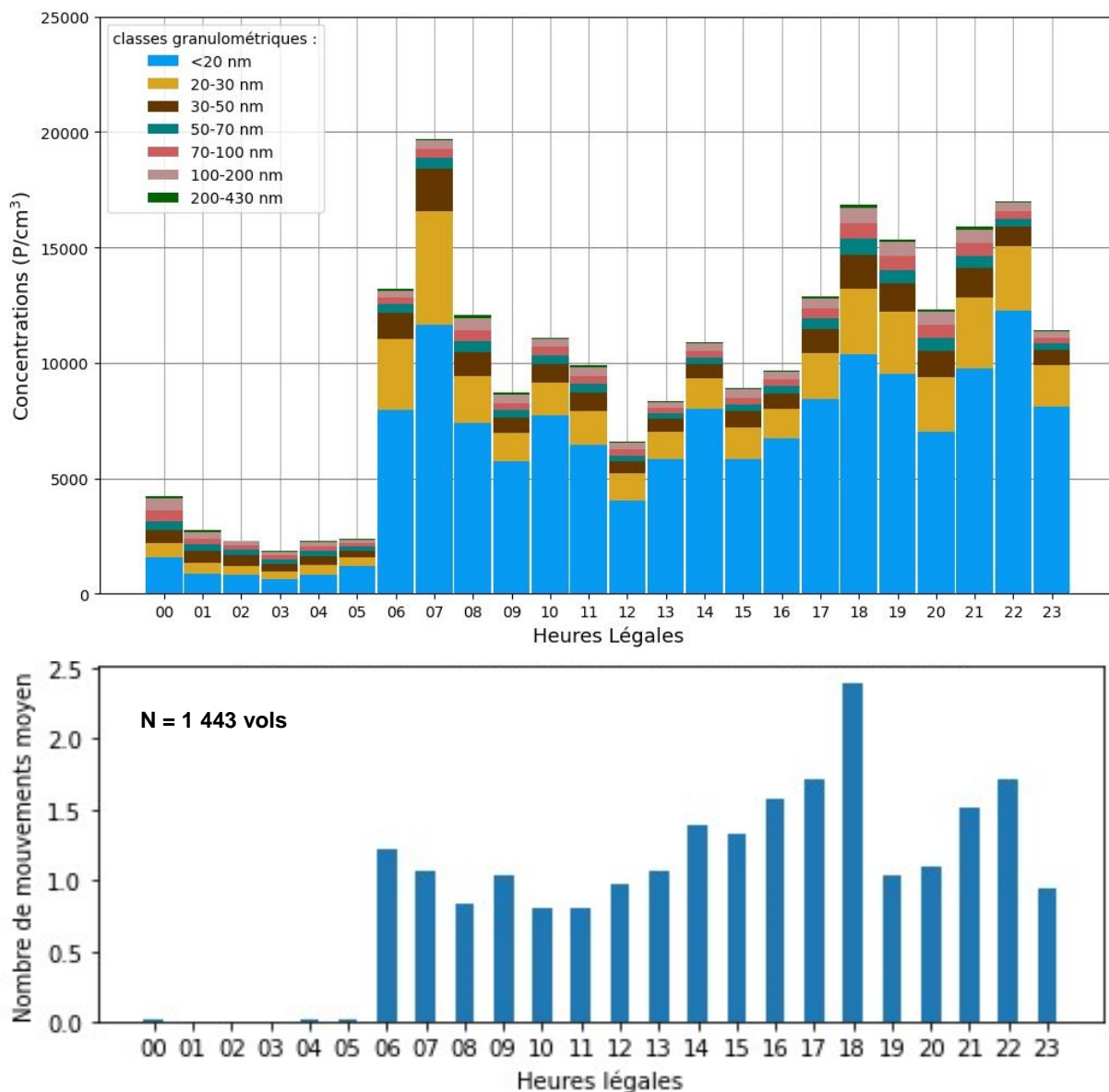


Figure 19 : comparaison des profils journaliers des concentrations mesurées au cimetière des Couëts par vents provenant de la piste de l'aéroport (200, 210 et 220°N) avec le profil journalier du nombre moyen de mouvements d'avions par vents provenant de la piste (200, 210 et 220°N), du 07/07/2022 au 18/01/2023

La figure 19 montre une corrélation entre les deux types de profils. Les concentrations mesurées entre 6h et 0h sont essentiellement issues de particules inférieures à 20 nm et varient entre 7 000 P/cm³ et 20 000 P/cm³ en moyenne, avec des concentrations maximales à 7h, 18h et 22h.

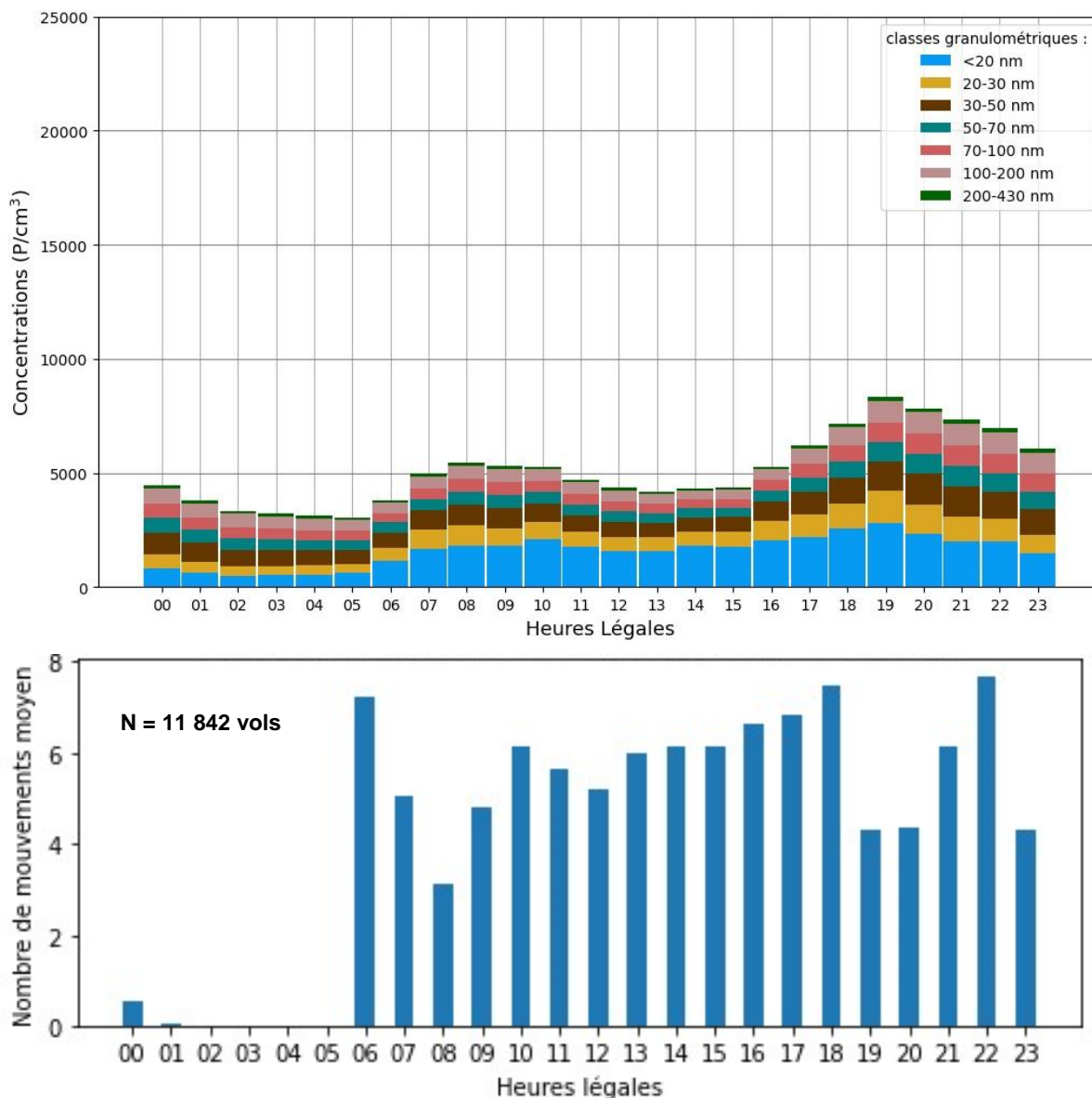


Figure 20 : comparaison des profils journaliers des concentrations mesurées au cimetière des Couëts hors vents provenant de la piste de l'aéroport (l'ensemble des directions sauf 200, 210 et 220°N) avec le profil journalier du nombre moyen de mouvements d'avions hors vents provenant de la piste (l'ensemble des directions sauf 200, 210 et 220°N), du 07/07/2022 au 18/01/2023

La figure 20 montre une absence de corrélation entre les deux types de profil. Les concentrations mesurées sont inférieures à 7 000 P/cm^3 . Elles sont plus élevées le matin, aux alentours de 5 000 P/cm^3 , et atteignent les 8 000 P/cm^3 le soir. Ces variations de concentrations sont provoquées par les activités de l'agglomération nantaise, notamment par le trafic routier et le chauffage urbain.

En journée, les concentrations mesurées par vents provenant de la piste de l'aéroport sont deux à quatre fois plus élevées que les concentrations moyennes relevées sur l'ensemble des autres directions.

Ces résultats mettent en évidence un impact du trafic aérien au cimetière des Couëts, à 1,9 km de l'extrémité nord de la piste de l'aéroport, et confirment son impact sur les concentrations mesurées à La Ranjonnière, lorsque les vents proviennent de la piste de l'aéroport.

Exposition

1 624 élévations des concentrations supérieures à 20 000 P/cm^3 ont été mesurées à La Ranjonnière entre le 07/07/2022 et le 15/02/2023. Ces élévations, en moyenne de près de 41 100 P/cm^3 , représentent environ 3,6 % du temps.

Au cimetière des Couëts, entre le 07/07/2022 et le 18/01/2023, ce sont 1132 élévations de plus de 20 000 P/cm^3 qui ont été relevées, représentant près de 3,7 % du temps pour une moyenne de 33 400 P/cm^3 .

Pour comparaison, ce sont 10 349 élévations de plus de 20 000 P/cm^3 qui ont été mesurées sur le site des Frères de Goncourt, entre le 06/07/2022 et le 15/02/2023. Cela représente 17 % du temps pour une moyenne de 35 900 P/cm^3 .

