



GROUPE ADP

SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'AIR DES AÉROPORTS FRANCILIENS



**PARIS-ORLY
PARIS-CHARLES DE GAULLE
PARIS-LE BOURGET**

BILAN DE LA SURVEILLANCE 2023



Groupe ADP - Laboratoire

Objet du rapport : Surveillance de la qualité de l'air ambiant,
Aéroport Paris–Charles de Gaulle,
Aéroport Paris–Orly
Aéroport Paris–Le Bourget
Bilan annuel 2023

N° d'enregistrement : Laboratoire/ AMA-CDG-ORY-LBG-2023-BA REV1

Niveau de confidentialité : Public

Version du rapport : 2^{ème} version




Annule et remplace le rapport Laboratoire AMA-CDG-ORY-LBG-2023-BA du 21/08/2024
Modifications apportées : §4.2, §7 et §8

	Rédaction	Vérification	Approbation
Nom	NICOLET CHANAL Christelle	NICOLET CHANAL Christelle	DECOT Thierry
Fonction	Responsable Unité Air	Responsable Unité Air	Directeur des laboratoires
Signature			

SYNTHESE

L'unité Air du Laboratoire du Groupe ADP assure la réalisation des mesures relatives aux polluants atmosphériques au niveau des plates-formes aéroportuaires franciliennes afin de répondre aux prescriptions des articles 26 et 49 du Décret n° 2005-828 du 20 juillet 2005 .

Le tableau ci-dessous présente une synthèse des mesures des polluants réglementés (NO, NO₂, PM_{2.5}, PM₁₀) mesurés en continu à Paris-Charles de Gaulle, Paris-Orly et Paris-Le Bourget sur l'année 2023.

	Valeurs limites (Valeurs réglementaires contraignantes)			Seuils d'Alerte		Objectif de qualité (an)	Evolution des concentrations sur 5 ans (2019-2023)
	Horaire (VLH)	Journalière (VLJ)	Annuelle (VLA)	Seuil d'information et de recommandation	Seuil d'alerte		
NO ₂	200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile		40 µg/m³	200 µg/m³ En moyenne <u>horaire</u>	400 µg/m³ en moyenne <u>horaire</u> pendant 3h consécutives	40 µg/m³ En moyenne <u>annuelle</u>	 CDGN = - 16 % CDGC = - 9 % ORYS = - 28 % ORYN = - 40 %
	Nombre de dépassement CDGN : 0 CDGC : 0 ORYN : 0 ORYS : 0 LBG : 1		Moyennes annuelles CDGN : 15,2 CDGC : 23,5 ORYN : 19,1 ORYS : 14,7 LBG : 19,2	Nombre de dépassement CDGN : 0 CDGC : 0 ORYN : 0 ORYS : 0 LBG : 1	Nombre de dépassement CDGN : 0 CDGC : 0 ORYN : 0 ORYS : 0 LBG : 0	Moyennes annuelles CDGN : 15,2 CDGC : 23,5 ORYN : 19,1 ORYS : 14,7 LBG : 19,2	
PM ₁₀	50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 fois par année civile		40 µg/m³	50 µg/m³ En moyenne <u>journalière</u>	80 µg/m³ En moyenne <u>journalière</u>	30 µg/m³ En moyenne <u>annuelle</u>	 CDGN = - 14 % CDGC = - 7 % ORYS = - 15 % ORYN = - 22 %
	Nombre de dépassement CDGN : 2 CDGC : 3 ORYN : 4 ORYS : 4 LBG : 4		Moyennes annuelles CDGN : 13,4 CDGC : 14,6 ORYN : 14,5 ORYS : 15,1 LBG : 14,8	Nombre de dépassement CDGN : 2 CDGC : 3 ORYN : 4 ORYS : 4 LBG : 4	Nombre de dépassement CDGN : 0 CDGC : 0 ORYN : 0 ORYS : 0 LBG : 0	Moyennes annuelles CDGN : 13,4 CDGC : 14,6 ORYN : 14,5 ORYS : 15,1 LBG : 14,8	
PM _{2.5}			25 µg/m³			10 µg/m³ En moyenne <u>annuelle</u>	 CDGN = -23 % CDGC = - 29 % ORYS = - 44 % ORYN = - 27 %
			Moyennes annuelles CDGN : 8,6 CDGC : 9,3 ORYN : 8,6 ORYS : 9,4 LBG : 9,5			Moyennes annuelles CDGN : 8,6 CDGC : 9,3 ORYN : 8,6 ORYS : 9,4 LBG : 9,5	

SOMMAIRE

1.	Contexte de la surveillance de la qualité de l'air sur les plateformes aéroportuaires	8
2.	Origines et effets des polluants réglementés	8
2.1	Oxydes d'azote (NO, NO ₂ , NO _x)	8
2.2	Particules fines (PM _{2.5} , PM ₁₀)	8
3.	Mesures et surveillance de polluants non règlementés	9
4.	Stratégie de surveillance de la qualité de l'air ambiant	9
4.1	Méthodologie	9
4.2	Stations de surveillance	10
4.3	Matériels	13
4.4	Limites de détection et de quantification	13
4.5	Valeurs limites du Code de l'Environnement	14
4.6	Futures valeurs limites du code de l'environnement	15
4.7	Interprétation des données de surveillance air ambiant.....	16
4.7.1	Périodes d'agrégation.....	16
4.7.2	Concept de couverture des données	16
4.7.3	Concept d'épisodes de pollution	16
4.7.4	Données AIRPARIF	17
5.	Bilan des mesures de qualité de l'air 2023 des polluants réglementés et historique	18
5.1	Couverture temporelle des données	18
5.2	Roses des vents.....	18
5.3	Oxydes d'azote (NO, NO ₂ , NO _x).....	23
5.3.1	Evolutions temporelles	23
5.3.2	Evaluation des valeurs limites associés au NO ₂	24
5.3.3	Tendances pluriannuelles.....	26
5.4	Particules (PM ₁₀ , PM _{2.5}).....	27
5.4.1	Evolutions temporelles	27
5.4.2	Evaluation des valeurs limites associés aux particules (PM ₁₀ et PM _{2.5}).....	29
5.4.3	Tendances pluriannuelles.....	32
6.	Roses de pollutions des polluants réglementés (NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2.5})	33
6.1	Etude sur les sources de polluants mesurés à Paris-Charles de Gaulle	33
6.2	Etude sur les sources de polluants mesurés à Paris-Orly	34
6.3	Etude sur les sources de polluants mesurés à Paris-Le Bourget	35
7.	Bilan des mesures de particules ultrafines (PUF)	36
7.1	Etat des lieux.....	36
7.2	Concentrations totales en Particules UltraFines (PUF)	37
7.2.1	Evolution des moyennes annuelles en PUF	37
7.2.2	Distributions des concentrations en PUF 2023 au sein des stations de mesure du Laboratoire ADP.....	39
7.3	Evolutions temporelles	41

7.3.1	Moyennes journalières	41
7.3.2	Profils temporels des concentrations	42
7.4	Roses de pollutions des PUF	45
7.4.1	Paris - Charles de Gaulle	45
7.4.2	Paris - Orly	46
7.4.3	Paris – Le Bourget.....	47
7.5	Conclusions et perspectives sur la surveillance des particules ultrafines.....	48
8.	Annexes.....	49
8.1	Rose des vents	49
8.2	Température sur l'année 2023	49
8.3	Evolutions temporelles NO, NO ₂ et NO _x : Aéroport Paris-Orly	50
8.4	Evolutions temporelles NO, NO ₂ et NO _x : Aéroport Paris-Charles de Gaulle et Aéroport Paris-Le Bourget	51
8.5	Evolutions temporelles des particules ultrafines (PUF)	52
8.6	Distances entre les stations de mesure de qualité de l'air ADP et lieux émissifs	53

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Cartographie globale ile de France avec les stations de mesures ADP et AIRPARIF proches aéroports	10
Figure 2 : Cartographie de la zone aéroportuaire de Paris-Charles de Gaulle et Paris – Le Bourget.....	11
Figure 3 : Cartographie de la zone aéroportuaire de Paris – Orly	12
Figure 4 : Photographie de l'intérieur d'une station.....	13
Figure 5 : Futures valeurs limites annuelles pour les polluants dans l'air ambiant.....	16
Figure 6 : Roses des vents annuelles des années 2019 à 2023 (source : Données Météo France)	19
Figure 7 : Roses des vents saisonnières des années 2019 à 2023 (source : Données Météo France)	21
Figure 8 : Dioxyde d'azote (NO ₂) sur les plateformes Paris-Charles de Gaulle, Paris-Le Bourget et les environs – Evolution des maximums horaires journaliers	23
Figure 9 : Dioxyde d'azote (NO ₂) sur Paris-Orly et les environs – Evolution des maximums horaires journaliers.....	23
Figure 10 : Dioxyde d'azote (NO ₂) sur les plateformes Paris-Charles de Gaulle, Paris-Le Bourget et les environs – Evolution du nombre de dépassements de la Valeur Limite Horaire (VLH)	24
Figure 11 : Dioxyde d'azote (NO ₂) sur Paris-Orly et les environs – Evolution du nombre de dépassements de la Valeur Limite Horaire (VLH)	24
Figure 12 : Dioxyde d'azote (NO ₂) sur les plateformes Paris-Charles de Gaulle, Paris-Le Bourget et les environs – Evolution des moyennes annuelles comparé à la Valeur Limite Annuelle (VLA)	25
Figure 13 : Dioxyde d'azote (NO ₂) sur Paris-Orly et les environs – Evolution des moyennes annuelles comparé à la Valeur Limite Annuelle (VLA)	25
Figure 14 : Particules PM ₁₀ sur les plateformes Paris-Charles de Gaulle, Paris-Le Bourget et les environs – Evolution des moyennes journalières.....	27
Figure 15 : Particules PM ₁₀ sur Paris-Orly et ses environs – Evolution des moyennes journalières.....	27
Figure 16 : Particules PM _{2,5} sur les plateformes Paris-Charles de Gaulle, Paris-Le Bourget et les environs – Evolution des moyennes journalières.....	28
Figure 17 : Particules PM _{2,5} sur Paris-Orly et ses environs – Evolution des moyennes journalières	28
Figure 18 : Particules PM ₁₀ sur les plateformes Paris-Charles de Gaulle, Paris-Le Bourget et les environs – Evolution du nombre de dépassement de la Valeur Limite Journalière (VLJ)	29
Figure 19 : Particules PM ₁₀ sur Paris-Orly et les environs – Evolution du nombre de dépassement de la Valeur Limite Journalière (VLJ)	29
Figure 20 : Particules PM ₁₀ sur les plateformes Paris-Charles de Gaulle, Paris-Le Bourget et les environs – Evolution des moyennes annuelles comparé à la Valeur Limite Annuelle (VLA)	30
Figure 21 : Particule PM ₁₀ sur Paris-Orly et les environs – Evolution des moyennes annuelles comparé à la Valeur Limite Annuelle (VLA)	30
Figure 22 : Particules PM _{2,5} sur les plateformes Paris-Charles de Gaulle, Paris-Le Bourget et les environs – Evolution des moyennes annuelles comparé à la Valeur Limite Annuelle (VLA)	31
Figure 23 : Particules PM _{2,5} sur Paris-Orly et les environs – Evolution des moyennes annuelles comparé à la Valeur Limite Annuelle (VLA)	31
Figure 24 : Roses des pollutions des stations CDG Centre et CDG Nord en NO ₂ , PM ₁₀ et PM _{2,5} pour l'année 2023	33
Figure 25 : Roses des pollutions des stations Orly Nord et Sud pour l'année 2023.....	34
Figure 26 : Roses des pollutions des stations Paris – Le Bourget pour l'année 2023.....	35
Figure 27 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations de PUF sur les différentes stations.....	37
Figure 28 : boîte à moustaches	39
Figure 29 : Boîte à moustaches des concentrations en PUF des différentes stations	40
Figure 30 : Evolutions temporelles de la concentration journalière en nombre de PUF par station	41
Figure 31 : Profils journaliers des concentrations en PUF à travers les stations de mesure ADP	42
Figure 32 : Profils hebdomadaires des concentrations en PUF à travers les stations de mesure ADP.....	43
Figure 33 : Profils mensuels des concentrations en PUF à travers les stations de mesure ADP.....	43
Figure 34 : Scrutation des moyennes journalières et directions de vent (flèches bleues) sur la période mai-juin 2023..	44
Figure 35 : : Roses de pollution de la concentration en PUF par direction et force de vent à CDG Nord et CDG Centre.....	45
Figure 36 : Moyenne pondérée de la concentration en PUF par l'occurrence de la direction et force du vents à CDG Nord et CDG Centre	45
Figure 37 : Roses de pollutions en PUF de la station Orly Nord pour l'année 2023.....	46
Figure 38 : Moyenne pondérée de la concentration en PUF par l'occurrence de la direction et force du vents à Orly Nord pour l'année 2023.....	46
Figure 39 : Roses de pollutions en PUF de la station Le Bourget pour l'année 2023.....	47
Figure 40 : Moyenne pondérée de la concentration en PUF par l'occurrence de la direction et force du vents au Bourget pour l'année 2023.....	47

LISTE DES ABREVIATIONS

ACNUSA	Autorité de Contrôle des NUiances Aéroportuaires
ADP	Aéroports De Paris
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
CDGN	Paris-Charles de Gaulle Nord
CDGC	Paris-Charles de Gaulle Centre
CPC	Condensation Particule Counter
LBG	Paris-Le Bourget
LCSQA	Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air
LD	Limite de Détection
LQ	Limite de Quantification
LTO	Landing Take-Off (Cycle atterrissage décollage)
NO	Monoxyde d'azote
NO ₂	Dioxyde d'azote
NO _x	Oxydes d'azote
OLGA	HOListic Green Airport
OMS	Organisme Mondial de la Santé
ORY	Paris-Orly
PM	Particulate Matter
PM ₁₀	Particules dont le diamètre aérodynamique moyen est inférieur à 10 µm
PM _{2.5}	Particules dont le diamètre aérodynamique moyen est inférieur à 2.5 µm
PMF	Positive Matrix Factorization
PUF	Particules UltraFines
SMPS	Scanning Mobility Particule Sizer
VCA	Voie de circulation avion
VLA	Valeur Limite Annuelle
VLJ	Valeur Limite Journalière
VLH	Valeur Limite Horaire

1. Contexte de la surveillance de la qualité de l'air sur les plateformes aéroportuaires

Conformément aux prescriptions des articles 26 et 49 du Décret n° 2005-828 du 20 juillet 2005 relatif à la société Aéroports de Paris, l'unité Air du Laboratoire Groupe ADP assure la réalisation des mesures relatives aux polluants atmosphériques au niveau des plates-formes aéroportuaires franciliennes. Le Groupe ADP met à la disposition du public ces informations environnementales et publie trimestriellement et annuellement les résultats des mesures sur le [site internet "Entre voisins"](#).

En termes de reconnaissance qualité, le système de management de la qualité du Laboratoire est certifié ISO 9001 depuis 1997 et l'activité de mesure des concentrations d'oxydes d'azote est accréditée par le COFRAC. Par ailleurs, le Laboratoire participe activement aux certifications environnementales ISO 14001 des plates-formes de Paris-Orly et de Paris-Charles de Gaulle.

2. Origines et effets des polluants réglementés

2.1 Oxydes d'azote (NO, NO₂, NO_x)

Les principales sources d'oxydes d'azote NO_x (comprenant le monoxyde d'azote NO et le dioxyde d'azote NO₂) sont les moteurs thermiques, les chaudières et les turbines, dont le comburant est l'air. Les oxydes d'azote sont considérés comme un bon indicateur de pollution liée aux transports, et en tout premier lieu le trafic routier. Alors que le NO₂ est un polluant nocif pour la santé (irritant pour les bronches, augmentant la fréquence et la gravité des crises d'asthme, favorisant les infections pulmonaires chez l'enfant), le NO n'est pas réglementé car aucun effet de ce polluant sur la santé n'est reconnu aux concentrations présentes dans l'atmosphère. Ainsi, seules les mesures de NO₂ sont réglementées.