Comparaison du site de Pont-Saint-Martin et de Goncourt (de mi-janvier 2023 à mi-avril 2023)

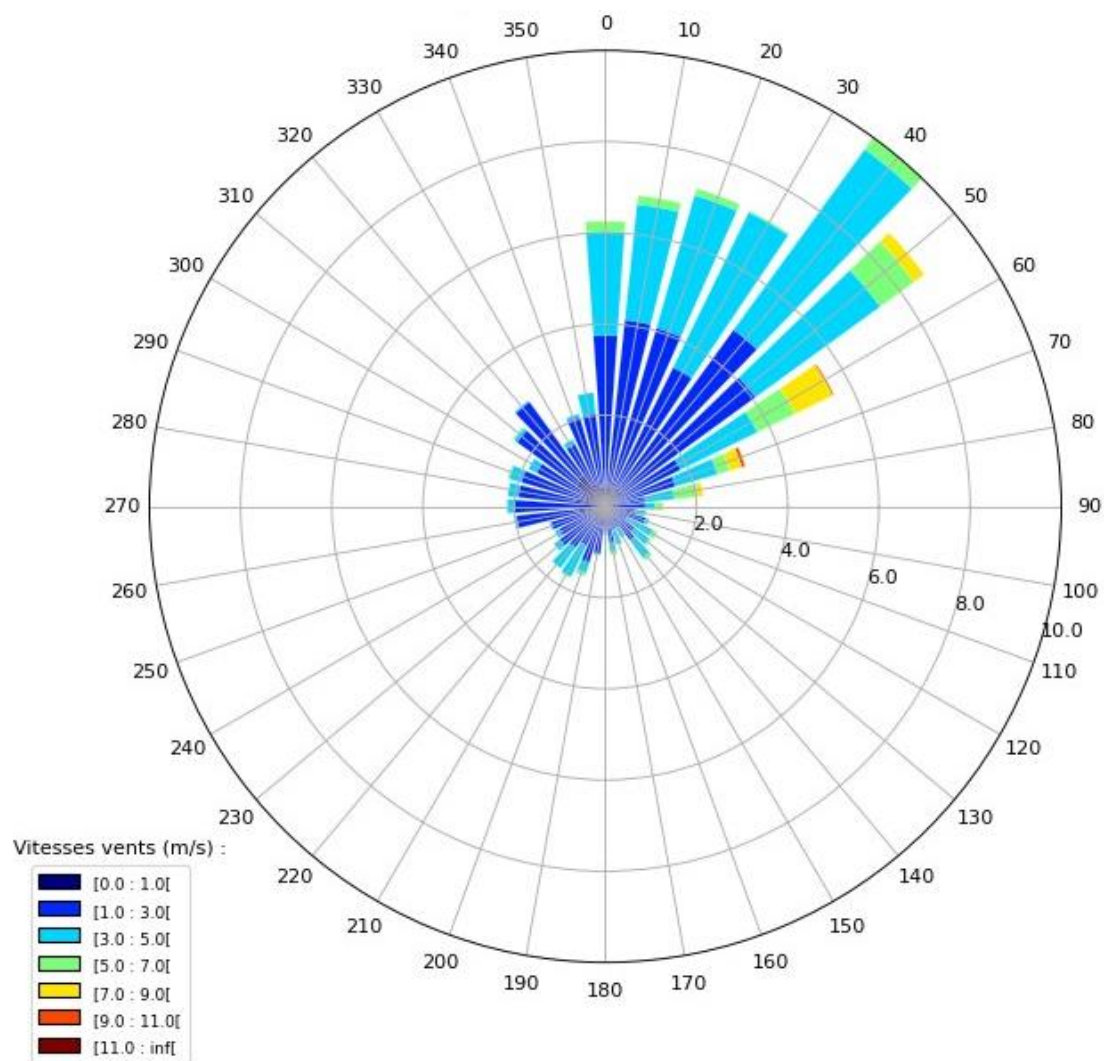


Figure 21 : rose des vents à Nantes-Atlantique, sur les périodes de mesures simultanées du site de Pont-Saint-Martin et de Goncourt, du 18/01/2023 au 18/04/2023

La rose des vents tracée sur la période de comparaison fait apparaître des vents majoritairement de nord-est.

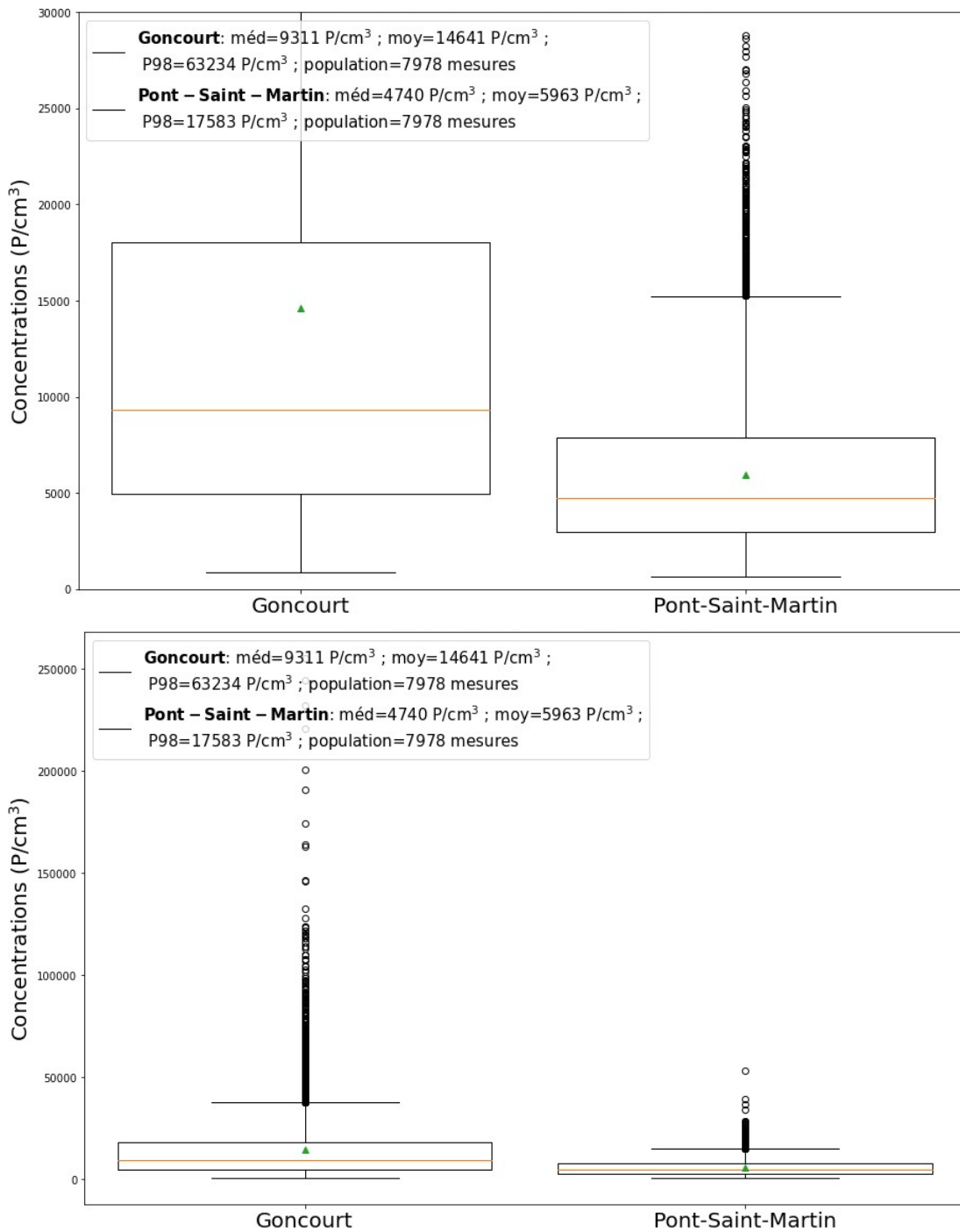


Figure 22 : boxplots des concentrations lors des périodes de mesures simultanées du site de Pont-Saint-Martin et de Goncourt, du 18/01/2023 au 18/04/2023. Pour une meilleure lecture, le premier graphique présente une échelle des concentrations limitée à 30 000 P/cm³. Le second est en pleine échelle.

La figure 22 présente les boxplots des concentrations mesurées simultanément à Pont-Saint-Martin et au boulevard des Frères de Goncourt. On constate des concentrations moyennes et médianes plus élevées aux Frères Goncourt qu'à Pont-Saint-Martin (respectivement +2,5 fois et près de 2 fois plus élevées). De même, les niveaux de pointe (percentile 98) sont également plus élevés aux Frères Goncourt qu'à Pont-Saint-Martin d'un facteur 3,6.

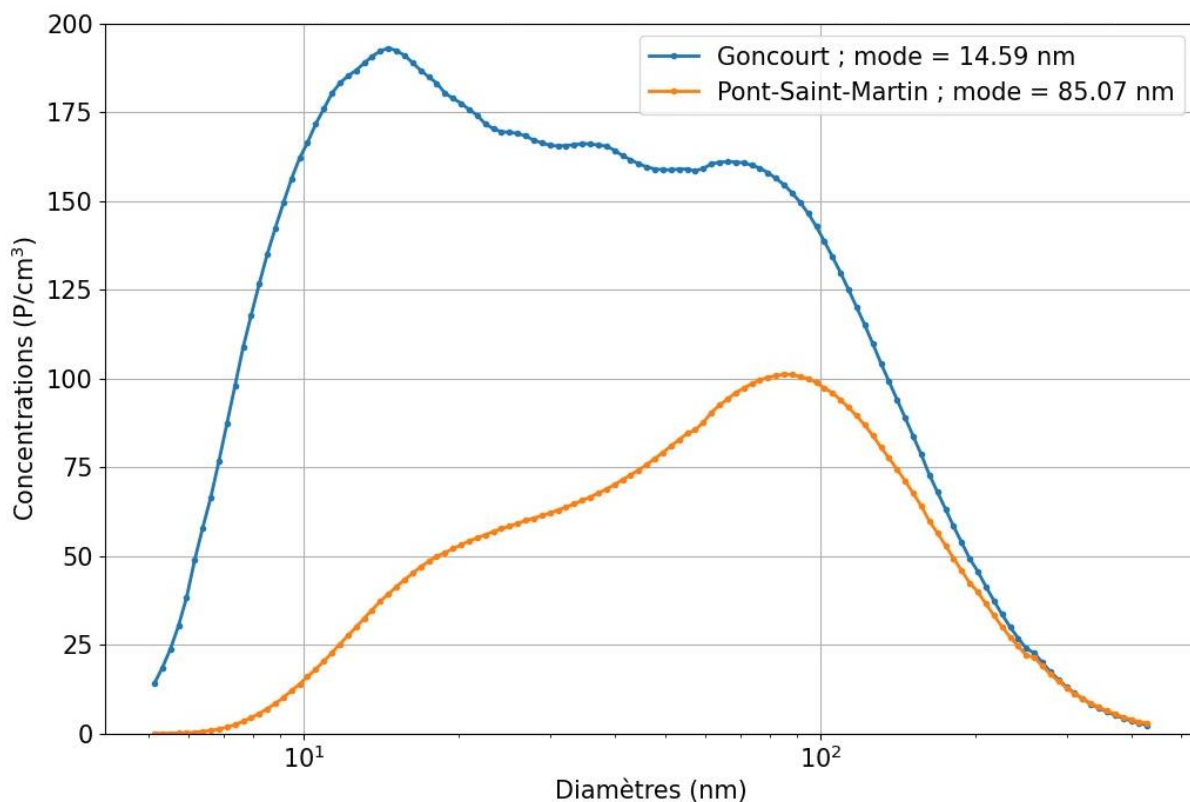


Figure 23 : distributions granulométriques moyennes lors des périodes de mesures simultanées du site de Pont-Saint-Martin et de Goncourt, du 18/01/2023 au 18/04/2023

La figure 23 montre des niveaux de concentrations moyens plus élevés au boulevard des Frères de Goncourt pour l'ensemble des diamètres de particules. On observe un mode principal aux alentours de 15 nm et un mode secondaire, commun au site de Pont-Saint-Martin, à 85 nm. Comme le montre la figure suivante, ce second mode correspond aux émissions de chauffage urbain, la période de mesure se trouvant en période de chauffe.