Parmi les NO_x, le NO est le principal composé émis à la sortie d'une source de combustion (émission primaire). Le dioxyde d'azote NO₂ est aussi directement émis par les sources de combustion (émission primaire), mais il est également produit dans l'atmosphère par réaction à partir du monoxyde d'azote NO. On parle alors de polluant "secondaire".

2.2 Particules fines (PM_{2,5}, PM₁₀)

Les particules sont des composés hétérogènes. Elles peuvent être d'origine naturelle (vents de poussières, érosion des sols, pollens, bactéries, aérosols marins, cendres volcaniques, etc.) ou anthropiques (liées à l'activité humaine). Dans ce cas, elles sont en grande partie issues de la combustion (industries, chauffages industriels et domestiques, transport automobile, etc.), de procédés industriels, mais aussi de l'usure des matériaux (revêtement des routes, pneus, frein, etc.).

Les particules dont le diamètre aérodynamique moyen est inférieur à 10 µm (PM₁₀) sont retenues par les voies respiratoires supérieures. Les particules dont le diamètre aérodynamique moyen est inférieur à 2,5 µm (PM_{2,5}) pénètrent plus profondément dans l'arbre respiratoire où elles peuvent notamment provoquer des inflammations et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble.

3. Mesures et surveillance de polluants non réglementés

Le Laboratoire du Groupe ADP a débuté en 2018 la surveillance des particules ultrafines (PUF), en phase avec les préconisations de l'ANSES et de l'ACNUSA (Journal officiel 06 octobre 2020). Le suivi de ce polluant n'est pas réglementé à ce jour. Le Laboratoire du Groupe ADP a choisi de surveiller ce polluant afin d'établir une base de connaissance et de caractériser l'empreinte particulaire de l'activité aéroportuaire. Ces particules, d'une taille inférieure aux PM10 et PM2,5, sont suspectées d'être plus nocives que les particules de taille supérieures car elles pénètrent plus profondément dans l'organisme. Leur diamètre est inférieure à 0,1 micron (100 nanomètres), ce qui correspond à la taille d'un virus ou d'une molécule d'ADN. Compte tenu de leurs dimensions très variables, et de leur masse extrêmement faible, la technologie utilisée pour mesurer ces particules s'appuie sur leur comptage.

4. Stratégie de surveillance de la qualité de l'air ambiant

4.1 Méthodologie

La méthodologie mise en œuvre pour la surveillance des polluants dont les concentrations sont présentées dans ce bilan s'appuie sur différents textes réglementaires, normatifs et scientifiques :

- L'[Arrêté du 19 avril 2017](#) relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l'air ambiant et transposant les Directives européennes 2015/1480, 2004/107/CE et 2008/50/CE ;
- La norme NF EN 14211 (2012), Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en dioxyde d'azote et monoxyde d'azote par chimiluminescence ;
- La norme NF EN 16450 (2017), Systèmes automatisés de mesurage de la concentration de matière particulaire (PM10 ; PM2,5) ;
- La norme NF EN 16976 (2024), Détermination de la concentration en nombre de particules de l'aérosol atmosphérique ;
- Guide technique d'accréditation COFRAC [LAB GTA 96](#), Essais d'évaluation de la qualité de l'air ambiant ;
- Rapport sur la gestion de la qualité de l'air en milieu aéroportuaire (ACNUSA, 2020) ;
- [Guides méthodologiques publiés par le LCSQA](#) (Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air).

4.2 Stations de surveillance

Le réseau de mesure de la qualité de l'air sur les plateformes de Paris - Charles de Gaulle, Paris-Le Bourget et Paris - Orly comprennent cinq stations permanentes (deux par plateforme pour Paris – Charles de Gaulle et Paris – Orly et une station pour Paris – Le Bourget (Cf. **Figure 1**, **Figure 2** et **Figure 3**). Les stations Tremblay et Gonesse sont des stations AIRPARIF péri-urbaines et les stations Bobigny et Vitry sont des stations AIRPARIF urbaines.

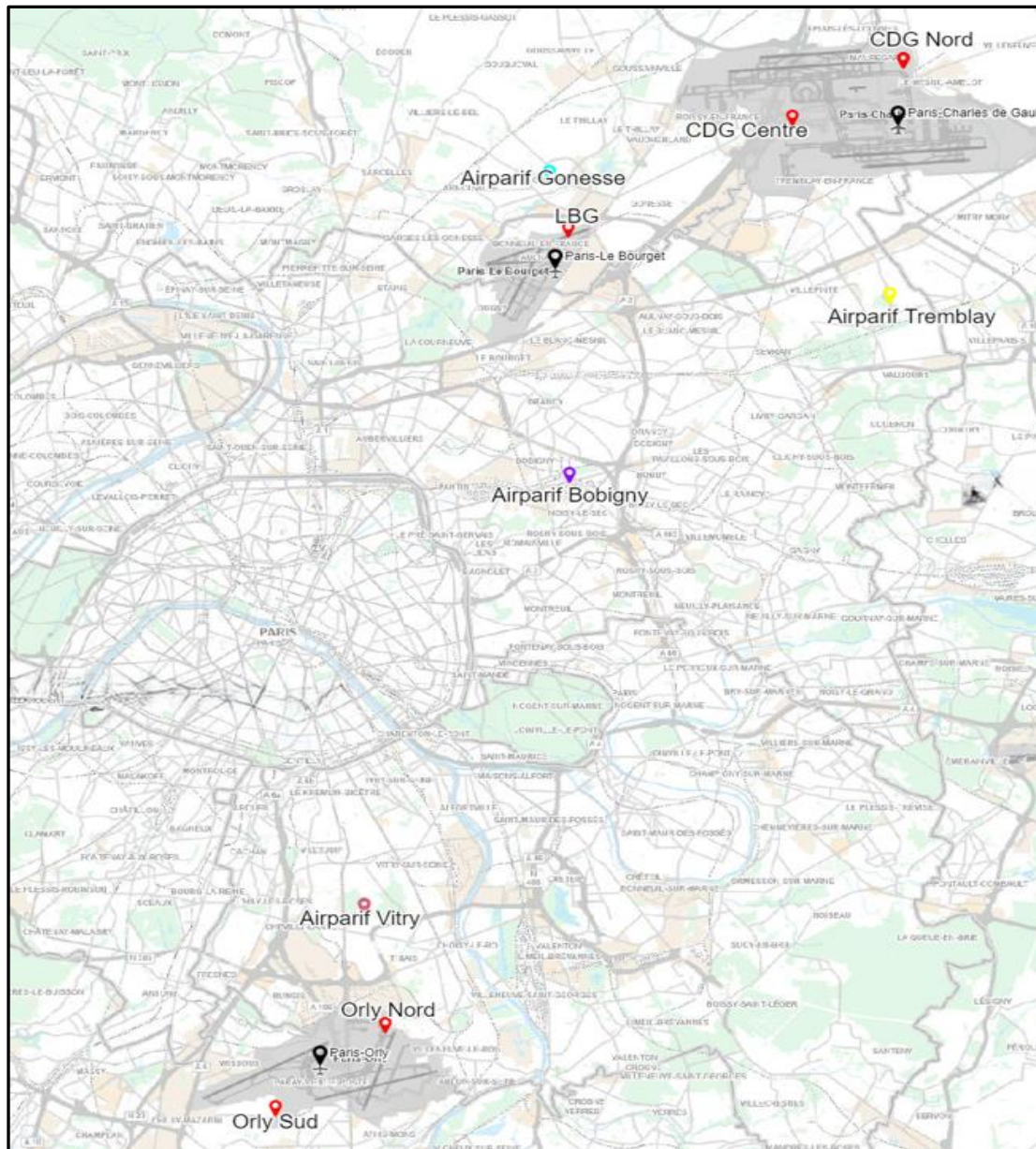


Figure 1 : Cartographie globale ile de France avec les stations de mesures ADP et AIRPARIF proches aéroports

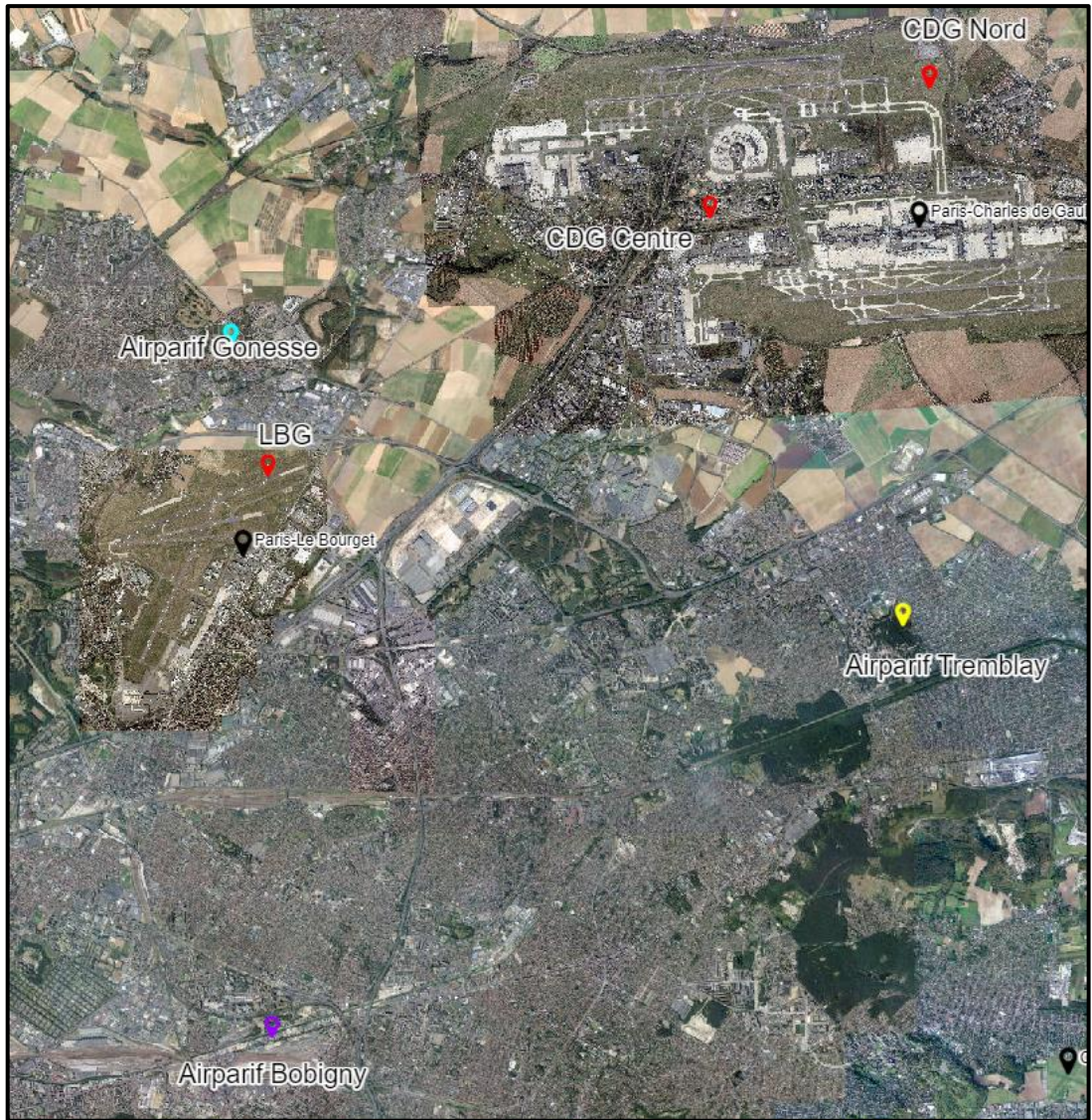


Figure 2 : Cartographie de la zone aéroportuaire de Paris-Charles de Gaulle et Paris – Le Bourget



Figure 3 : Cartographie de la zone aéroportuaire de Paris – Orly

Stations du Groupe ADP	Localisation	Polluants mesurés
★ Paris-Charles de Gaulle Nord	Située dans l'axe de la Piste 1, en zone de sûreté à accès réglementé, au Nord-Ouest du Mesnil-Amelot	NO _x , PM ₁₀ et PM _{2,5} PUF
★ Paris-Charles de Gaulle Centre	Située au cœur de la plateforme aéroportuaire, en zone de sûreté à accès réglementé, au Sud du Terminal 1	NO _x , PM ₁₀ et PM _{2,5} PUF
★ Paris-Le Bourget	Située au nord de la plateforme, au niveau du seuil décalé de la piste 25	NO _x , PM ₁₀ et PM _{2,5} PUF
★ Paris-Orly Nord	Située en zone d'entretien avion, dans l'axe des VCA desservant la piste 2 (ZIN).	NO _x , PM ₁₀ et PM _{2,5} PUF
★ Paris-Orly Sud	Située dans l'axe de la piste 3, en zone de sûreté à accès réglementée, au nord de Morangis.	NO _x , PM ₁₀ et PM _{2,5} , PUF*

* Depuis juillet 2024, la station de Paris-Orly Sud est instrumentée pour la surveillance des particules ultrafines.

4.3 Matériels

Conformément aux exigences des Directives et Normes Européennes, les analyseurs utilisés pour la surveillance des polluants réglementés sur les plateformes aéroportuaires sont tous certifiés et approuvés par type. Les certificats d'approbation de type sont disponibles sur le site : www.qal1.de.

Les analyseurs mis en œuvre par le Groupe ADP sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Polluants réglementés	Fabricant	Modèle
NO _x , NO ₂ , NO	Teledyne API	T200P
PM	PALAS	FIDAS 200

Polluants émergents	Fabricant	Modèle
PUF total	PALAS	ENVI-CPC 200
PUF Granulométrie	PALAS	SMPS



Figure 4 : Photographie de l'intérieur d'une station

4.4 Limites de détection et de quantification

La limite de détection (LD) correspond à la plus petite concentration du composé à doser que la méthode analytique est capable de détecter (mais pas de quantifier) avec un bon niveau de confiance.

La limite de quantification (LQ) est quant à elle, la plus petite concentration du composé à doser pour laquelle la méthode analytique est capable de donner une valeur quantifiée avec une bonne précision (c'est-à-dire une faible incertitude).

Entre ces deux limites, le composé est bien détecté mais mal quantifié.

Les limites de détection et de quantification par polluants sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Polluants	Méthode	Limite de détection	Limite de quantification
NO _x , NO ₂ , NO	Chimiluminescence	NO/NO ₂ : 2 nmol/mol * NO _x : 4 nmol/mol *	NO/NO ₂ : 6 nmol/mol NO _x : 12 nmol/mol
PM ₁₀ et PM _{2,5}	Comptage optique	1 µg/m ³	3 µg/m ³
PUF	Comptage optique	**en dessous de la limite inférieure de la plage de mesure des concentrations en nombre	≤100 P/cm ⁻³ (sur la base d'au moins 1500 particules dénombrées)**

Tableau 1 : Limite de détection et de quantification des polluants gazeux et particulaires

Sources : *: Valeurs consensuelles (cf. www.lcsaa.org/) **: NF EN 16976 : 2024

4.5 Valeurs limites du Code de l'Environnement

L'ensemble des mesures réalisées par le Groupe ADP est évalué vis-à-vis d'objectifs environnementaux réglementaires. Ces objectifs présentés ci-dessous définissent l'état de la qualité de l'air qui doit être respecté afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble, conformément à l'article R. 221-1 du code de l'environnement.

- **Valeur limite (Valeur réglementaire contraignante)** : Niveau maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser. Cette valeur est établie sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou sur l'environnement. En termes législatifs, cette valeur est une norme réglementaire contraignante.
- **Valeur cible** : Niveau de concentration de substances polluantes à atteindre autant que possible dans un délai donné. Cette valeur est fixée dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou sur l'environnement. Bien qu'elle ne comporte pas de contraintes légales strictes en cas de dépassement, elle reflète des enjeux sanitaires significatifs.
- **Objectif de qualité** : Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme et à maintenir (sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées) afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.
- **Seuil d'information et de recommandation** : Niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions.
- **Seuil d'alerte** : Un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.
- **Recommandation OMS** : En complément de ces critères, des recommandations ont été mises en place par l'OMS (Organisation mondiale de la santé) dans le but d'évaluer et de réduire les effets de la pollution atmosphérique, sur la santé humaine et sur les écosystèmes. Les valeurs recommandées par l'OMS sont fondées sur des études épidémiologiques et toxicologiques. Ces valeurs ne sont pas réglementaires.

Les objectifs environnementaux fixés pour les polluants surveillés par le Groupe ADP sont présentés dans le tableau ci-après.

RMQ : Les particules ultrafines sont considérées comme un polluant émergent dont les connaissances scientifiques actuelles ne permettent pas de définir de valeurs de gestion. A ce titre, elles ne sont pas considérées comme un polluant réglementé dans le code de l'environnement et ne disposent donc pas de valeurs limites réglementaires.

	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}
Valeurs limites (Valeur réglementaire contraignante)			
Horaire (VLH)	200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile		
Journalière (VLJ)		50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 fois par année civile	
Annuelle (VLA)	40 µg/m³	40 µg/m³	25 µg/m³
Valeur cible			
Annuelle			20 µg/m³
Objectifs de qualité			
Annuelle	40 µg/m³	30 µg/m³	10 µg/m³
Seuils d'Alerte			
Seuil d'information et de recommandation	200 µg/m³ En moyenne <u>horaire</u>	50 µg/m³ En moyenne <u>journalière</u>	
Seuil d'alerte	400 µg/m³ en moyenne <u>horaire</u> dépassé pendant 3h consécutives	80 µg/m³ En moyenne <u>journalière</u>	
Recommandation OMS			
Horaire (OMS 2005)	200 µg/m³		
Journalière (OMS 2021)	25 µg/m³	45 µg/m³	15 µg/m³
Annuelle (OMS 2021)	10 µg/m³	15 µg/m³	5 µg/m³

4.6 Future valeurs limites du code de l'environnement

Pour améliorer la qualité de l'air, la Directive Européenne, qui fixe les seuils réglementaires pour les pays membres, est en cours de révision, sans toutefois s'aligner sur les valeurs guides pour la protection de la santé actualisées en 2021 par l'OMS.

En septembre 2023, le Parlement européen a adopté sa position, suivie en novembre 2023 par celle du Conseil de l'Europe. Le 24 avril 2024, le Parlement a validé un accord provisoire sur cette directive. La nouvelle réglementation introduira des valeurs limites révisées pour les polluants atmosphériques.

La loi finale devrait être adoptée d'ici la fin de 2024. Elle sera intégrée dans le droit français en 2026, avec une mise en conformité complète des seuils prévue pour 2030.

La **Figure 5** illustre les futures évolutions des valeurs limites annuelles pour les polluants dans l'air ambiant surveillés par le laboratoire ADP.

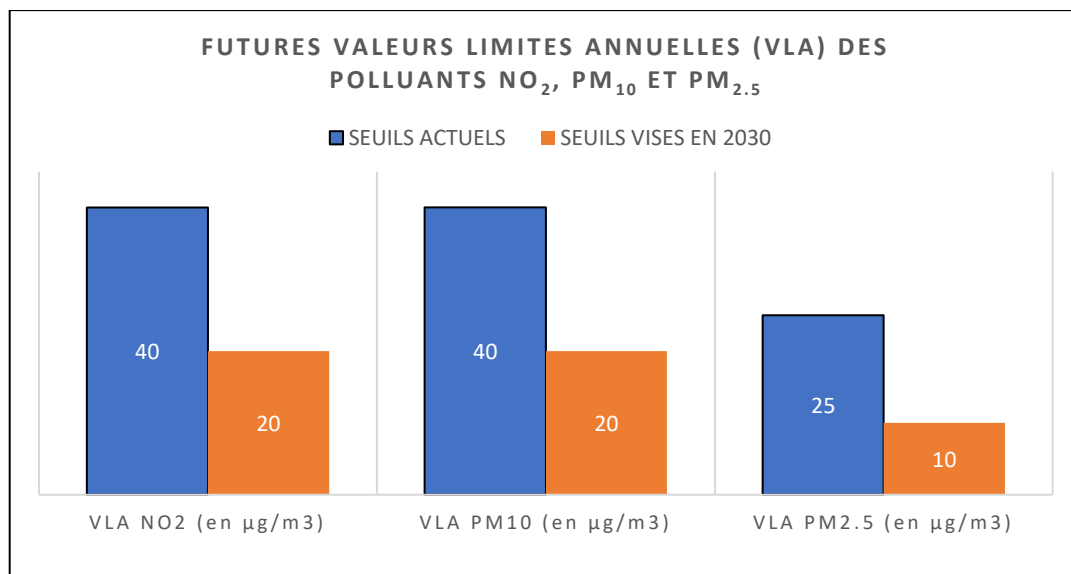


Figure 5 : Futures valeurs limites annuelles pour les polluants dans l'air ambiant

4.7 Interprétation des données de surveillance air ambiant

4.7.1 Périodes d'agrégation

Les analyseurs de gaz et particules produisent des données en continu sur un pas de temps très court (quelques secondes). Afin d'être exploitables et interprétables, ces données sont agrégées sur les mêmes pas de temps que les valeurs limites du Code de l'Environnement. Ainsi, selon les polluants et l'objectif à évaluer, le temps d'agrégation pourra être différent.

4.7.2 Concept de couverture des données

L'Agence Européenne pour l'Environnement fait usage du concept de couverture des données pour valider des statistiques réalisées à partir des mesures d'air ambiant. Les calculs de moyennes horaires, journalières ou annuelles sont donc réalisés uniquement si au moins 85% des données sont valides. A défaut, les résultats seront présentés comme "non déterminés".

Pour information, les données sont invalidées lors des périodes d'étalonnage, maintenance ou panne d'analyseur uniquement.

4.7.3 Concept d'épisodes de pollution

Le concept d'épisodes de pollution est défini par l'arrêté du 7 avril 2016 (modifié par l'arrêté interministériel du 26 août 2016) relatif au déclenchement des procédures préfectorales en cas d'épisodes de pollution de l'air ambiant.

Un épisode de pollution est une période au cours de laquelle la concentration dans l'air ambiant d'un ou plusieurs polluants atmosphériques est supérieure ou risque d'être supérieure au seuil d'information et de recommandation ou au seuil d'alerte.

Le déclenchement d'un épisode de pollution est conditionné aux mesures réalisées et/ou modélisées ainsi qu'à la superficie ou la proportion de population d'un département impactée.

Il est donc plausible que des mesures dépassent ponctuellement des valeurs limites (Cf. §4.5) sans que soient déclenchées de procédures préfectorales identifiant un épisode de pollution.

Inversement, un épisode de pollution peut être annoncé à l'échelle régionale suite aux mesures ou modélisation d'AIRPARIF sans que les seuils d'informations ou d'alertes soient systématiquement atteints en tout point de la région.

4.7.4 Données AIRPARIF

Afin d'évaluer l'impact des émissions aéroportuaires, les mesures réalisées par le Groupe ADP sur les aéroports franciliens sont comparées aux données produites au niveau des stations de fond urbain d'AIRPARIF en charge de la surveillance de la pollution atmosphérique en Ile de France.

Les données AIRPARIF présentées dans ce bilan sont celles des stations de :

- Tremblay en France, située au Sud de la plateforme de Paris-Charles de Gaulle, pour les données NO_x et PM₁₀.
- Gonesse, située au Sud-Ouest de la plateforme de Paris-Charles de Gaulle, pour les données NO_x et PM_{2,5}.
- Bobigny, située au sud des plateformes Paris-Charles de Gaulle et Paris-Le Bourget pour les données PM₁₀ et PM_{2,5}.
- Vitry, située au Nord de la plateforme de Paris-Orly, pour les données NO_x, PM₁₀ et PM_{2,5}.

La localisation géographique de ces stations est présentée sur les **Figure 2** et **Figure 3**.

Elles ont été extraites de leur site internet le 30 mai 2024. Compte-tenu du processus interne de validation des données d'AIRPARIF, il est possible que des écarts puissent être constatés après cette date entre les données présentées dans ce rapport et celles sur le site internet d'AIRPARIF.

5. Bilan des mesures de qualité de l'air 2023 des polluants réglementés et historique

5.1 Couverture temporelle des données

A l'exception des mesures de NO_x à ORY Nord et CDG Centre, l'ensemble des mesures réalisées en 2023 sur les plateformes de Paris-Charles de Gaulle, Paris-Le Bourget et Paris-Orly respecte les exigences présentées au § 4.7.2 pour le calcul des moyennes annuelles des polluants réglementés.

Au cours du 1er trimestre 2023 à CDG Centre* et au cours du 2ème trimestre 2023 à ORY Nord* des dérives anormales supérieures à nos critères qualité ont été constatées affectant le taux de disponibilité des données (données valides inférieur à 85%). Les résultats seront donc présentés à titre indicatifs. Les absences de données sont détaillées dans les bilans trimestriels disponibles sur le [site internet "Entre voisins"](#).

	CDG Nord	CDG Centre	LBG	ORY Nord	ORY Sud
NO _x	96,9 %	81,7 %*	98,8 %	80,5 %*	88,4 %
PM	97,0 %	99,5 %	99,3 %	92,0 %	99,0 %
PUF	95,9 %	92,4 %	99,8 %	99,1 %	

Tableau 2 : Couverture temporelle des données pour l'année 2023

5.2 Roses des vents

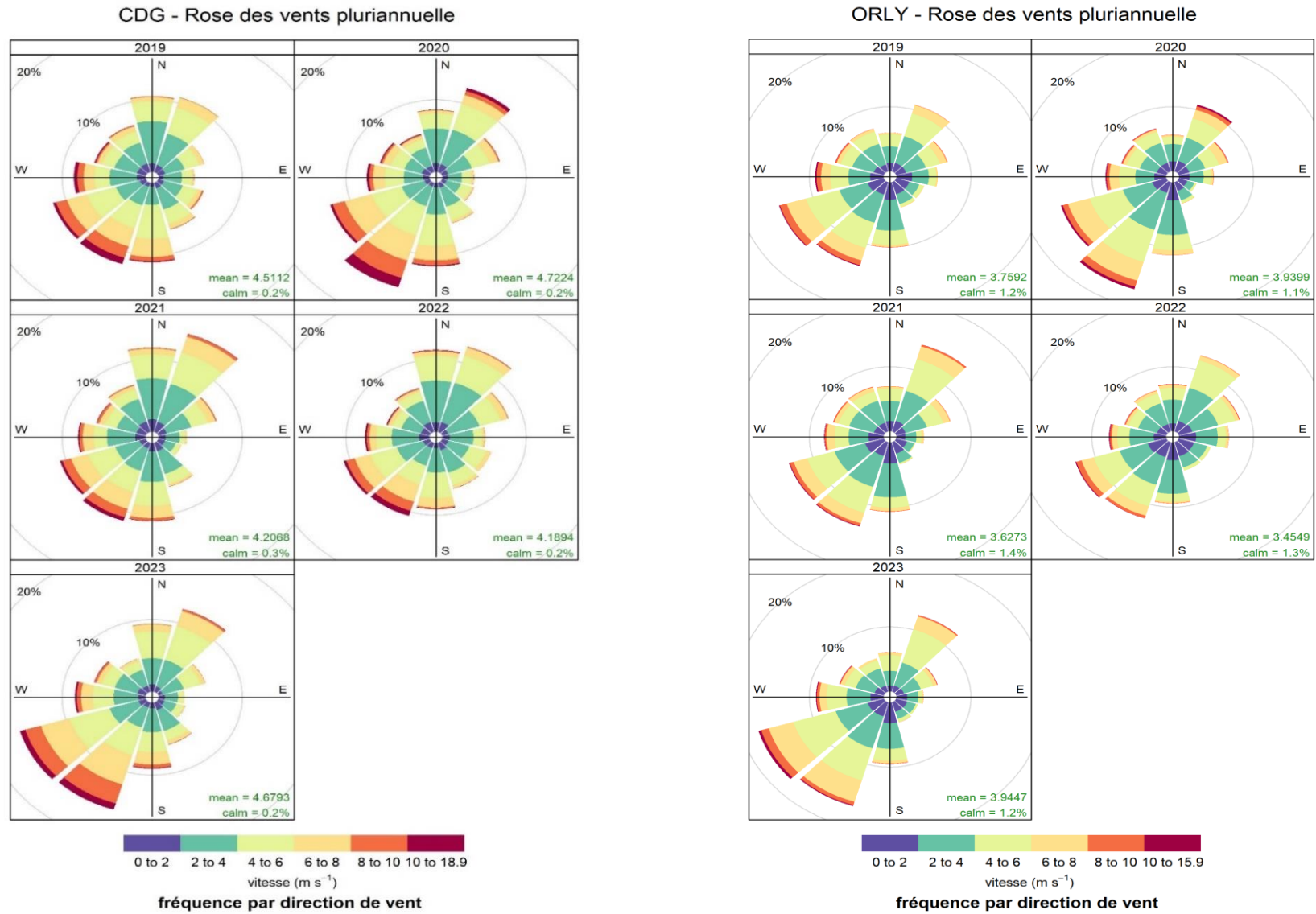
Les conditions météorologiques observées durant l'année jouent un rôle important de dispersion ou d'accumulation des polluants atmosphériques émis. Plus les conditions sont dispersives, plus les niveaux de pollution observés sont faibles. La température, l'ensoleillement et les précipitations influencent également les niveaux de pollution. La provenance des vents et leur intensité permettent d'identifier les zones sous influence de sources spécifiques.

Au cours de l'année 2023, les vents dominants ont soufflé sur les plateformes d'Orly et Paris-Charles de Gaulle suivant un axe sud-ouest – nord-est. Sur la plateforme Paris- Le Bourget, les vents dominants provenaient du nord et du sud-ouest (**Figure 6**).

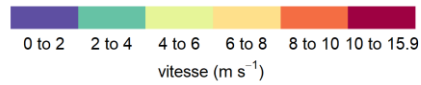
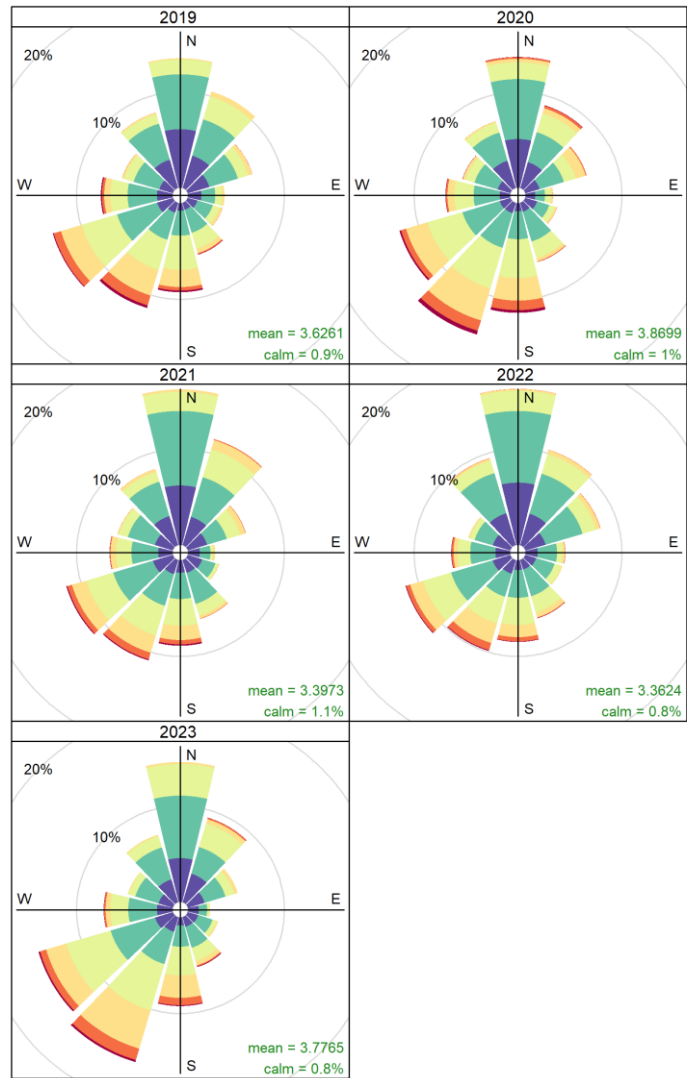
Par ailleurs, les trois plateformes franciliennes sont marquées par une prépondérance des vents de nord-est au printemps et en été et par une prépondérance des vents de sud-ouest en automne et hiver (**Figure 7**). Explication de lecture des roses des vents en annexe § 8.1

Les conditions météorologique 2023, ont globalement été favorables à la dispersion des émissions de polluants par rapport à 2022 et les températures hivernales ont été douces (CF annexe § 8.1).