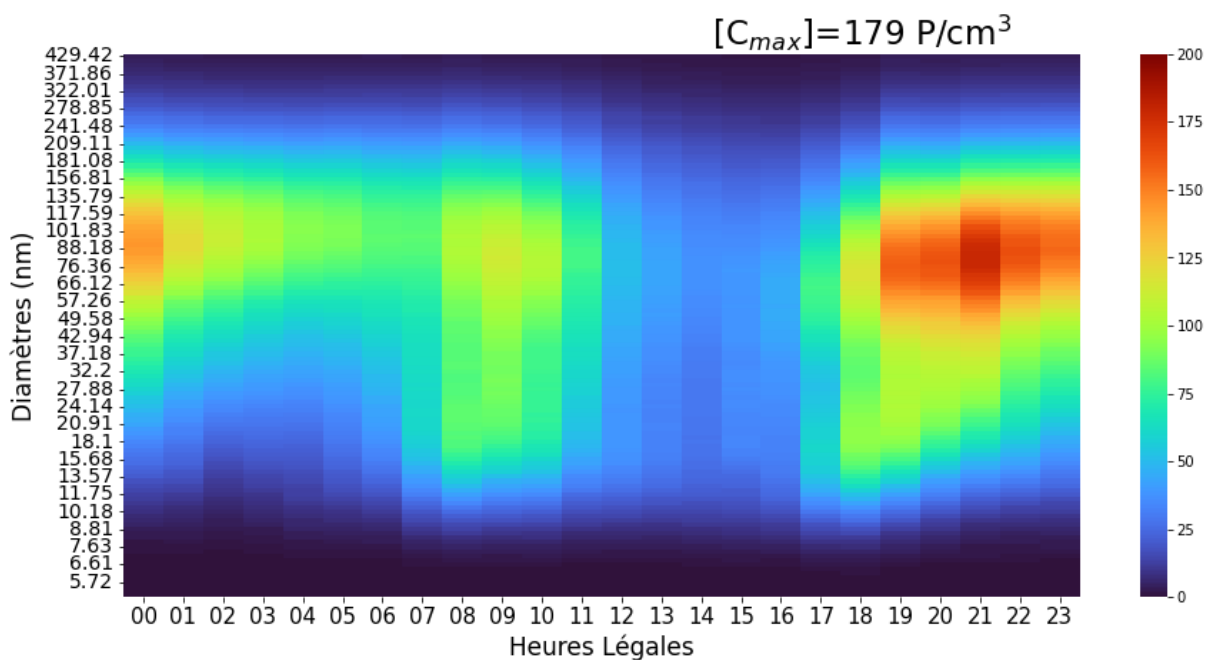


Figure 24 : profil journalier des concentrations à Pont-Saint-Martin et à Goncourt, du 18/01/2023 au 15/02/2023

La figure 24 montre une zone de concentrations plus élevée, pour des diamètres entre 50 nm et 180 nm. Cette élévation des concentrations est mesurée à partir de 18h, jusqu'à 1h pour l'essentiel. Ces concentrations correspondent au chauffage urbain, en termes d'heures de mesure et de granulométrie.

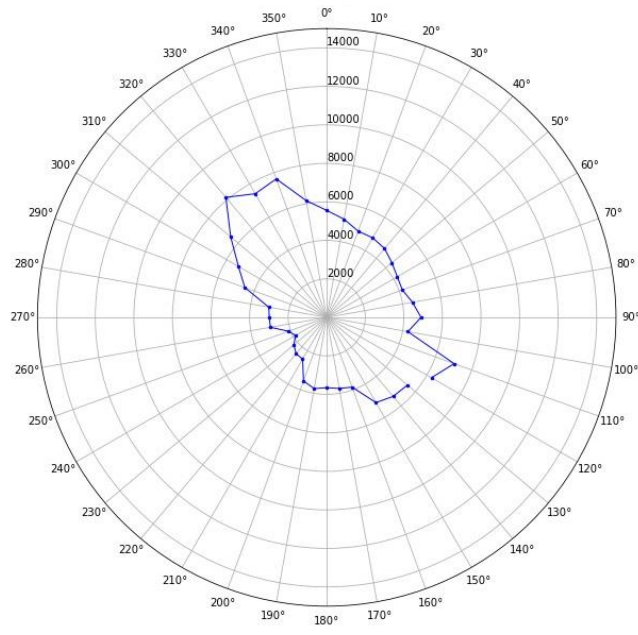
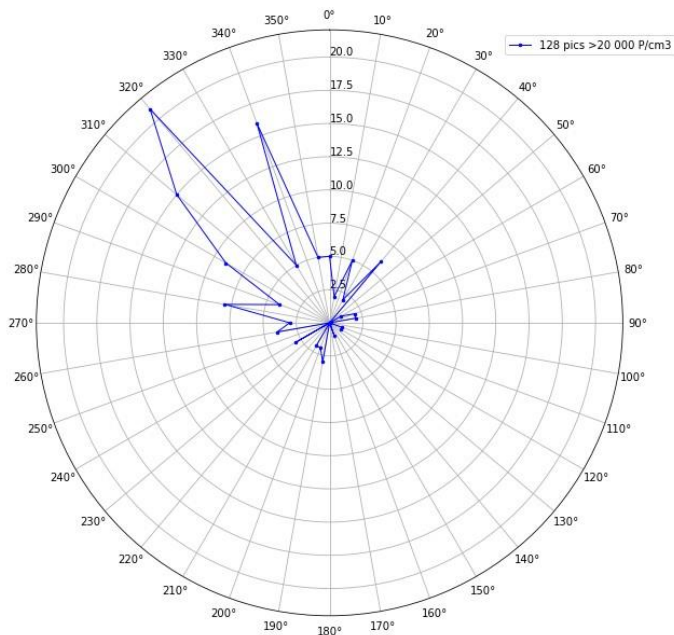


Figure 25 : rose du nombre d'élévations des concentrations de plus de 20 000 P/cm³ (à gauche) et rose de pollution moyenne (à droite) à Pont-Saint-Martin, du 18/01/2023 au 18/04/2023

La figure 25 indique que les concentrations moyennes ainsi que le nombre d'élévations sont plus élevés par vents provenant du nord-ouest, directions de la piste de l'aéroport (310°N à 340 °N). Il s'agit en revanche d'un faible nombre d'élévations des concentrations (jusqu'à 21 élévations dans la direction 320°N) durant les trois mois de mesure.

Les profils suivants permettent de vérifier si une corrélation existe entre les concentrations mesurées à Pont-Saint-Martin et le trafic aérien, par vents provenant de la piste de l'aéroport.

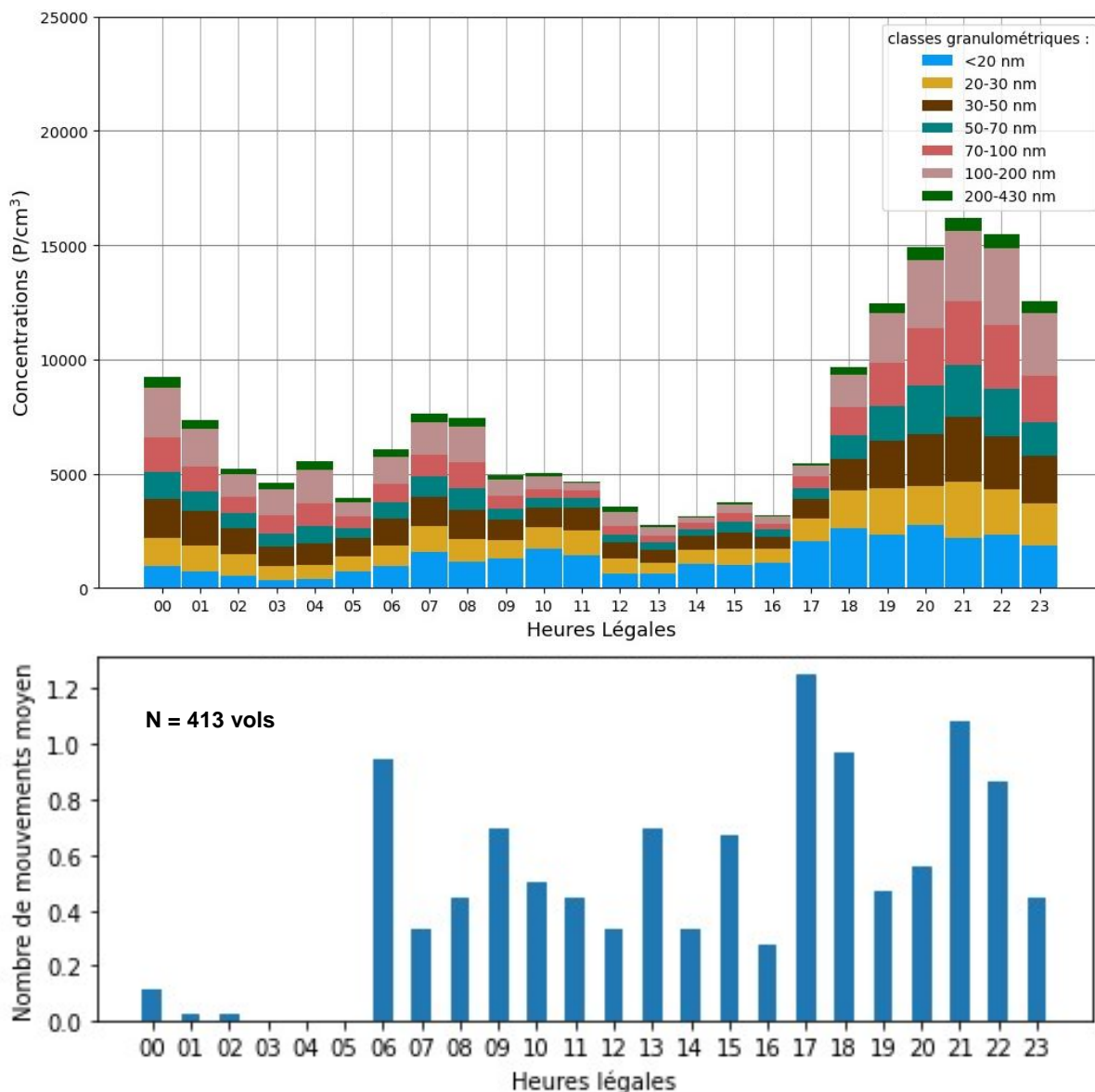


Figure 26 : comparaison des profils journaliers des concentrations mesurées à Pont-Saint-Martin par vents provenant de la piste de l'aéroport (310, 320 et 340°N) avec le profil journalier du nombre moyen de mouvements d'avions par vents provenant de la piste (310, 320 et 340°N), du 18/01/2023 au 18/04/2023

La figure 26 ne fait pas apparaître de corrélation nette entre les concentrations inférieures à 20 nm mesurées à Pont-Saint-Martin et le trafic aérien, par vents provenant de la plateforme aéroportuaire. En revanche, une influence prépondérante des émissions de chauffage, représentées par des particules supérieures à 50 nm, peut être observée le soir, dans ces directions.

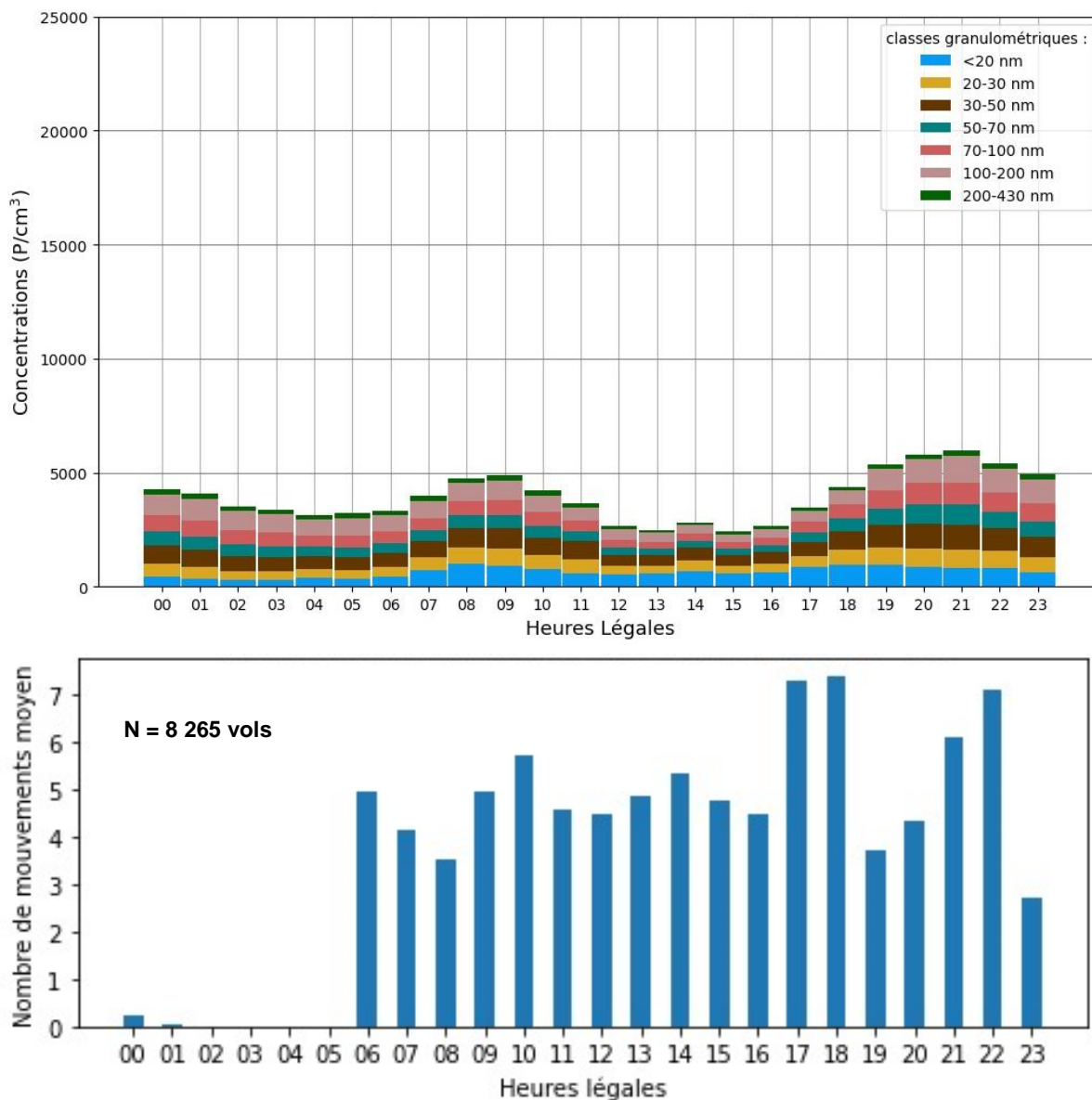


Figure 27 : comparaison des profils journaliers des concentrations mesurées à Pont-Saint-Martin, hors vents provenant de la piste de l'aéroport (l'ensemble des directions sauf 310, 320 et 340°N) avec le profil journalier du nombre moyen de mouvements d'avions hors vents provenant de la piste (l'ensemble des directions sauf 310, 320 et 340°N), du 18/01/2023 au 18/04/2023

La figure 27 indique une absence de corrélation entre les deux types de profils. Notons également une influence des émissions de chauffage moins marquée que par vents de nord-ouest.

L'influence marquée du chauffage par vents provenant de la piste de l'aéroport s'explique par la localisation du site de mesure. En effet, comme l'indique la carte suivante, la direction de la piste de l'aéroport est également caractérisée par la présence du bourg de Pont-Saint-Martin.



Figure 28 : localisation du site de mesure à Pont-Saint-Martin

Finalement, l'influence du trafic aérien n'est pas clairement mise en évidence à Pont-Saint-Martin, de par l'absence de corrélation entre concentrations et trafic mais n'est toutefois pas à exclure compte tenu des directions privilégiées des roses de pollution.

Exposition

128 élévations des concentrations supérieures à $20\,000\text{ P/cm}^3$ ont été mesurées à Pont-Saint-Martin, entre le 18/01/2023 et le 18/04/2023. Ces élévations, en moyenne de près de $27\,500\text{ P/cm}^3$, représentent environ 0,5 % du temps.

Comparaison du site de Rezé (de mi-avril 2023 à mi-juillet 2023) avec La Chauvinière (de mi-avril à mi-juillet 2021 et 2022)

La période de mesure sur le site de Rezé n'a coïncidé avec aucune mesure simultanée en milieu urbain, non-influencé par les activités de la plateforme aéroportuaire. Les mesures seront donc mises en perspective avec celles réalisées à La Chauvinière durant les mêmes périodes les années précédentes (du 18/04/2021 au 19/07/2021 et du 18/04/2022 au 19/07/2022). De ce fait ces comparaisons sont à prendre avec précaution, les conditions météorologiques influençant également ces comparaisons.

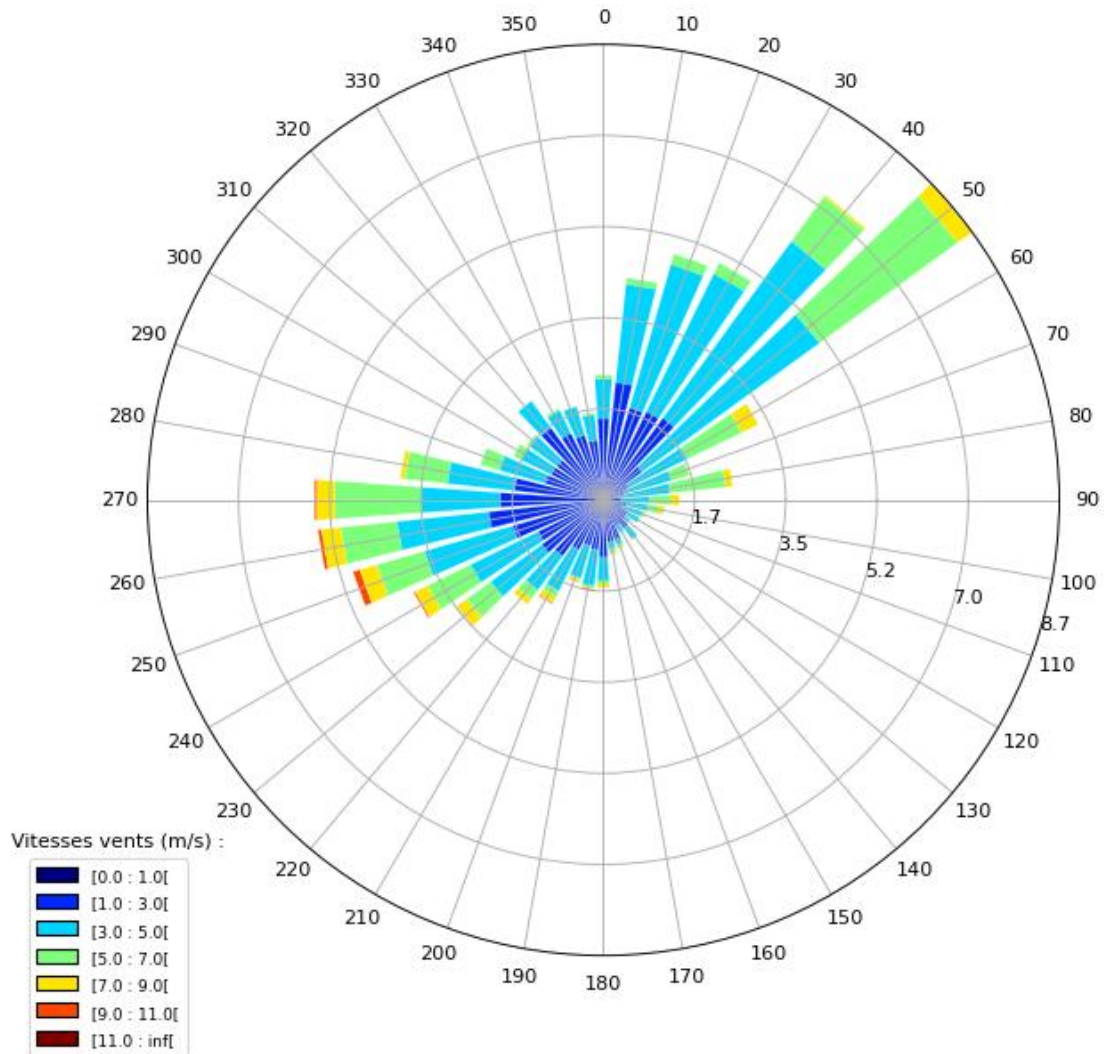


Figure 29 : rose des vents à Nantes-Atlantique, de mi-avril à mi-juillet 2023

La rose des vents tracée sur la période allant du 18 avril au 19 juillet 2023 indique des directions de vents conformes à la moyenne des vents à Nantes-Atlantique, avec une majorité de vents de nord-est et de sud-ouest.