Figure 6 : Roses des vents annuelles des années 2019 à 2023 (source : Données Météo France)



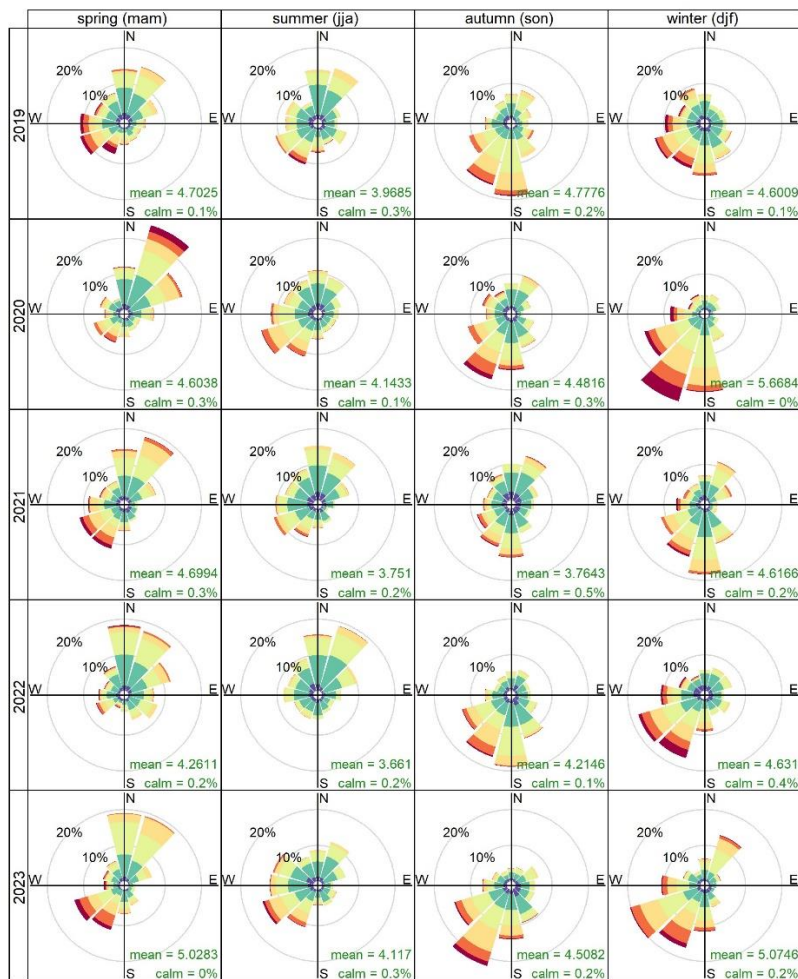
Le Bourget - Rose des vents pluriannuelle



fréquence par direction de vent

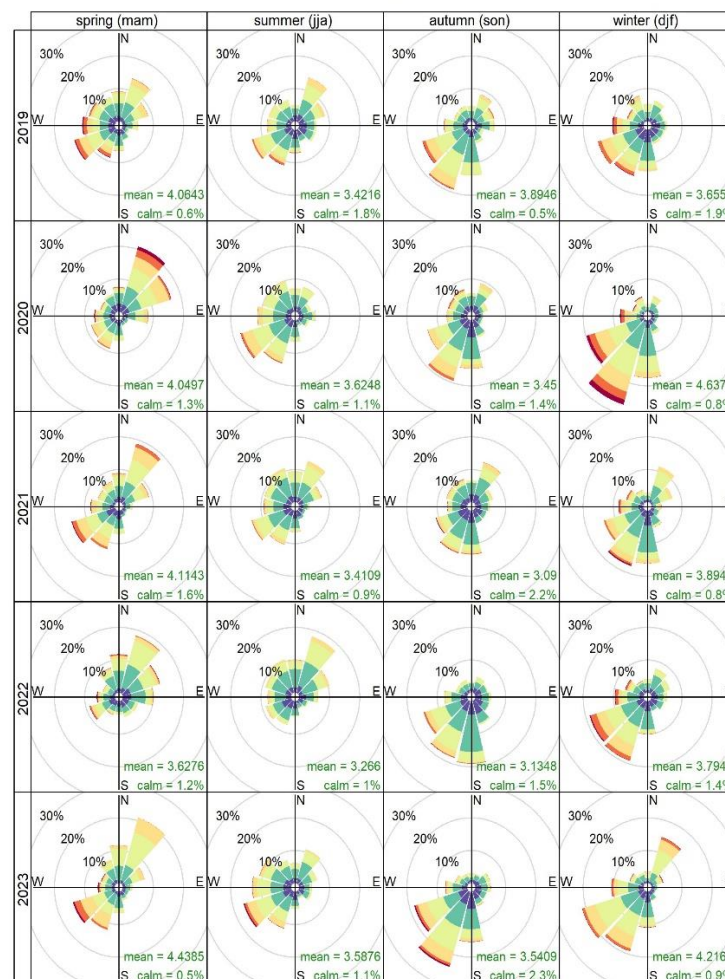
Figure 7 : Roses des vents saisonnières des années 2019 à 2023 (source : Données Météo France)

CDG - Rose des vents par saison - 2023



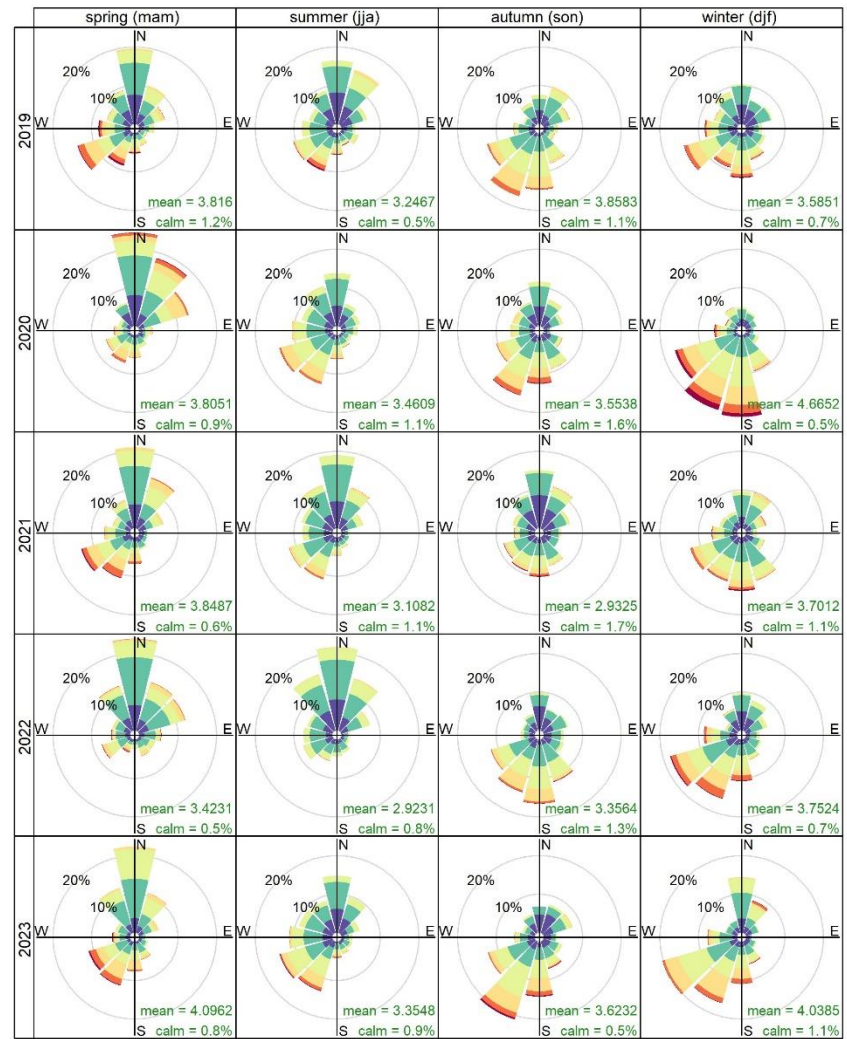
Fréquence par directions de vent

ORLY - Rose des vents par saison - 2023



Fréquence par directions de vent

Le BOURGET - Rose des vents par saison - 2023



Fréquence par directions de vent

5.3 Oxydes d'azote (NO, NO₂, NO_x)

5.3.1 Evolutions temporelles

Les **Figure 8** et **Figure 9** présentent l'évolution des moyennes horaires maximales journalières en NO₂ mesurées pour l'année 2023. Les évolutions des moyennes horaires pour l'ensemble de l'année 2023 en NO, NO₂ et NO_x sont présentées en annexe (§8.3).

Aucun épisode de pollution régionale associé au NO₂ n'a été constaté en 2023. En revanche, le 10 mai 2023, un dépassement horaire (de 6h à 7h) du seuil d'information et de recommandation pour le NO₂ a été observé sur la station Le Bourget. Après investigation, il a été mis en évidence que ce dépassement a pour origine la réalisation de travaux sur la voie desservant la station. Le seuil d'alerte réglementaire n'a quant à lui pas été atteint car il s'est établi sur la base d'un dépassement horaire sur trois heures consécutives.

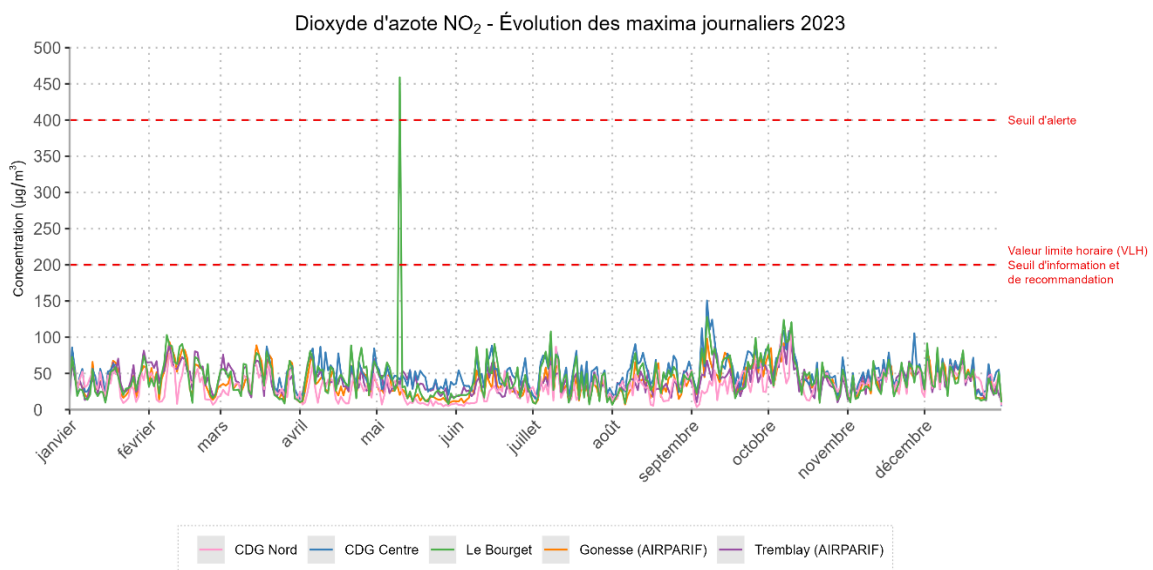


Figure 8 : Dioxyde d'azote (NO₂) sur les plateformes Paris-Charles de Gaulle, Paris-Le Bourget et les environs – Evolution des maximums horaires journaliers

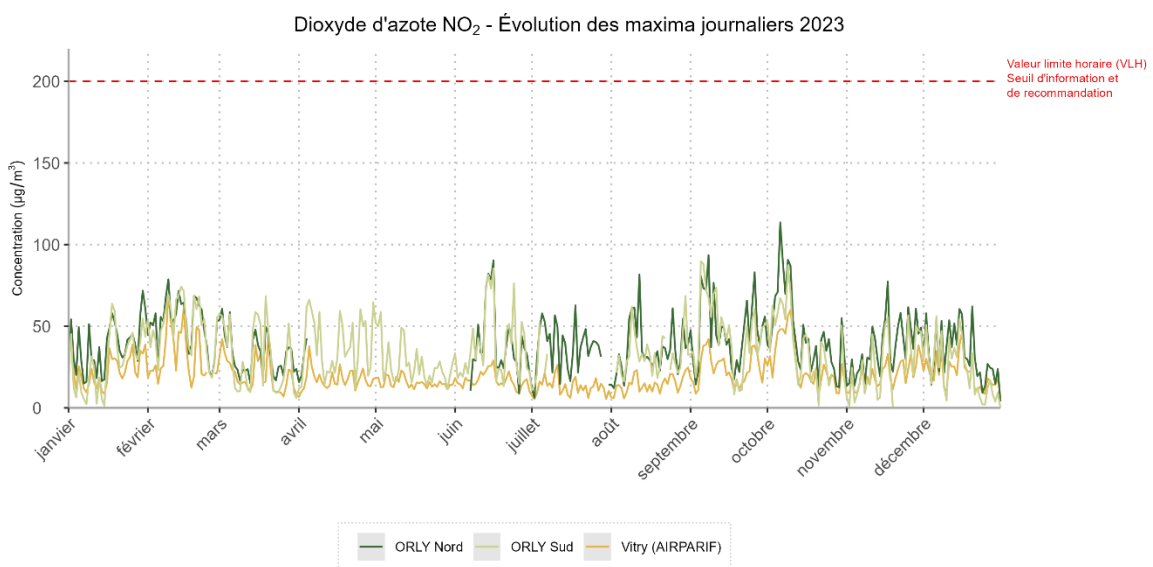


Figure 9 : Dioxyde d'azote (NO₂) sur Paris-Orly et les environs – Evolution des maximums horaires journaliers

5.3.2 Evaluation des valeurs limites associés au NO₂

Les **Figure 10** et **Figure 11** représentent les évolutions du nombre de dépassements de la valeur limite horaire associée au NO₂ sur les plateformes franciliennes et à proximité (stations AIRPARIF) depuis 2014. Pour l'année 2023, aucun dépassement de la valeur limite horaire n'a été constaté au sein des aéroports de Paris – Orly et Paris-Charles de Gaulle. Un dépassement a été observé au droit de la plateforme Paris - Le Bourget le 10 mai 2023 (Cf. § 5.3.1).