Le site de mesure de Rezé se trouve proche de l'axe de la piste, les vents provenant de celle-ci sont de 220°N.

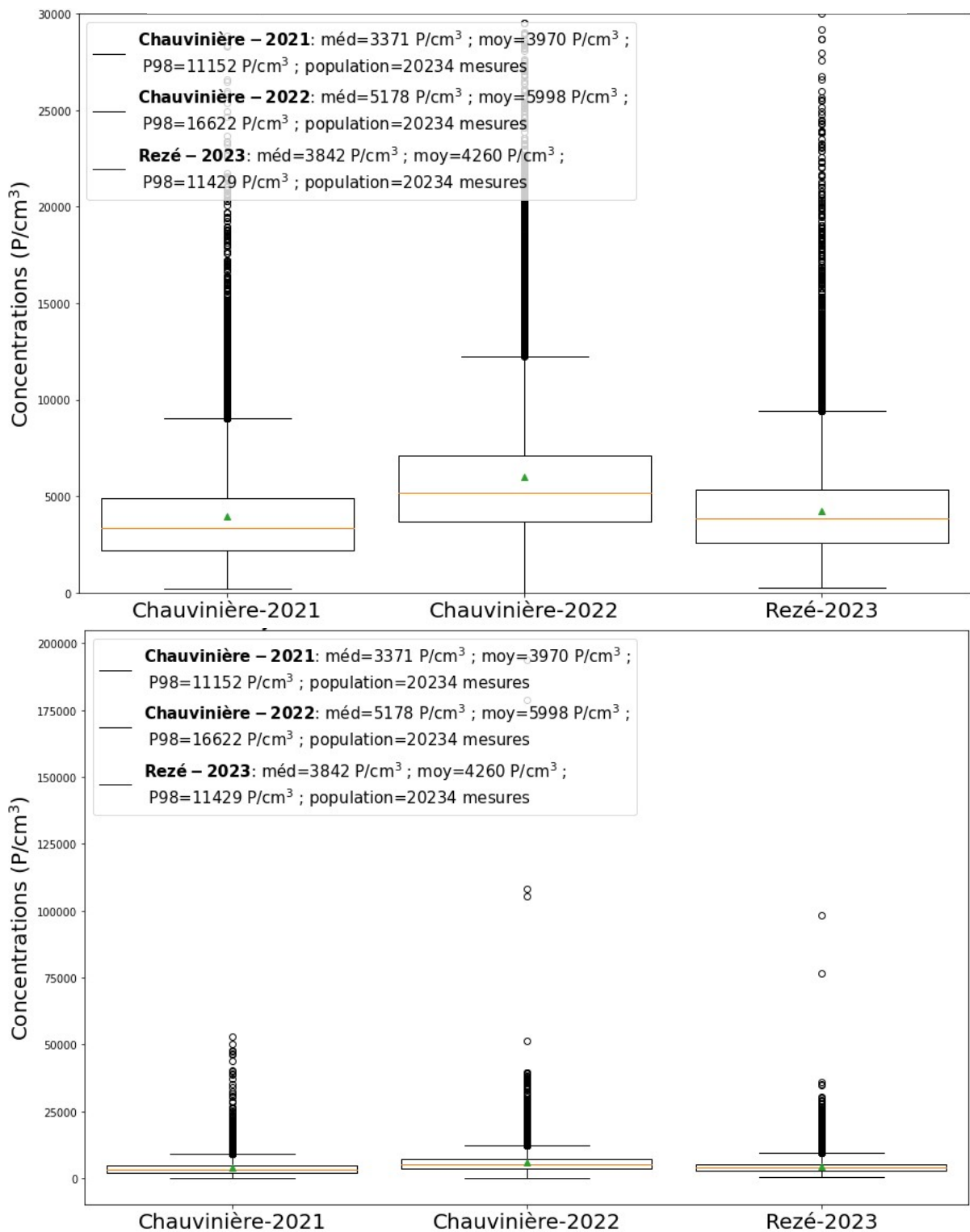


Figure 30 : boxplots des concentrations mesurées de mi-avril à mi-juillet 2021 à La Chauvinière, de mi-avril à mi-juillet 2022 à La Chauvinière et de mi-avril à mi-juillet 2023 à Rezé. Pour une meilleure lecture, le premier graphique présente une échelle des concentrations limitée à 30 000 P/cm³. Le second est en pleine échelle.

La figure 30 présente les boxplots des concentrations mesurées durant les mêmes périodes à La Chauvinière, en 2021 et 2022 et à Rezé en 2023. On observe des concentrations moyennes et médianes plus élevées à Rezé qu'à La Chauvinière en 2021 (respectivement +7 % et +14 %). À l'inverse, elles sont plus élevées à La Chauvinière en 2022 qu'à Rezé en 2023 (respectivement +41 % et +35 %).

On remarque donc une forte variabilité des concentrations mesurées en fond urbain à La Chauvinière d'une année à l'autre entre mi-avril et mi-juillet 2021 et entre mi-avril et mi-juillet 2022 (de l'ordre de 50 % en moyenne et en médiane). Cela s'expliquerait par des conditions météorologiques plus favorables à la formation de particules ultrafines par photochimie en 2022 qu'en 2021.⁴

⁴<https://www.airpl.org/rapport/evaluation-des-concentrations-en-particules-ultrafines-dans-les-environs-de-l-aeroport-de-nantes-atlantique-campagne-janvier-2022-juin-2022>

Pour rappel, la comparaison entre les mesures réalisées à La Chauvinière en période hivernale 2020/2021 et 2021/2022 (cf. figure 6) montre également une variabilité interannuelle sur les concentrations mesurées en période hivernale, avec des concentrations plus élevées en hiver 2020/2021, de l'ordre de 30 % en moyenne et 20 % en médiane.

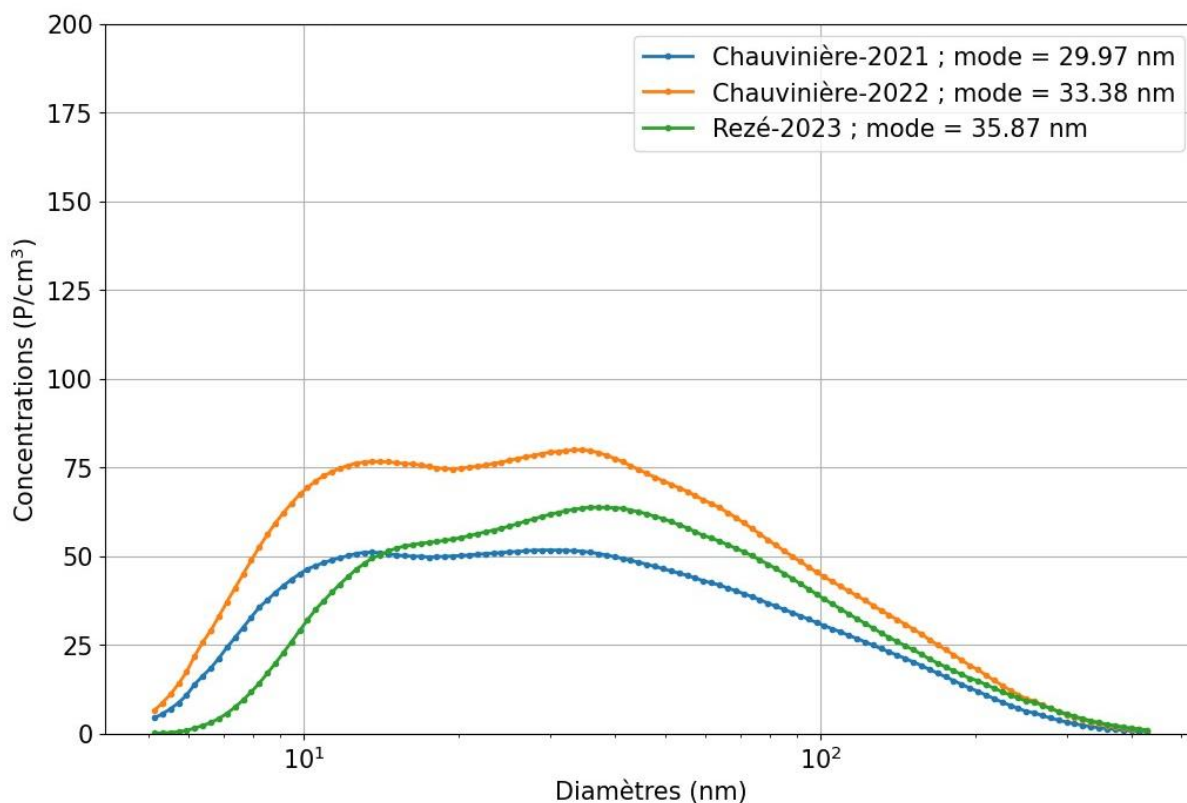


Figure 31 : distributions granulométriques moyennes, de mi-avril à mi-juillet 2021 à La Chauvinière, de mi-avril à mi-juillet 2022 à La Chauvinière et de mi-avril à mi-juillet 2023 à Rezé

La figure 31 indique des concentrations plus élevées à La Chauvinière en 2022 pour l'ensemble des diamètres de particules.

La distribution à La Chauvinière en 2021 montre des concentrations plus élevées qu'à Rezé en 2023 pour des diamètres de particules inférieures à 15 nm et des concentrations moins élevées pour des diamètres de plus de 15 nm.

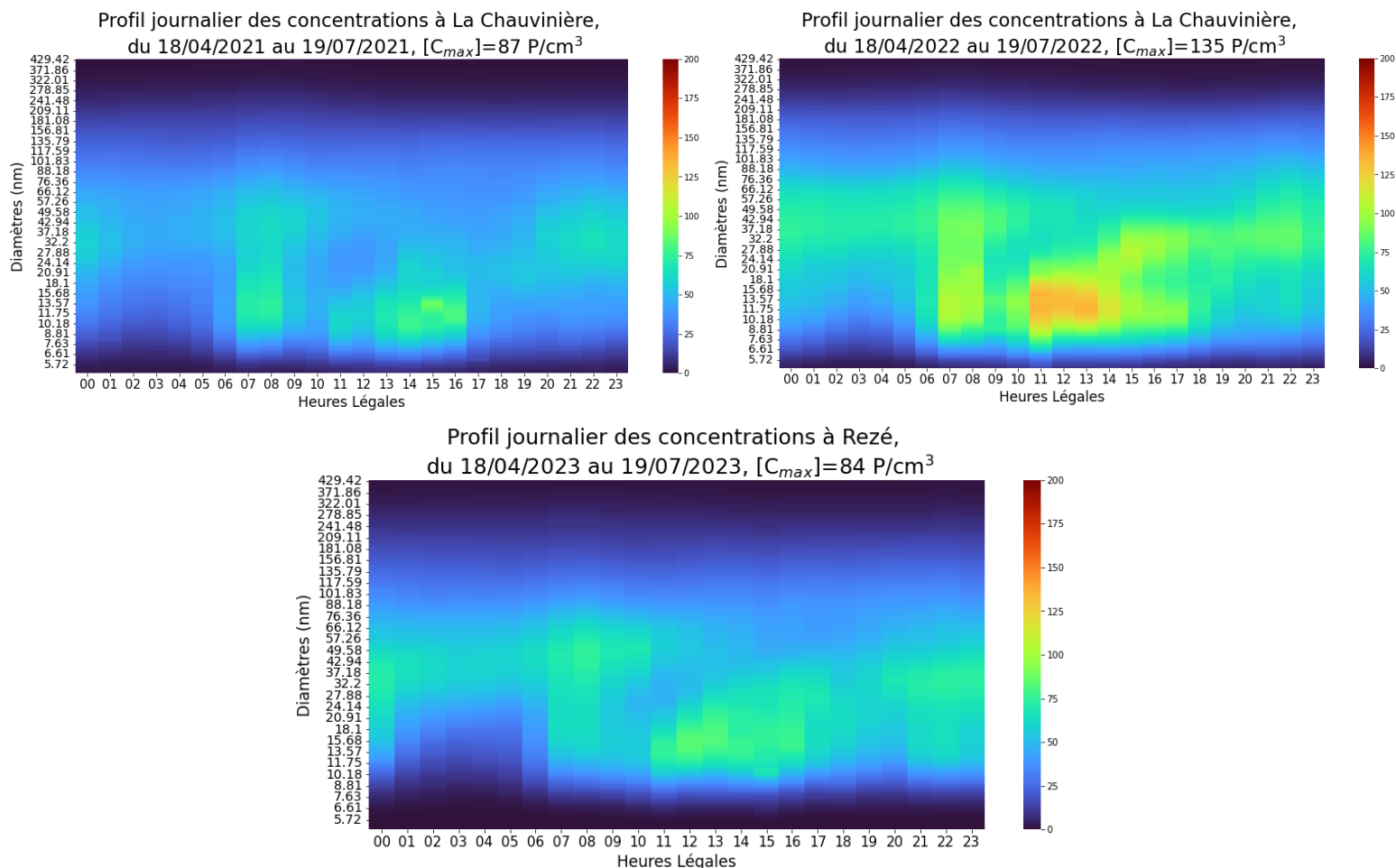


Figure 32 : profils journaliers moyens, de mi-avril à mi-juillet 2021 à La Chauvinière, de mi-avril à mi-juillet 2022 à La Chauvinière et de mi-avril à mi-juillet 2023 à Rezé

La figure 32 montre que l'essentiel des différences entre La Chauvinière 2021 et 2022 intervient en journée, à priori en lien avec des conditions de formation de nouvelles particules par photochimie plus favorables en 2022 qu'en 2021, résultant d'un ensoleillement plus intense en 2022.

Afin d'étudier la survenue des élévations des concentrations, la rose du nombre d'élévations, ainsi que la rose de pollution moyenne est présentée dans la suite :

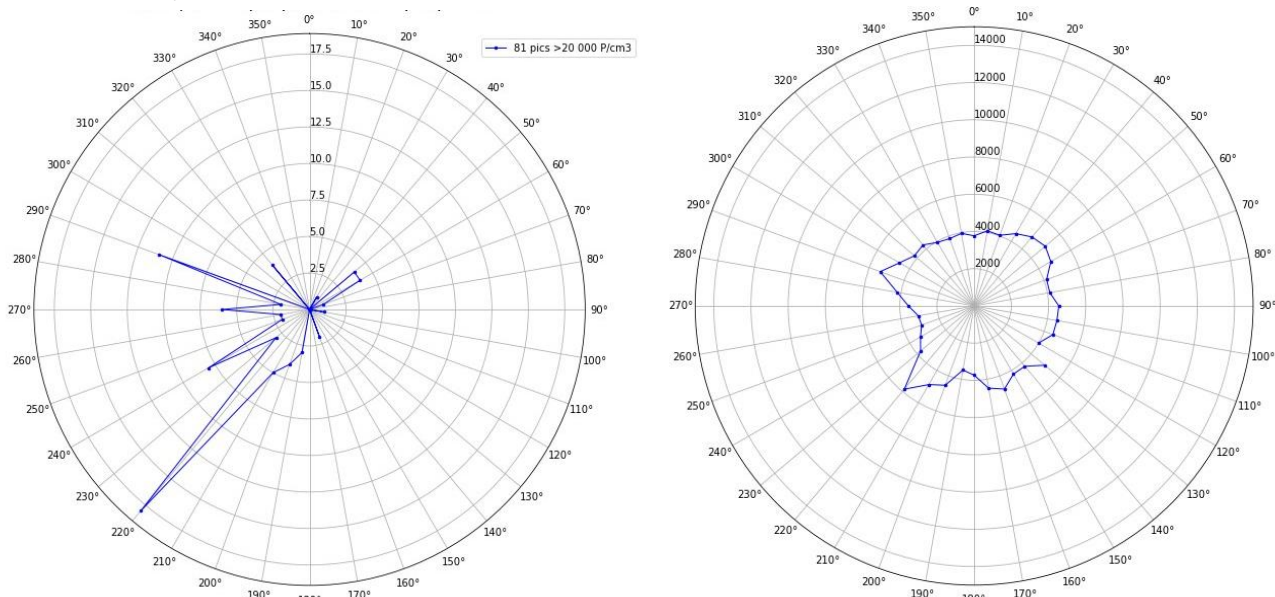


Figure 33 : rose du nombre d'élévations des concentrations de plus de $20\,000 \text{ P/cm}^3$ (à gauche) et rose de pollution moyenne (à droite) à Rezé, du 18/04/2023 au 19/07/2023

La figure 33 indique un nombre d'élévation des concentrations maximales dans la direction de la piste de l'aéroport, avec 18 élévations dans cette direction durant les trois mois de mesure.

Cette direction est également associée à des concentrations plus élevées (de l'ordre de 40 %), avec des concentrations de $6\,000 \text{ P/cm}^3$, contre une moyenne de $4\,300 \text{ P/cm}^3$ pour l'ensemble des directions.

Afin de s'assurer que ces élévations, dans la direction 220°N sont en lien avec le trafic aérien, une comparaison des profils de concentrations et du trafic aérien, par vents de 220°N et hors vents de 220°N est réalisée dans la suite :

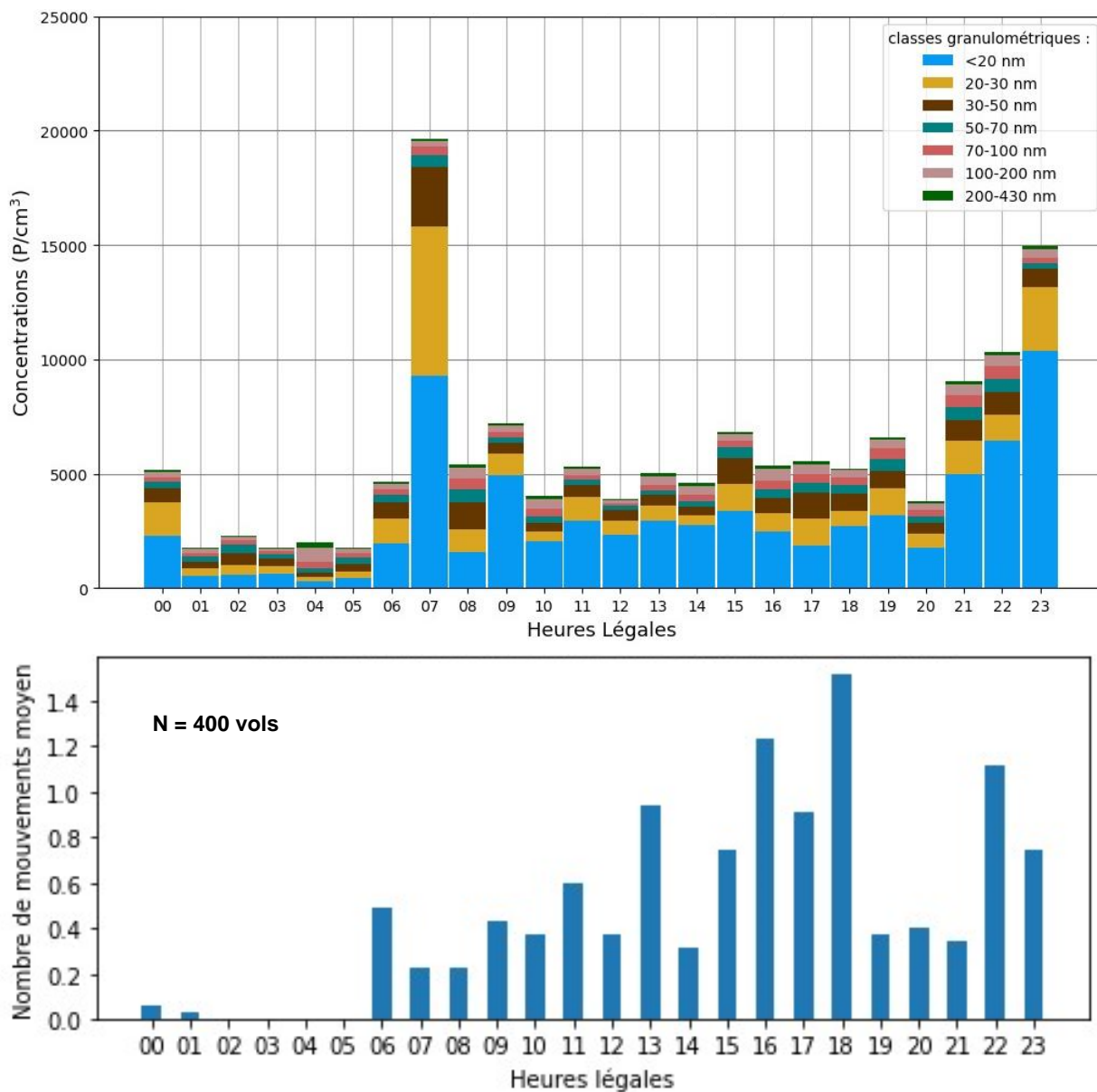


Figure 34 : comparaison des profils journaliers des concentrations mesurées à Rezé par vents provenant de la piste de l'aéroport (220°N) avec le profil journalier du nombre moyen de mouvements d'avions par vents provenant de la piste (220°N), du 18/04/2023 au 19/07/2023

Contrairement aux sites de la Ranjonière et des Couëts, la comparaison des deux profils à Rezé (cf. figure 34) ne fait pas apparaître de corrélation marquée entre concentrations et trafic aérien. En revanche, on remarque des niveaux de concentrations en particules ultrafines inférieures à 20 nm plus élevés qu'en moyenne dans les autres directions, comme l'indique la figure suivante (figure 35). Elles augmentent à partir de 6h et diminuent sensiblement à 0h. Les concentrations, sont les plus élevées le matin et le soir.