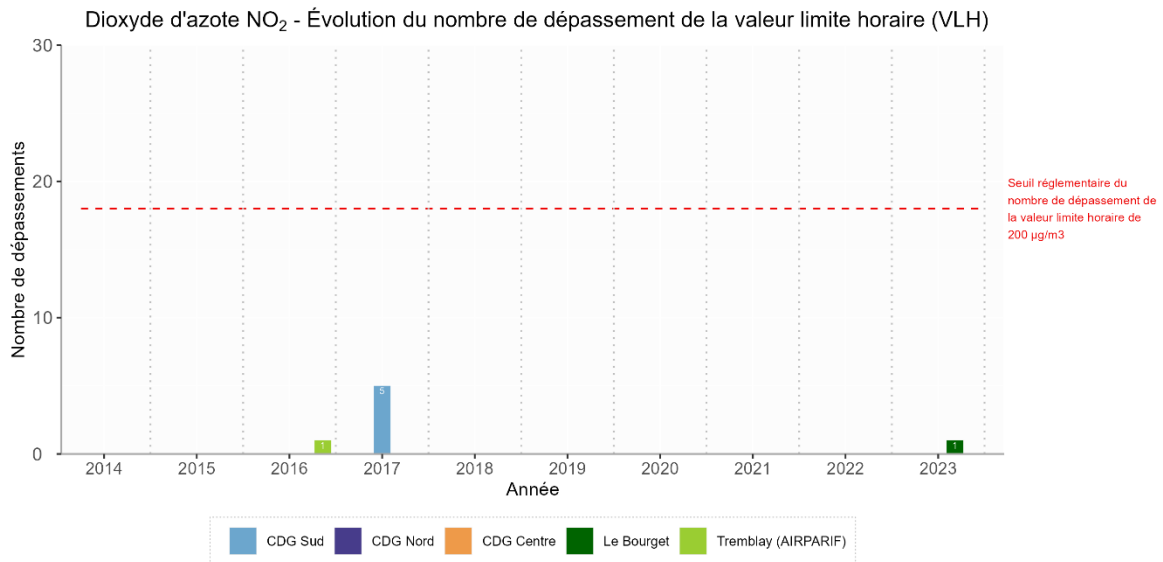


Figure 10 : Dioxyde d'azote (NO₂) sur les plateformes Paris-Charles de Gaulle, Paris-Le Bourget et les environs – Evolution du nombre de dépassements de la Valeur Limite Horaire (VLH)

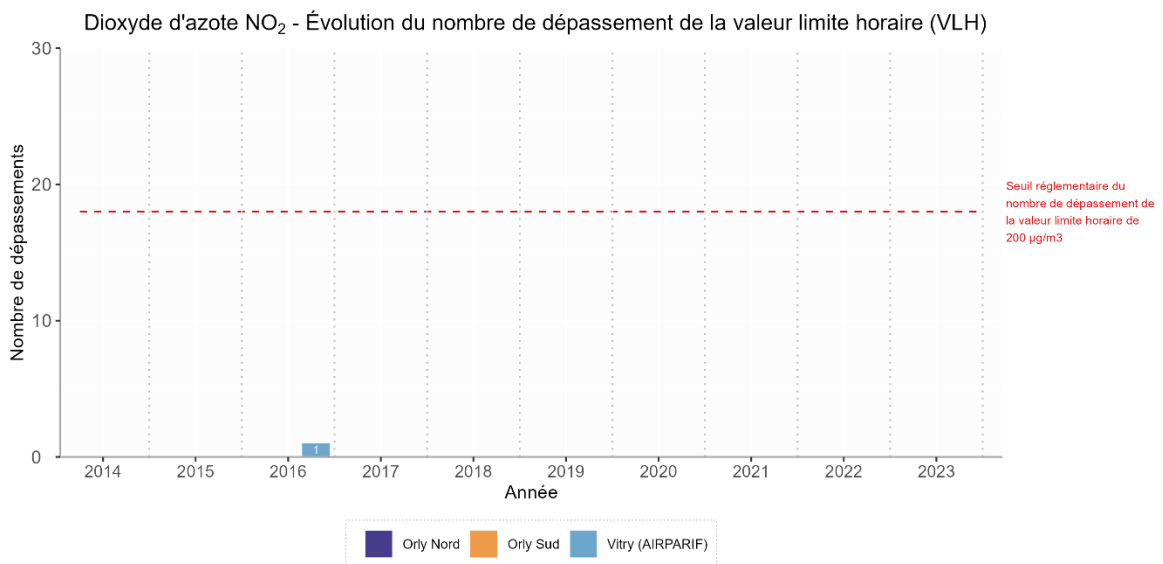


Figure 11 : Dioxyde d'azote (NO₂) sur Paris-Orly et les environs – Evolution du nombre de dépassements de la Valeur Limite Horaire (VLH)

Les **Figure 12** et **Figure 13** présentent l'évolution des moyennes annuelles en NO₂ sur les plateformes franciliennes et à proximité depuis 2014. L'ensemble des moyennes annuelles respectent la valeur limite annuelle.

Néanmoins, la nouvelle valeur guide recommandée par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) en 2021 est dépassée sur l'ensemble des stations de surveillance d'ADP et d'AIRPARIF (Gonesse, Vitry et Tremblay). Pour rappel, les recommandations OMS ne sont pas des valeurs réglementaires mais des valeurs fondées sur des études épidémiologiques et toxicologiques dans le but d'évaluer et de réduire les effets de la pollution atmosphérique, sur la santé humaine et sur les écosystèmes.

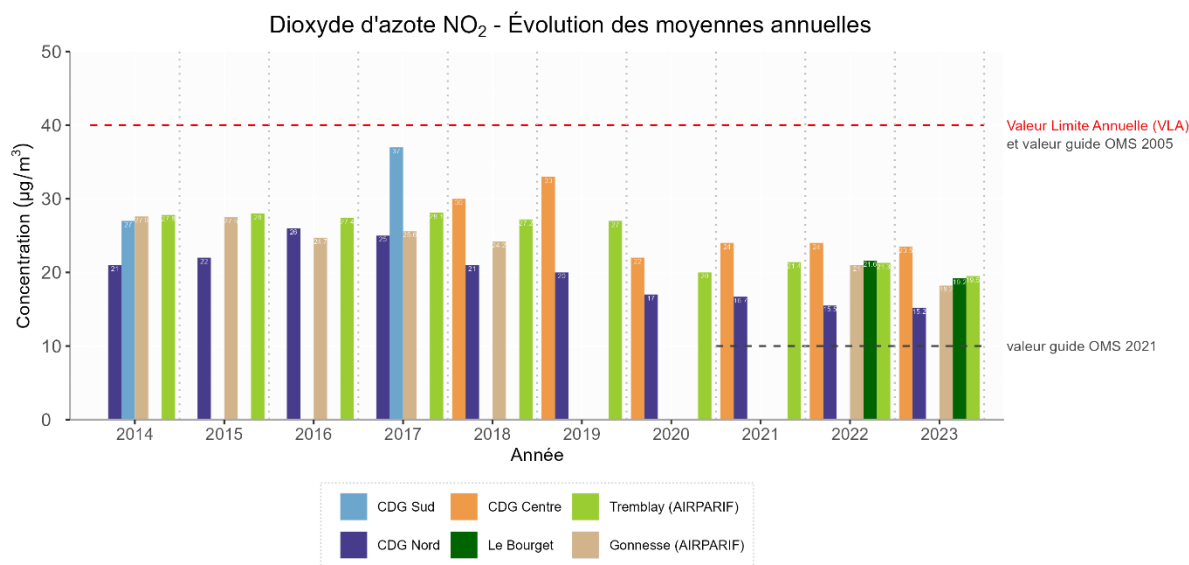


Figure 12 : Dioxyde d'azote (NO₂) sur les plateformes Paris-Charles de Gaulle, Paris-Le Bourget et les environs – Evolution des moyennes annuelles comparé à la Valeur Limite Annuelle (VLA)

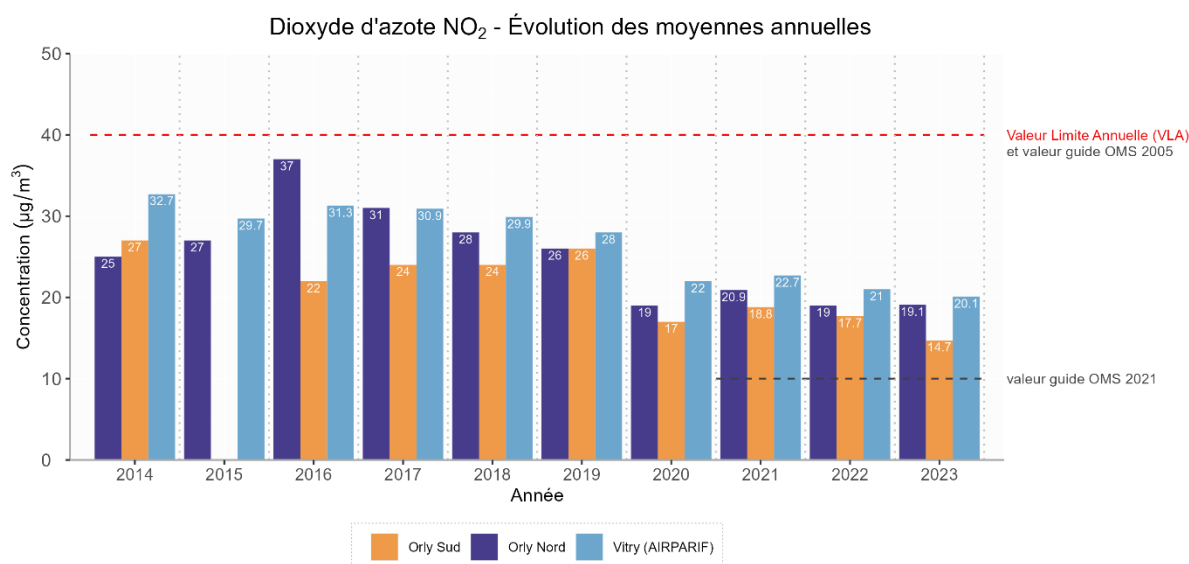


Figure 13 : Dioxyde d'azote (NO₂) sur Paris-Orly et les environs – Evolution des moyennes annuelles comparé à la la Valeur Limite Annuelle (VLA)

5.3.3 Tendances pluriannuelles

En s'affranchissant des fluctuations météorologiques interannuelles et des évolutions météorologiques, on constate depuis plusieurs années que les niveaux de NO₂ se sont stabilisés à l'échelle régionale. En 2020, cette stabilisation a été accentuée par la crise sanitaire mondiale, qui a entraîné une réduction significative des émissions dues aux activités polluantes telles que les transports et les industries. A partir de 2021, une augmentation des niveaux de NO₂ a été enregistrée, coïncidant avec la reprise des secteurs d'activité émettrices. Depuis lors, une légère diminution a été observée en 2022 et 2023 (**Variation 2022/2023 : -0,6 % pour CDG Nord, -2,1 % pour CDG Centre, -11,1 % pour LBG, -17,5 % pour Orly Sud, et stable pour Orly Nord**). Cela s'est produit malgré une hausse du trafic aérien : +5 % à Paris-Orly, +11,3 % à Paris-Charles de Gaulle, et une baisse de -8,4 % à Paris-Le Bourget. Des tendances similaires ont été observées dans les stations AIRPARIF les plus proches, avec une diminution de -13,3 % à Gonesse, -8,4 % à Tremblay, et -4,2 % à Vitry-sur-Seine.

5.4 Particules (PM₁₀, PM_{2.5})

5.4.1 Evolutions temporelles

Les **Figure 14** et **Figure 15** présentent l'évolution des moyennes journalières en PM₁₀ mesurées pour l'année 2023.

En 2023, la région Ile-de-France et le département de l'Oise ont connu plusieurs épisodes de dépassement du seuil d'information et de recommandation en PM₁₀ :

- Les 09, 10, 14, 15 et 21 février 2023 pour la région Ile-de-France
- Les 08, 09, 10, 14 et 15 février 2023 pour le département de l'Oise

A l'exception des épisodes des 08 et 21 février, ces dépassements du seuil d'information et de recommandation en PM₁₀ ont pu être observés sur les plateformes franciliennes ADP.

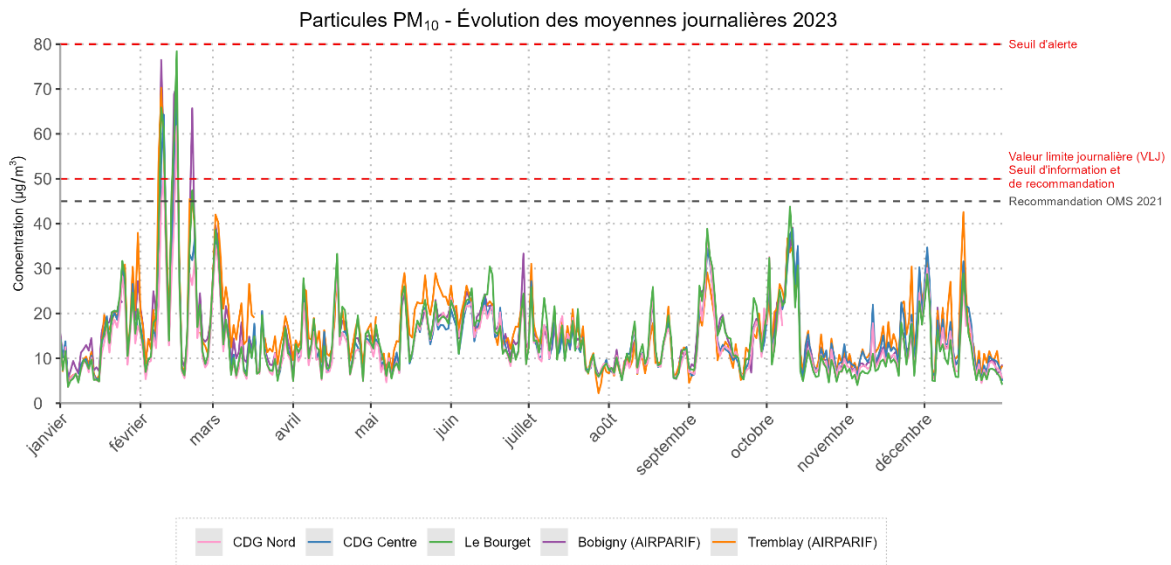


Figure 14 : Particules PM₁₀ sur les plateformes Paris-Charles de Gaulle, Paris-Le Bourget et les environs – Evolution des moyennes journalières

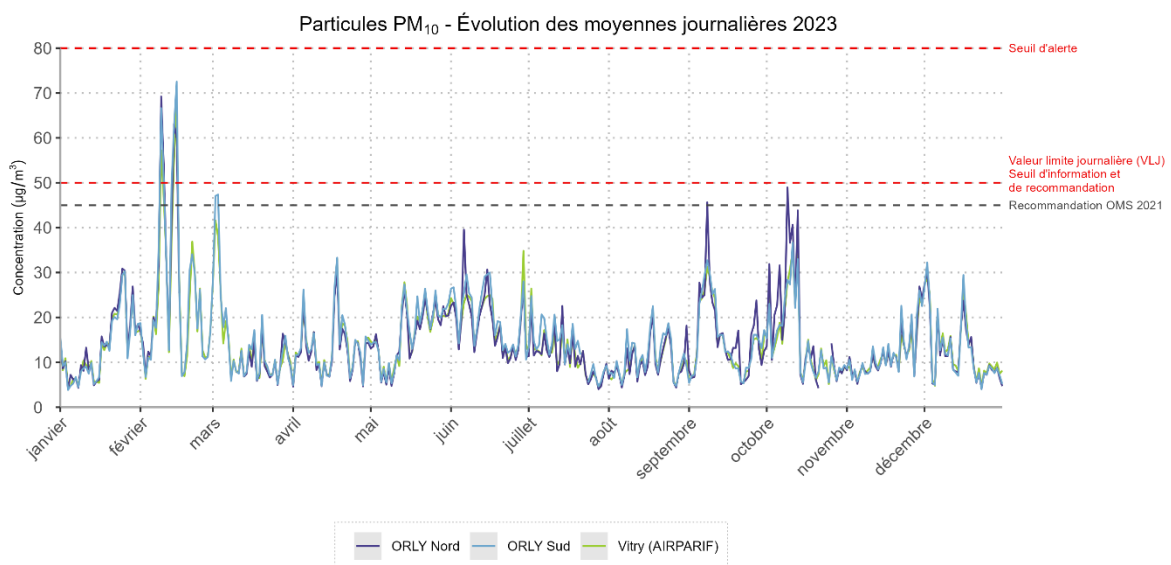


Figure 15 : Particules PM₁₀ sur Paris-Orly et ses environs – Evolution des moyennes journalières

Les **Figure 16** et **Figure 17** présentent l'évolution des moyennes journalières en $PM_{2.5}$ mesurées pour l'année 2023.