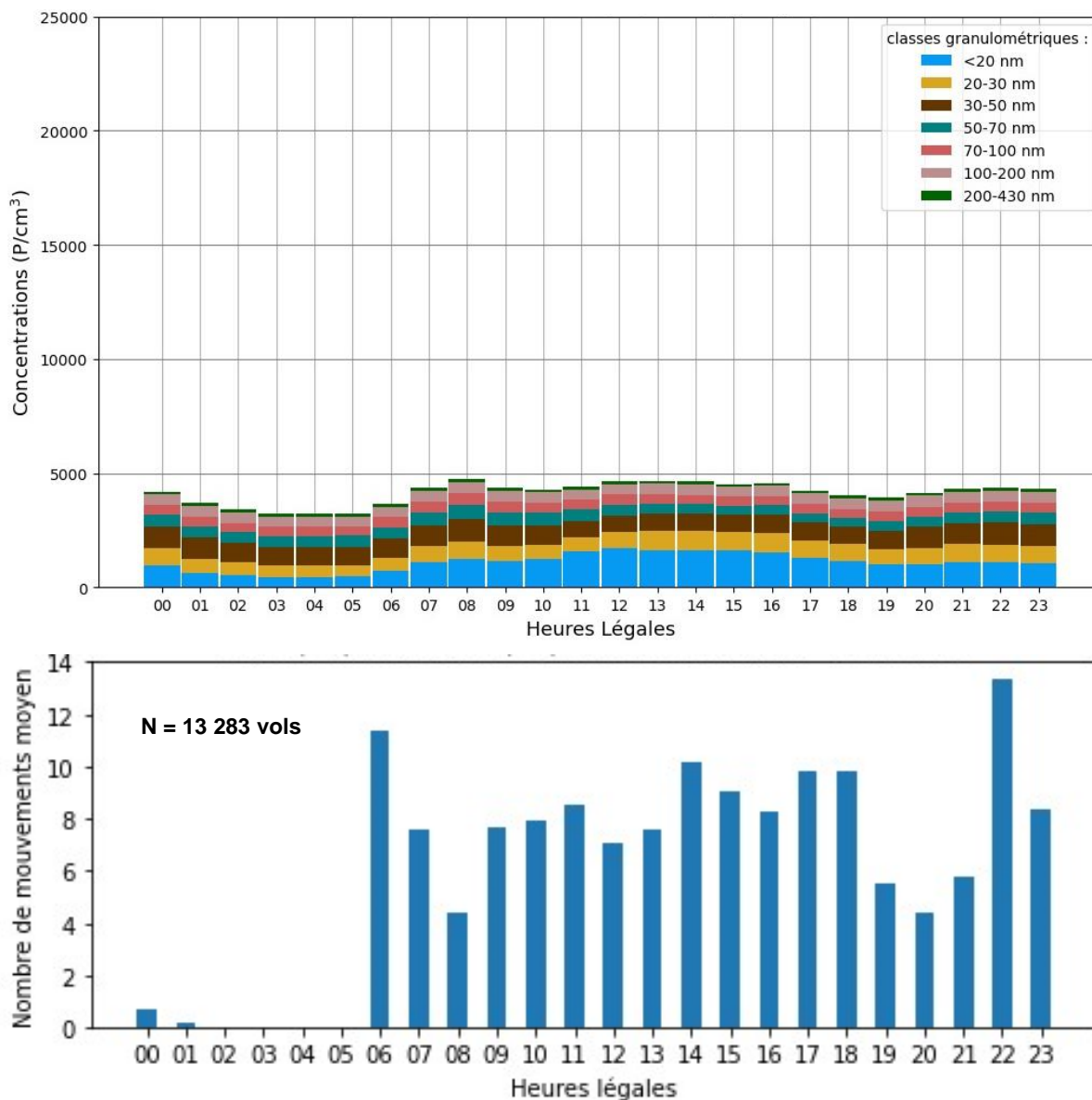


Figure 35 : comparaison des profils journaliers des concentrations mesurées à Rezé, hors vents provenant de la piste de l'aéroport (l'ensemble des directions sauf 220°N) avec le profil journalier du nombre moyen de mouvements d'avions hors vents provenant de la piste (l'ensemble des directions sauf 220°N), du 18/04/2023 au 19/07/2023

La figure 35 qui présente les profils tracés sur l'ensemble des autres directions indique une absence de corrélation entre concentrations et trafic aérien. On observe des concentrations qui varient peu au sein de la journée. Les concentrations des particules ultrafines inférieures à 20 nm enregistrées dans la direction 220°N sont par ailleurs plus faibles que celles enregistrées dans l'ensemble des directions hormis la direction 220°N.

La présence d'une direction privilégiée dans la rose de pollution et la présence de particules inférieures à 20 nm dans le profil journalier suggèrent une influence du trafic aérien sur le site de Rezé.

Exposition

81 élévations des concentrations supérieures à 20 000 P/cm³ ont été mesurées à Rezé, entre le 18/04/2023 et le 19/07/2023. Ces élévations, en moyenne de près de 26 300 P/cm³, représentent environ 0,3 % du temps.

Influence du trafic aérien en fonction de l'éloignement à la piste

Le suivi réalisé depuis novembre 2020 sur les différents sites en bout de piste nord (La Ranjonnière, le cimetière des Couëts et à Rezé, situés respectivement à 0,5 km, 1,8 km et 3,6 km) et sur les deux sites en bout de piste sud (Saint-Aignan de Grandlieu au Chais des Treilles et à Herbauges situés à 2 km et 2,8 km), permet d'estimer l'influence de la distance d'éloignement à la piste sur les surconcentrations liées au trafic aérien. Le graphique suivant présente la surconcentration moyenne liée au trafic aérien lorsque le site est sous les vents de la piste en fonction de la distance à la piste.

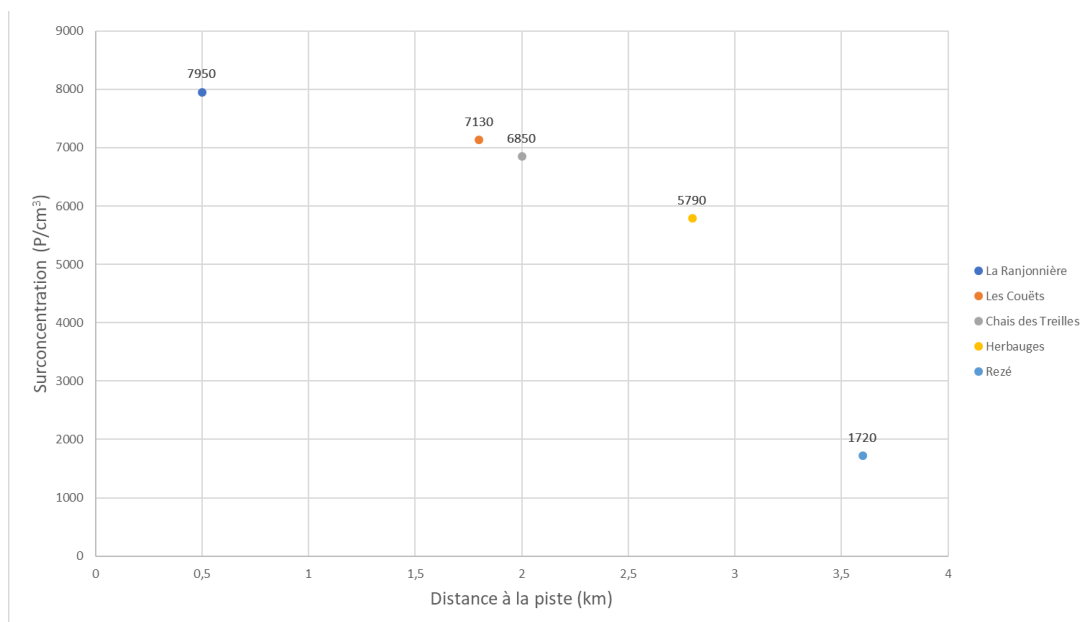


Figure 36 : évolution de de la surconcentration moyenne liée à l'influence du trafic en fonction de la distance des différents sites à la piste⁵

La figure ci-dessus montre :

- une décroissance des concentrations avec l'augmentation de la distance,
- une influence du trafic aérien visible à plus de 3,5 km de la piste,
- une influence du trafic aérien proche entre le site du Chais des Treilles et des Couëts. Ces sites étant respectivement situés en bout de piste sud et nord, ils sont donc soumis à l'influence du trafic aérien lors de conditions météorologiques très différentes (flux de nord-est et flux de sud-ouest). Malgré ces différences de conditions météorologiques, l'influence du trafic demeure proche.

⁵ La surconcentration moyenne liée au trafic aérien est calculée à partir des roses de pollutions moyennes en déduisant la concentration moyenne obtenue dans la direction de la piste de la concentration moyenne obtenue hors influence.

Conclusion

En milieu urbain :

Une comparaison des typologies de site de trafic routier (boulevard des Frères de Goncourt) et de fond urbain (La Chauvinière) a été réalisée. Elle montre :

En période hivernale :

- des concentrations moyennes de 2 à 2,7 fois plus élevées sur le site de trafic (13 100 P/cm³) par rapport à celles enregistrées sur le site de fond urbain durant hiver 2020/2021 (6 450 P/cm³) et durant l'hiver 2021/2022 (4 920 P/cm³).

En période estivale :

- une concentration moyenne 2,6 fois plus élevée sur le site de trafic (10 100 P/cm³) par rapport aux niveaux de fond urbain (3 920 P/cm³).

Par ailleurs, le suivi réalisé en 2021 et en 2022 sur le site de la Chauvinière permet de mettre en évidence les conclusions suivantes :

- des concentrations moyennes 30 % plus élevées durant l'hiver 2021 par rapport à l'hiver 2022, en lien avec des conditions météorologiques moins dispersives et propices à des émissions du chauffage plus importantes en 2021,
- une concentration moyenne durant l'été 2022 (6 000 P/cm³) 50 % plus élevée que durant l'été 2021 (3 970 P/cm³), en lien avec la production de particules ultrafines par photochimie plus intense en été 2022.

Dans l'environnement de l'aéroport de Nantes-Atlantique :

Quatre sites de mesure dans l'environnement de la plateforme aéroportuaire ont été investigués durant la campagne. Trois sites en bout de piste nord, dans l'axe : La Ranjonnière, le cimetière des Couëts et Rezé, situés respectivement à 500 m, 1,8 km et 3,6 km, et un site désaxé au sud situé à Pont-Saint-Martin à 3,5 km. Rappelons ici qu'un suivi a été mis en œuvre en bout de piste sud, sur la commune de Saint-Aignan de Grandlieu, sur deux sites de mesure distants de 2 km et 2,8 km, respectivement aux Chais des Treilles et à l'école Jules d'Herbauges.

Le suivi simultané à La Ranjonnière, au cimetière des Couëts et au boulevard des Frères de Goncourt montre :

- une concentration moyenne aux Couëts (4 790 P/cm³) 18 % plus élevée qu'à La Ranjonnière (4 060 P/cm³) du fait de l'urbanisation du site des Couëts, mais des niveaux de pointe (percentile 98) plus élevés à La Ranjonnière (+22 %) en lien avec la proximité de ce site à la piste,
- une concentration moyenne sur le site de trafic routier des Frères de Goncourt (10 550 P/cm³) respectivement de 2,6 et 2,2 fois plus élevée par comparaison à celles enregistrées à La Ranjonnière et au cimetière des Couëts. En revanche, les niveaux de pointe (percentile 98) sont 1,6 fois supérieurs au boulevard des Frères de Goncourt qu'à La Ranjonnière,
- l'influence du trafic aérien sur les concentrations enregistrées sur les sites de La Ranjonnière et aux Couëts a été confirmée. Elle entraîne une augmentation des concentrations d'un facteur 3 à La Ranjonnière et d'un facteur 2,2 au cimetière des Couëts, lorsque les sites sont sous les vents de la piste [210,220 et 230°N]⁶,
- une influence du trafic aérien (élévations de plus de 20 000 P/cm³) ponctuelle. Elle représente 3,6 % du temps sur les deux sites. Par comparaison, ces élévations représentent 17 % du temps au niveau du boulevard des Frères de Goncourt.

Le suivi simultané à Pont-Saint-Martin et au boulevard des Frères de Goncourt montre :

- une concentration moyenne à Pont-Saint-Martin (5 960 P/cm³) 2,5 fois plus faible qu'au boulevard des Frères de Goncourt (14 640 P/cm³),
- une absence d'influence nette du trafic aérien, mais celle-ci n'est toutefois pas à exclure compte tenu des niveaux plus élevés lorsque le site est sous les vents de la piste par rapport à ceux enregistrés lorsque le site n'est pas sous les vents de la piste,
- le site de Pont-Saint-Martin a été exposé à des élévations des concentrations de plus de 20 000 P/cm³, durant environ 0,5 % du temps.

⁶ Cette influence se traduit également par des élévations brusques des concentrations des particules ultrafines inférieures à 20 nm lorsque le site est sous les vents de la piste. Chaque élévation dure entre 5 et 10 minutes en lien avec les décollages et atterrissages (cf. <https://www.airpl.org/rapport/evaluation-des-concentrations-en-particules-ultrafines-dans-les-environs-de-l-aeroport-de-nantes-atlantique-novembre-2020-juin-2021>)

Les mesures à Rezé montrent :

- un niveau moyen ($4\,260\text{ P/cm}^3$) compris entre le niveau moyen de La Chauvinière en 2021 ($3\,970\text{ P/cm}^3$) et celui en 2022 ($5\,980\text{ P/cm}^3$),
- une influence du trafic qui entraîne une augmentation de la concentration moyenne de l'ordre de 40 % lorsque le site est sous les vents de la piste (220°N). Elle représente 0,3 % du temps.

Le suivi réalisé sur les différents sites dans l'environnement de l'aéroport a permis d'évaluer l'influence de la distance à la piste sur les concentrations liées à l'activité des avions :

- une décroissance des concentrations avec l'augmentation de la distance,
- une influence du trafic aérien visible à plus de 3,5 km de la piste,
- une influence du trafic aérien comparable entre le site du Chais des Treilles et des Couëts. Ces sites étant respectivement situés en bout de piste sud et nord, ils sont donc soumis à l'influence du trafic aérien lors de conditions météorologiques très différentes (flux de nord-est et flux de sud-ouest). Malgré ces différences de conditions météorologiques, l'influence du trafic demeure proche.

Perspectives

La prochaine phase de la campagne de mesure des particules ultrafines consiste en des mesures sur le site de La Ranjonnière durant le second semestre de 2023 et mises en perspective avec le site de trafic boulevard des Frères de Goncourt. L'objectif de cette dernière phase est d'évaluer l'influence de la reprise du trafic sur les concentrations en particules ultrafines, depuis fin 2020, début des mesures de PUF à proximité de l'aéroport de Nantes-Atlantique.

Annexes

- annexe 1 : Air Pays de la Loire

Annexe 1 – Air Pays de la Loire

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé par le Ministère de l'Environnement pour assurer la **surveillance de la qualité de l'air de la région des Pays de la Loire** 24h/24 et 7j/7.

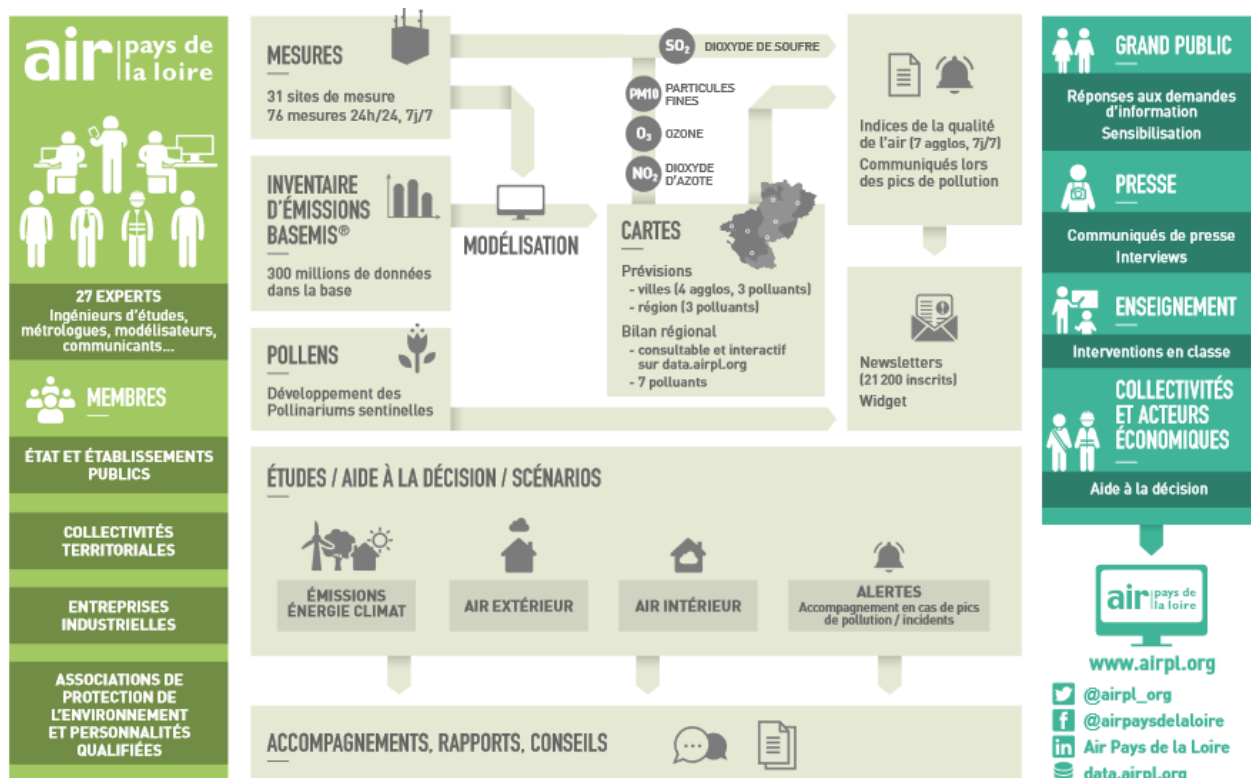
Air Pays de la Loire met quotidiennement à disposition de tous des informations sur la qualité de l'air :

- sur www.airpl.org : mesures en temps réel, prévisions régionales et urbaines, rapports d'études, actualités...
- via des newsletters gratuites : indices de qualité de l'air du jour et du lendemain, alertes pollution et alertes pollens ;
- sur Twitter (@airpl_org) et Facebook (Air Pays de la Loire)

Ses domaines d'expertise portent sur :

- **qualité de l'air extérieur** : mesures en temps réel, prévisions de qualité de l'air, cartographies, études autour d'industries, dans des zones agricoles...
- **qualité de l'air intérieur** : mesures dans des établissements recevant du public, appui aux collectivités dans les constructions de bâtiments, études spécifiques...
- **émissions, énergie, climat** : inventaire régional des émissions de polluants, gaz à effet de serre et des données énergétiques (BASEMIS®), aide à la décision pour les collectivités (plans climat air énergie territoriaux)...
- **pollens** : diffusion en temps réel des résultats sur la région.

Organisé sous forme pluri-partenaire, Air Pays de la Loire réunit quatre groupes de partenaires : l'Etat, des collectivités territoriales, des industriels et des associations de protection de l'environnement et de défense des consommateurs.





AIR PAYS DE LA LOIRE

5 rue Édouard-Nignon
CS 70709 – 44307 Nantes cedex 3
Tél + 33 (0)2 28 22 02 02
Fax + 33 (0)2 40 68 95 29
contact@airpl.org

air | pays de
la Loire
www.airpl.org