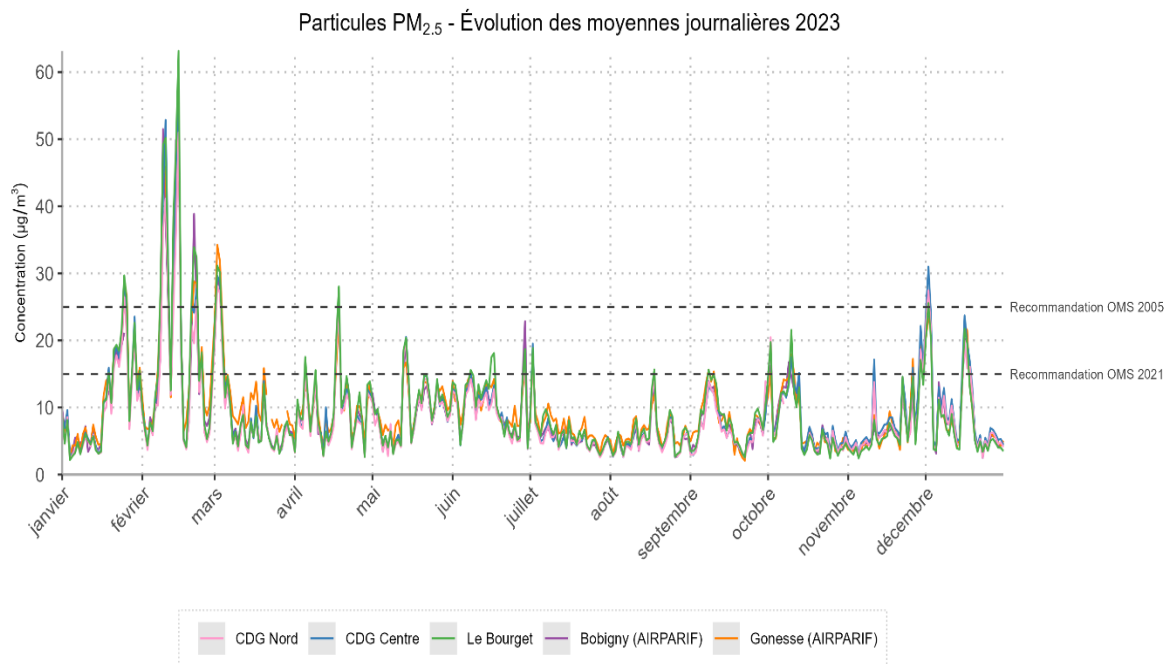


Figure 16 : Particules $PM_{2.5}$ sur les plateformes Paris-Charles de Gaulle, Paris-Le Bourget et les environs – Evolution des moyennes journalières

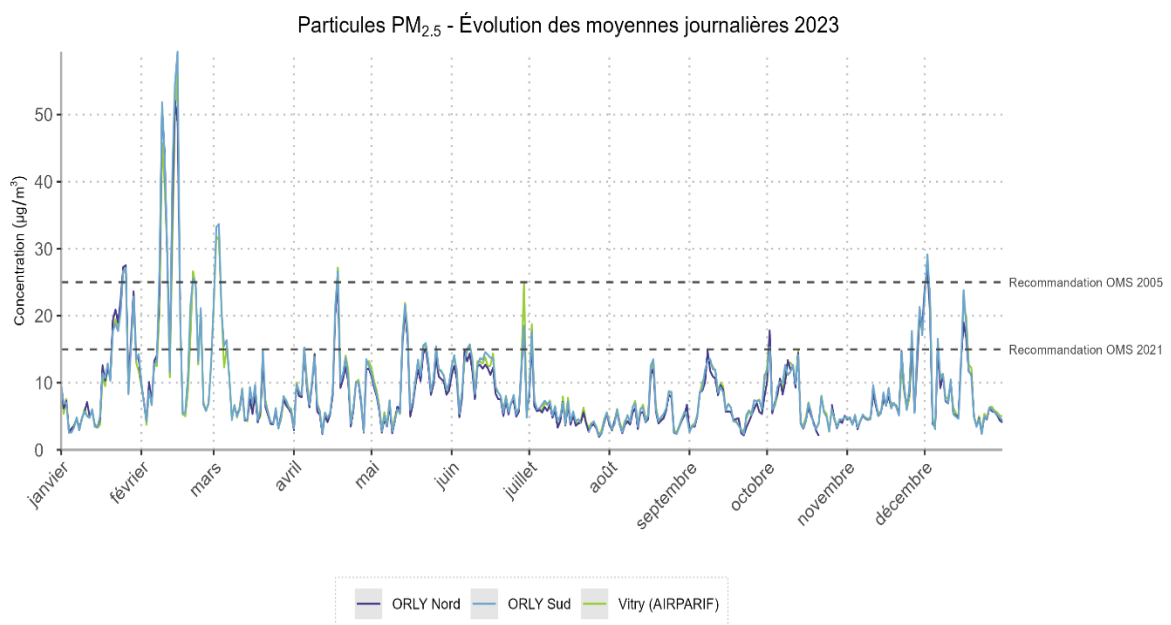


Figure 17 : Particules $PM_{2.5}$ sur Paris-Orly et ses environs – Evolution des moyennes journalières

5.4.2 Evaluation des valeurs limites associés aux particules (PM₁₀ et PM_{2.5})

Les **Figure 18** et **Figure 19** représentent les évolutions du nombre de dépassements de la valeur limite journalière associée aux PM₁₀ sur les plateformes franciliennes et à proximité (stations AIRPARIF) depuis 2014.

Pour l'année 2023, plusieurs dépassements de la VLJ ont été observés (CDGN = 2 ; CDGC = 3 ; LBG = 4 ; ORYN = 4 ; ORYS = 4) sans toutefois dépasser le seuil réglementaire annuel du nombre de dépassements de la VLJ (35 dépassements par année civile).

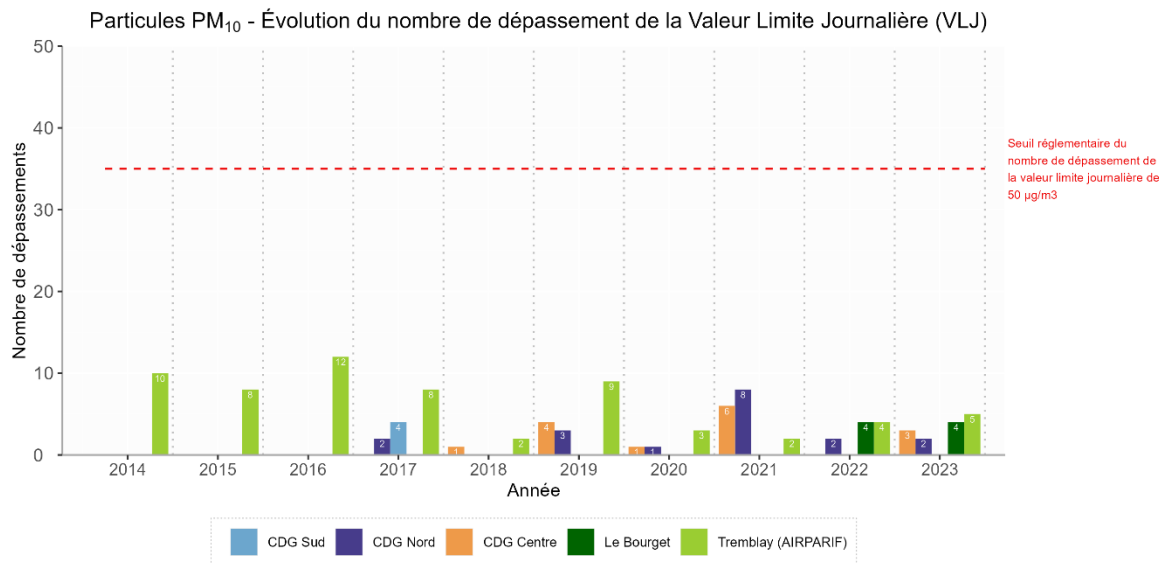


Figure 18 : Particules PM₁₀ sur les plateformes Paris-Charles de Gaulle, Paris-Le Bourget et les environs – Evolution du nombre de dépassement de la Valeur Limite Journalière (VLJ)

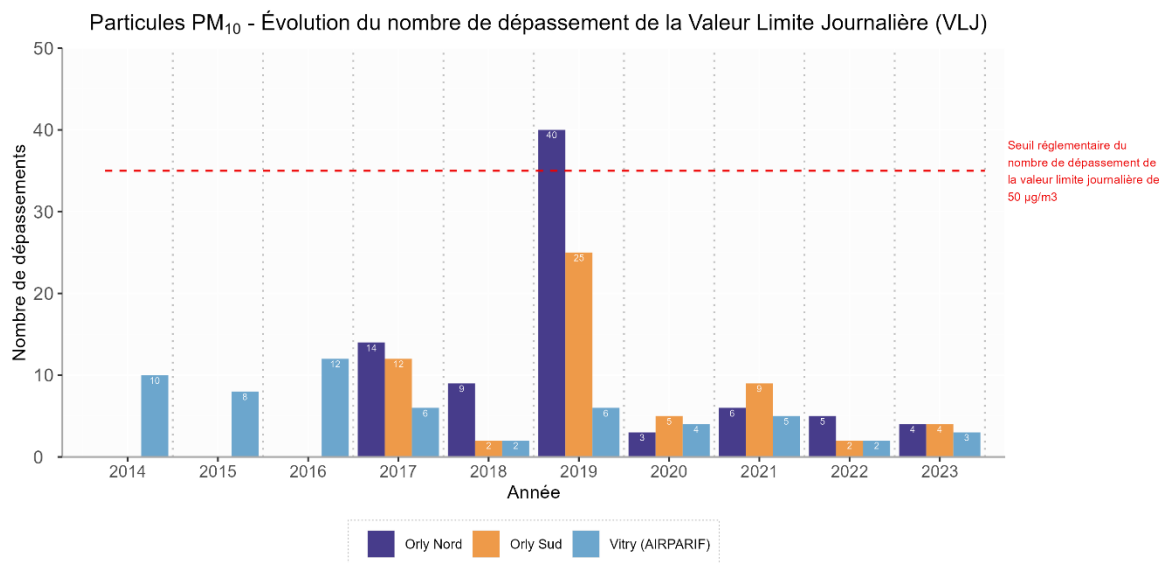


Figure 19 : Particules PM₁₀ sur Paris-Orly et les environs – Evolution du nombre de dépassement de la Valeur Limite Journalière (VLJ)

Les **Figure 20** et **Figure 21** présentent l'évolution des moyennes annuelles en PM₁₀ sur les plateformes franciliennes et à proximité depuis 2014. L'ensemble des moyennes annuelles respectent la valeur limite annuelle.

Néanmoins, la nouvelle valeur guide recommandée par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) en 2021 est dépassée pour la station Orly Sud.

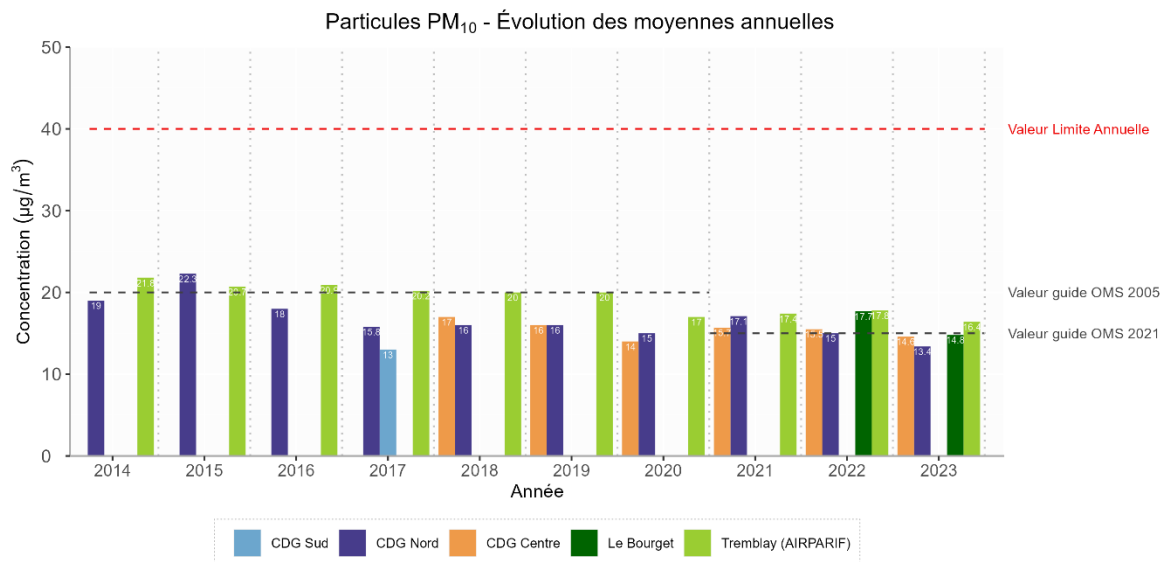


Figure 20 : Particules PM₁₀ sur les plateformes Paris-Charles de Gaulle, Paris-Le Bourget et les environs – Evolution des moyennes annuelles comparé à la Valeur Limite Annuelle (VLA)

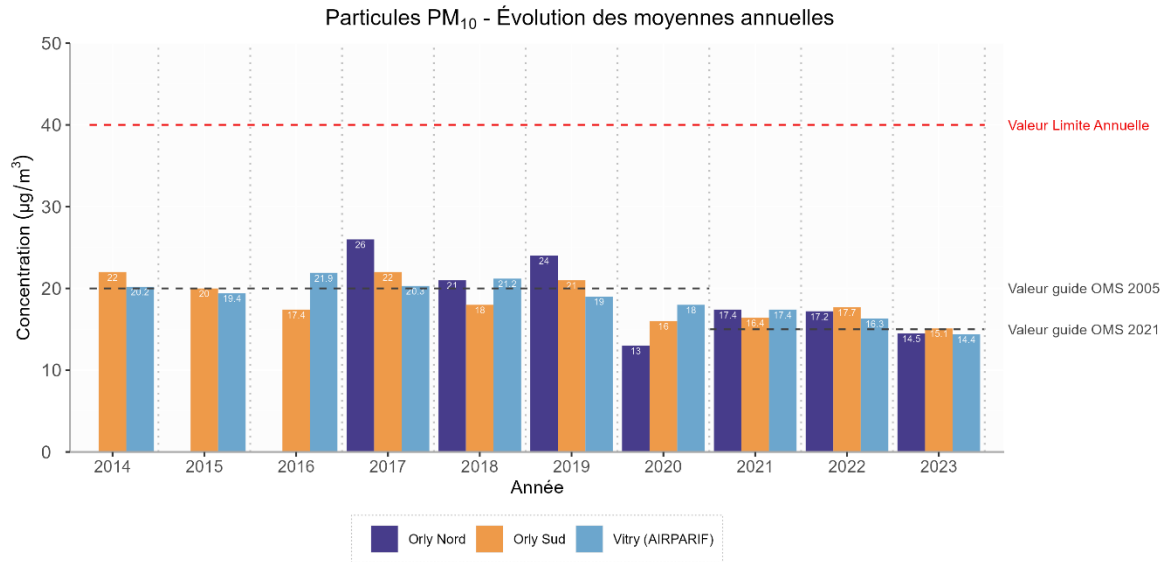


Figure 21 : Particule PM₁₀ sur Paris-Orly et les environs – Evolution des moyennes annuelles comparé à la Valeur Limite Annuelle (VLA)

Les **Figure 22** et **Figure 23** présentent l'évolution des moyennes annuelles en PM_{2.5} sur les plateformes franciliennes et à proximité depuis 2014. L'ensemble des moyennes annuelles respectent la Valeur Limite Annuelle (25µg/m³).

Néanmoins, la nouvelle valeur guide recommandée par l'OMS en 2021 (5 µg/m³) est dépassée sur l'ensemble des stations présentes sur les plateformes franciliennes ainsi qu'à l'échelle régionale sur les stations AIRPARIF.

Pour rappel, les recommandations OMS ne sont pas des valeurs réglementaires mais des valeurs fondées sur des études épidémiologiques et toxicologiques dans le but d'évaluer et de réduire les effets de la pollution atmosphérique, sur la santé humaine et sur les écosystèmes.

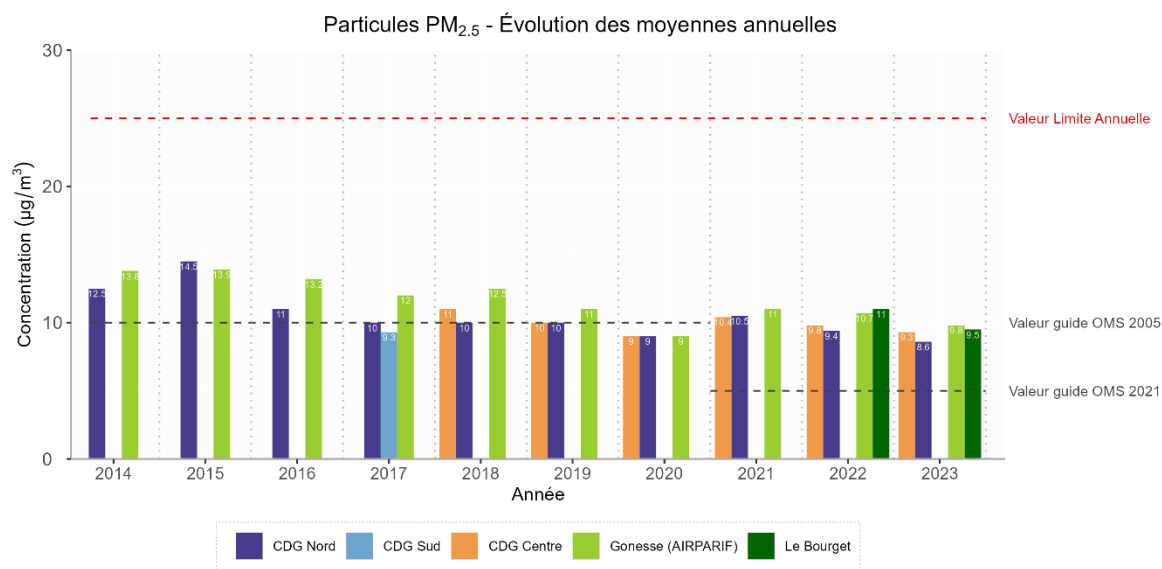


Figure 22 : Particules PM_{2.5} sur les plateformes Paris-Charles de Gaulle, Paris-Le Bourget et les environs – Evolution des moyennes annuelles comparé à la Valeur Limite Annuelle (VLA)

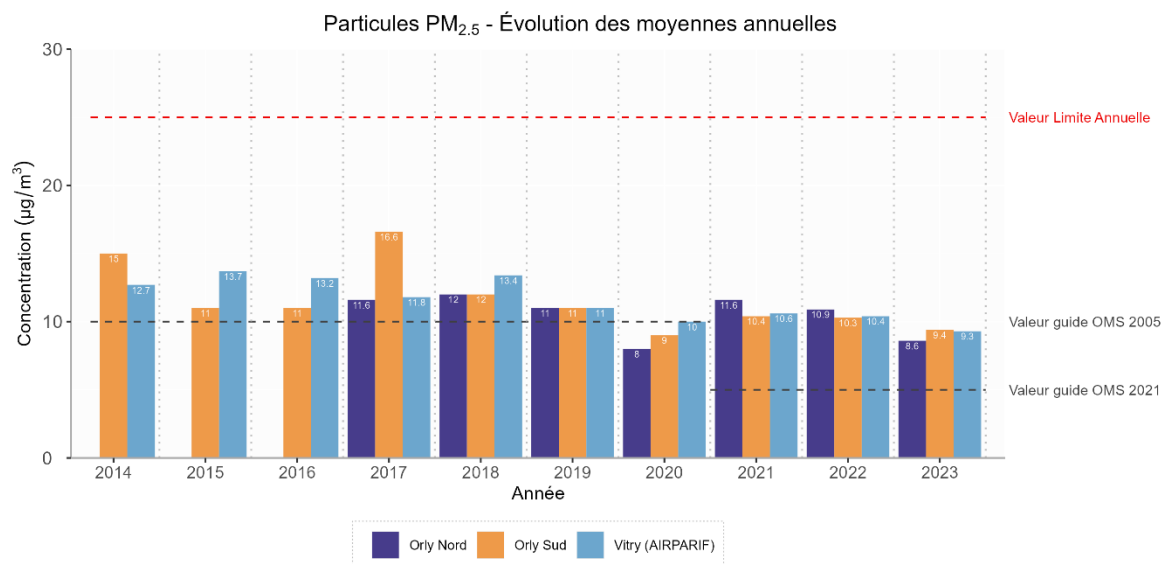


Figure 23 : Particules PM_{2.5} sur Paris-Orly et les environs – Evolution des moyennes annuelles comparé à la Valeur Limite Annuelle (VLA)

5.4.3 Tendances pluriannuelles

En 2020, la crise sanitaire mondiale, a entraîné une réduction significative des émissions dues aux activités polluantes telles que les transports et les industries. A partir de 2021, une légère augmentation des niveaux de PM₁₀ et PM_{2.5} a été enregistrée, coïncidant avec la reprise des secteurs d'activité émettrices.

En s'affranchissant des fluctuations météorologiques interannuelles et des évolutions météorologiques, on constate depuis 2021 une baisse progressive des PM₁₀ et PM_{2.5}.

Variation PM₁₀ 2022/2023 : LBG = -16.3%, CDG Centre = -7.6%, CDG Nord = -10%, ORY Nord = -16.2%, ORY Sud = 14.7%

Variation PM_{2.5} 2022/2023 : LBG = -14.5%, CDG Centre = -5.1%, CDG Nord = -8.5%, ORY Nord = -21.1%, ORY Sud = 8.7%

Trafic aérien 2022/2023 : +5% sur Paris-Orly, +11.3% sur Paris-Charles de Gaulle et une baisse de -8.4% sur Paris-Le Bourget.

Des situations similaires sont observées sur les stations AIRPARIF les plus proches (**Variation PM₁₀ 2022/2023 : Gonesse : -10.9%, Vitry-sur-Seine - 10.5%** ; **Variation PM_{2.5} 2022/2023 : Tremblay = -7.8% ; Vitry-sur-Seine = - 11.6%**).

6. Roses de pollutions des polluants réglementés (NO₂, PM₁₀, PM_{2.5})

6.1 Etude sur les sources de polluants mesurés à Paris-Charles de Gaulle

La **Figure 24** présente les roses de pollution associées au NO₂ et aux particules (PM₁₀ et PM_{2.5}) pour les deux sites instrumentés de l'aéroport Paris-Charles de Gaulle. Ces roses associent pour chaque direction et force du vent une concentration moyenne en NO₂ pour l'année 2023. Il est ainsi possible d'identifier la provenance majoritaire du NO₂ mesuré sur chaque station.

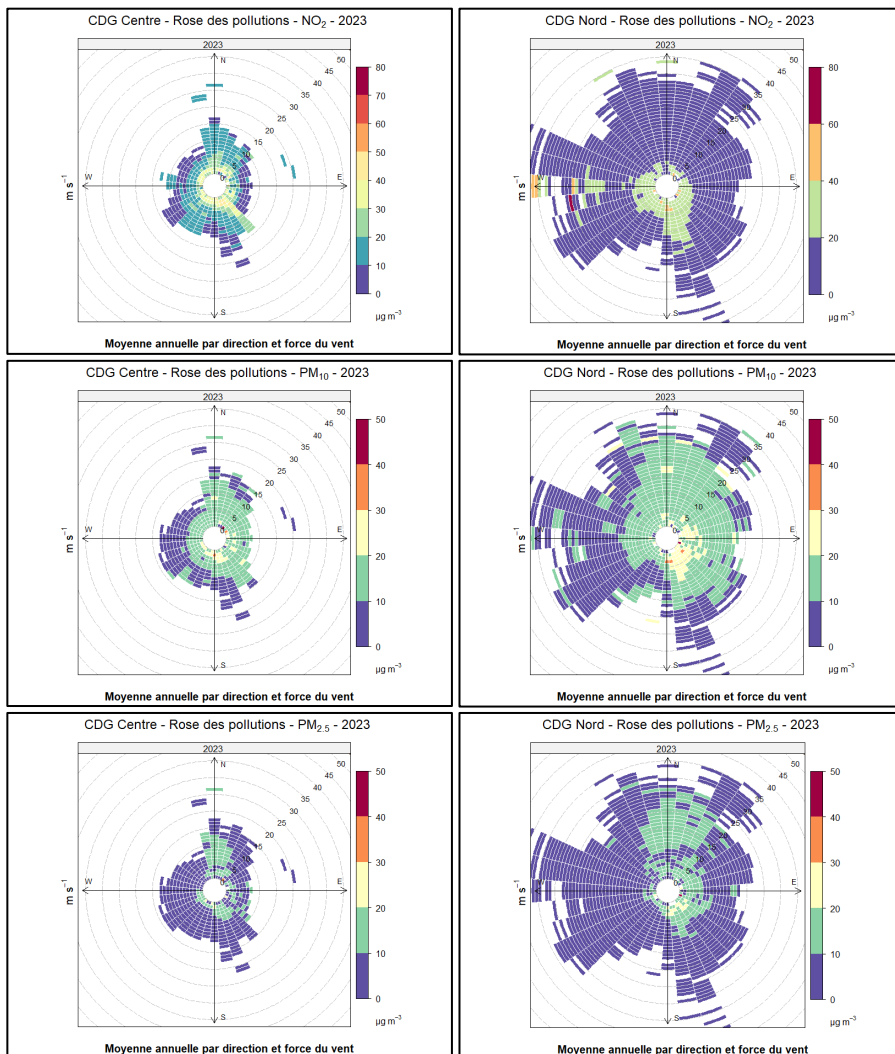


Figure 24 : Roses des pollutions des stations CDG Centre et CDG Nord en NO₂, PM₁₀ et PM_{2.5} pour l'année 2023

Station Centre : Les concentrations maximales de NO₂ ont des origines locales multidirectionnelles pouvant être associées au positionnement de la station à la croisée des principales routes desservant la plateforme aéroportuaire et près du cœur de plateforme. Les concentrations observées par des vents de secteur sud-ouest soulignent également l'impact des émissions associées aux véhicules empruntant l'autoroute A1.

Les concentrations maximales en particules (PM₁₀ et PM_{2.5}) sont observés par vent faible majoritairement au nord (T1 et doublet nord) et au sud-sud-est (voies de dessertes).

Station Nord : Pour la station CDG Nord, les mesures en NO₂ sont majoritairement impactées par les vents en provenance du cœur de la plateforme (vent de secteur sud-ouest), du terminal 2 et des VCA (vent de secteur sud). Par ailleurs, les pistes à l'ouest de la station CDG Nord semblent occasionner une augmentation des concentrations moyennes associées.

Pour les particules, les roses de pollution font nettement ressortir la multiplicité des sources locales avec notamment, par secteur de vent Nord-Est, l'impact en particules PM₁₀ des travaux de terrassement liés au prolongement de l'A104 pour le contournement est de la plateforme.

6.2 Etude sur les sources de polluants mesurés à Paris-Orly

La **Figure 25** présente les roses de pollution associées au NO₂ et aux particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) pour les deux sites instrumentés de l'aéroport Paris-Orly.

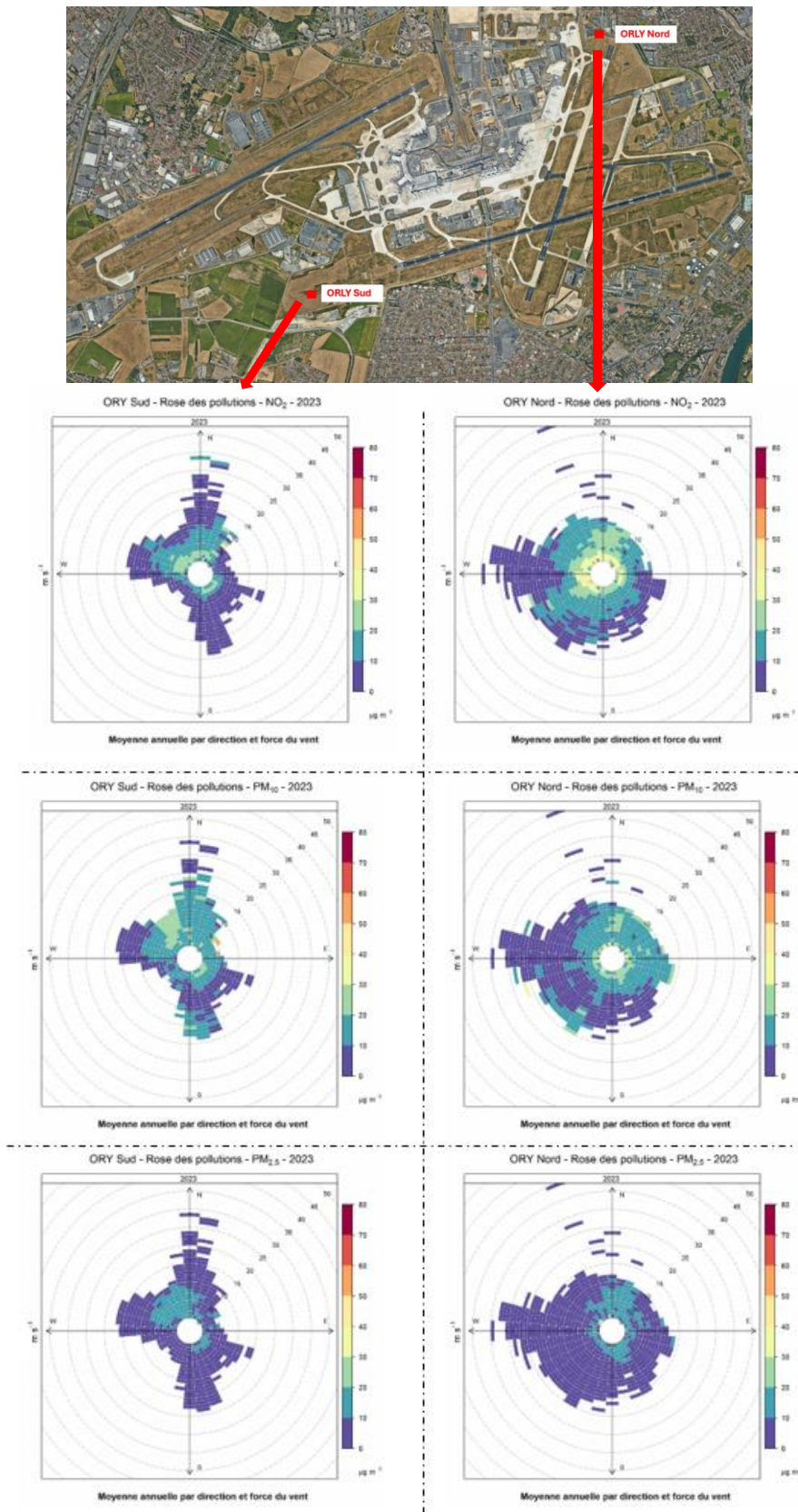


Figure 25 : Roses des pollutions des stations Orly Nord et Sud pour l'année 2023

Station Sud : Les concentrations de NO₂ mesurées proviennent principalement de sources locales, avec pour origine le cœur de la plateforme et la nationale N7. En complément, on observe une contribution ponctuelle des émissions de l'autoroute A6 à l'ouest de la plateforme.

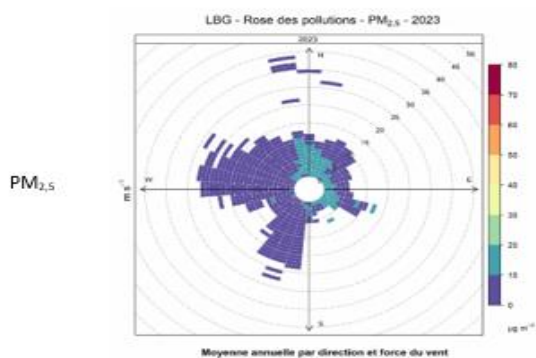
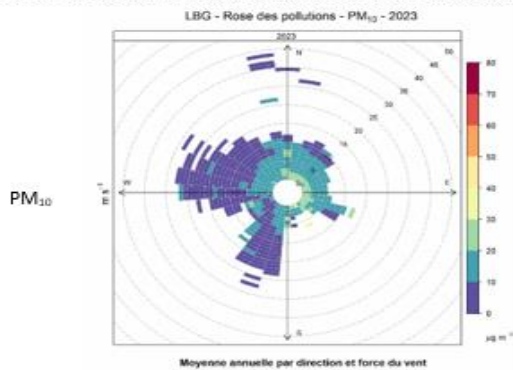
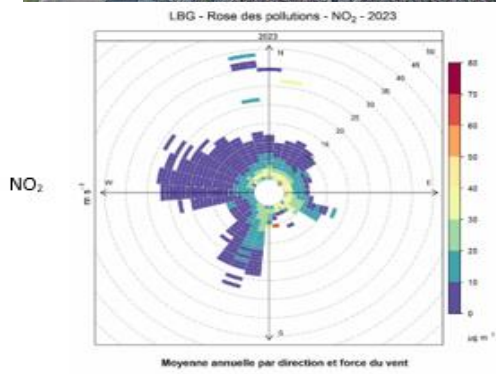
Des observations similaires peuvent être faites sur l'origine des particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) avec une prépondérance des PM₁₀ au sud qui pourrait être lié au chantier de la zone de maintenance du RER et à une fabrique de bitume.

Station Nord :

Le positionnement de la station ne permet pas d'identifier les sources majoritaires de NO₂, PM₁₀ et PM_{2,5} qui pourraient contribuer de façon significative à des épisodes de pollution et de différencier l'impact de la plateforme sur les autres sources locales et régionales compte tenu de l'enclavement urbain de Paris-Orly.

6.3 Etude sur les sources de polluants mesurés à Paris-Le Bourget

La **Figure 26** présente les roses de pollution associées au NO₂ et aux particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) pour le site instrumenté de l'aéroport Paris-Le Bourget.



Pour la plateforme Paris-Le Bourget, les mesures en NO₂ sont majoritairement impactées par les vents en provenance du cœur de la plateforme (vent de secteur sud- sud-ouest).

Par ailleurs, pour les particules les roses de pollution font très nettement ressortir la multiplicité des sources locales notamment le cœur de la plateforme pour les PM₁₀.

Figure 26 : Roses des pollutions des stations Paris – Le Bourget pour l'année 2023

7. Bilan des mesures de particules ultrafines (PUF)

7.1 Etat des lieux

Le Laboratoire du Groupe ADP a débuté en 2018 la surveillance des particules ultrafines (PUF), en phase avec les préconisations de l'[ANSES](#) et de l'ACNUSA. Le suivi de ce polluant n'est pas réglementé à ce jour.

Le Laboratoire du Groupe ADP a choisi de surveiller ce polluant afin d'établir une base de connaissance et de caractériser l'empreinte particulaire sur le périmètre de nos plateformes aéroportuaires. Ces particules proviennent de sources d'émissions variées et de processus physico-chimiques dans l'atmosphère, dont les procédés de combustion. D'une taille inférieure aux PM₁₀ et PM_{2,5}, elles sont suspectées d'être plus nocives que les particules de taille supérieure car elles pénètrent plus profondément dans l'organisme. Leur diamètre est inférieur à 0,1 micron (100 nanomètres), ce qui correspond à la taille d'un virus ou d'une molécule d'ADN. Compte tenu de leurs dimensions très variables, et de leur masse extrêmement faible, la technologie utilisée pour mesurer ces particules s'appuie sur leur comptage.

Les stations de mesure du Laboratoire sont équipées des dernières technologies d'analyseurs disponibles pour permettre d'une part le suivi des concentrations en nombre de PUF grâce à des CPC (Condensation particule Counter) et d'autre part le comptage par classe granulométrique des PUF grâce à des SMPS (Scanning Mobility Particle Sizer).

En 2023, toutes les stations hormis Orly Sud étaient équipées de CPC afin de réaliser le suivi des concentrations en PUF et un SMPS était disponible à Paris-Charles de Gaulle pour réaliser des études granulométriques lors de campagnes de mesures ponctuelles.

7.2 Concentrations totales en Particules UltraFines (PUF)

7.2.1 Evolution des moyennes annuelles en PUF

La **Figure 27** illustre l'évolution des moyennes annuelles de concentrations de particules ultrafines enregistrées par les stations de mesure des trois plateformes franciliennes depuis 2020.

Au fil des ans, les sites de mesure des particules ultrafines ont été progressivement équipés, ce qui explique pourquoi certaines données sont manquantes. Depuis juillet 2024, tous les sites de mesure sont désormais équipés de CPC.

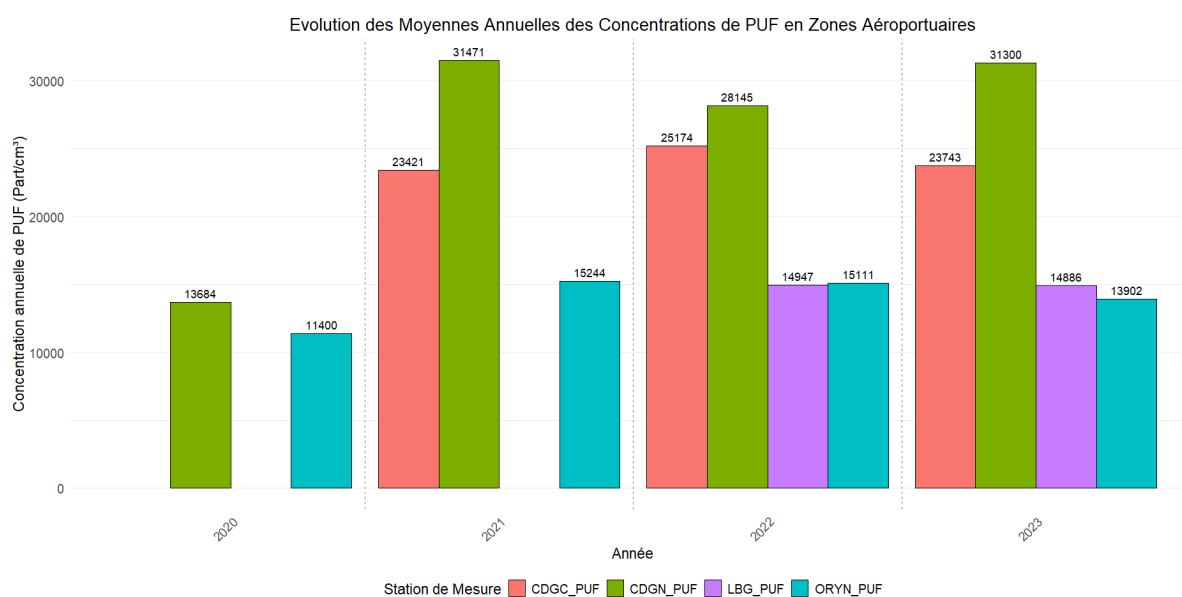


Figure 27 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations de PUF sur les différentes stations

L'année 2020, se distingue par des niveaux exceptionnellement bas de particules ultrafines, avec des concentrations mesurées à 13 684 particules/cm³ à CDG Nord et à 11 400 particules/cm³ à ORY Nord. Ces faibles niveaux sont certainement liés à la pandémie du COVID-19, qui a imposé des confinements sévères et entraîné une baisse importante des activités émettrices de PUF. En effet, les restrictions de déplacement et les mesures de confinement ont entraîné une chute notable des opérations aériennes (Cf. **Tableau 3**), ainsi qu'une réduction importante dans de nombreux domaines d'activités (transports routier, ferroviaire, industrie, etc...) tous contribuant à une diminution des émissions de particules ultrafines.

	2019	2020	2021	2022	2023	% de reprise du trafic (2019 - 2023)
Paris-Charles de Gaulle	498 175	212 309	250 111	402 849	448 305	90,0 %
Paris-Orly	218 349	83024	118 557	195 791	205 600	94.2 %
Paris-Le Bourget	53 053	33 334	51 880	63 796	58 421	110 %

Tableau 3 : Trafic avions sur les différentes plateformes franciliennes

(Source : Trafic Paris Aéroport et dans les aéroports du Groupe ADP - Groupe ADP (parisaeroport.fr) et Base de données Laboratoire ADP)

En 2023, on constate que les concentrations de particules ultrafines ont augmentés ce qui est certainement en lien avec le volume de trafic aérien des plateformes franciliennes (Cf.

Tableau 3), qui a presque atteint les niveaux prépandémiques et la reprise des autres activités contributrices (trafic routier, industries ...).

En l'absence de réglementation sur les concentrations en PUF, les moyennes obtenues peuvent être comparées à titre indicatif (mesures pas réalisées simultanément et dépendant des paramètres météorologique) aux valeurs mesurées lors des campagnes menées par AIRPARIF visant à évaluer la variabilité spatiale et temporelle des niveaux en nombre et en classes granulométriques des PUF dans différents environnements en Île-de-France^{1,2,3}.

Les deux premières campagnes [AIRPARIF](#) ont permis de documenter les niveaux en situation de fond (zones résidentielles urbaines et rurales) et à proximité du trafic routier.

En situation de fond francilien (1^{ère} campagne), une variabilité importante du nombre de particules a pu être mise en évidence, avec les niveaux les plus bas obtenus en zone rurale (~2700 particules/cm³) contre des concentrations plus élevées comprises entre 6600 et 9300 part/cm³ sur les sites urbains instrumentés.

La 2^{ème} campagne [AIRPARIF](#) a quant à elle permis de mettre en évidence que le niveau de particules ultrafines à proximité du trafic routier était nettement supérieur à ceux observés en fond urbain, avec un facteur de 2,5 à 6 fois plus important (entre 16 000 et 53 000 particules/cm³ selon le type d'axe routier).

En 2022, une 3^{ème} campagne en partenariat avec le Groupe ADP sur plusieurs sites de mesure localisés sur et autour de l'aéroport Paris-Charles de Gaulle a été réalisé. Un rapport devrait paraître prochainement. Dans l'attente de ce dernier, une synthèse des résultats est parue en février 2024 et est disponible sur leur site [AIRPARIF](#).

Sur la période d'étude (septembre à décembre 2022) la concentration moyenne en particules ultrafines mesurée à CDG Nord (bout de pistes) était de 18 700 particules/cm³ et à CDG Centre (proche du Terminal 1 et à 700 m de l'Autoroute A1) de 23 000 particules/cm³, des moyennes équivalentes à celle mesurée lors de la seconde campagne AIRPARIF le long du boulevard périphérique parisien (23 000 particules/cm³). Sur les sites de mesures situés autour de l'aéroport, il a été constaté que sous les vents de l'activité aéroportuaire les niveaux de PUF augmentent mais que cet impact est réduit à mesure que l'on s'éloigne de l'aéroport. A 1 km de distance (17 900 particules/cm³), à 5 km (6 200 particules/cm³) et à 10 km (7 400 particules/cm³).

La synthèse évoque par ailleurs la complexité d'interprétation des mesures liée à la forte variabilité des concentrations de PUF vis-à-vis de la direction et de l'intensité des vents mettant ou non les sites de mesure sous l'influence des activités aéroportuaires.

Les travaux sur l'évaluation et la différenciation des contributions respectives du trafic aérien et des autres sources émettrices quant aux concentrations de particules ultrafines mesurées en zone péri-aéroportuaire seront donc poursuivis par AIRPARIF.

¹ [Campagne de mesure francilienne sur les particules ultrafines -Situation de fond- Hiver 2020 -2021 | Airparif](#)

² [Campagne de mesure sur les particules ultrafines -Situation proximité au trafic - été 2021 | Airparif](#)

³ [Campagne de mesure localisés sur et autour de l'aéroport Paris-Charles de Gaulle- Automne 2022](#)

7.2.2 Distributions des concentrations en PUF 2023 au sein des stations de mesure du Laboratoire ADP

Une boîte à moustaches **Figure 28** est un graphique représentant la répartition d'une série statistique. L'échantillon est séparé en 4 parties de même effectif, appelées quartiles. Un quartile est donc constitué de 25 % des données de l'ensemble de l'échantillon. Le deuxième quartile, appelé plus couramment la médiane, est la valeur pour laquelle 50 % des données ont une valeur associée qui lui est inférieure, et 50 % des données ont une valeur associée qui lui est supérieure. La « boîte » représente 50 % des données dont la valeur se situe entre le 2ème et 3ème quartile. Le trait noir au sein de la boîte représente la valeur médiane. Les moustaches réparties de chaque côté de la boîte représentent les valeurs (minimales et maximales) à partir desquelles les données sont associées à des valeurs atypiques par rapport à la série de données. Ces données atypiques sont représentées par des cercles noirs en dehors des « moustaches ».

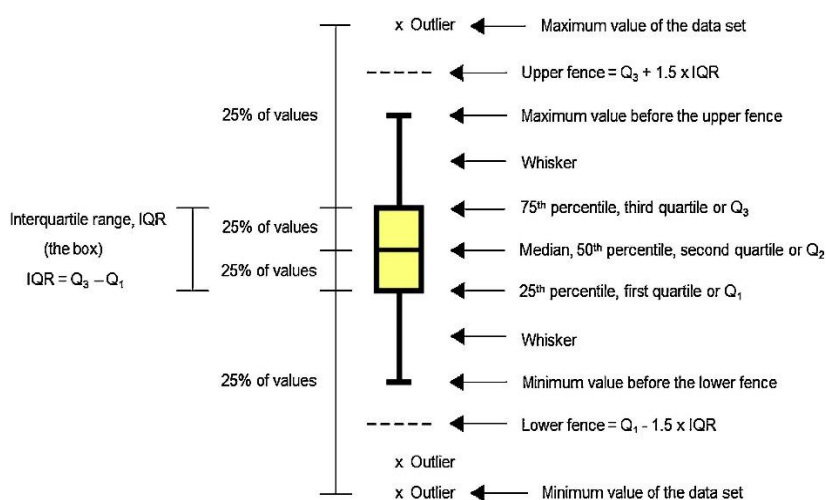


Figure 28 : boîte à moustaches

La **Figure 28** schématise, à l'aide de boîtes à moustaches la distribution des données horaires mesurées en PUF à CDG Nord, CDG Centre, Orly Nord et Le Bourget.

Ces dernières permettent de comparer la répartition et la dispersion statistique des concentrations horaires en PUF entre les stations de mesure ADP sur l'année 2023.

	CDGN_PUF	CDGC_PUF	ORYN_PUF	LBG_PUF
Min	850	1 042	696	813
Q1	8 077	10 025	6 355	7 044
Médiane	19 947	16 863	10 136	11 613
Moyenne	31 300	23 743	13 902	14 886
Q3	46 122	31 082	17 532	19 090
Maximum	208 132	195 875	102 410	98 493

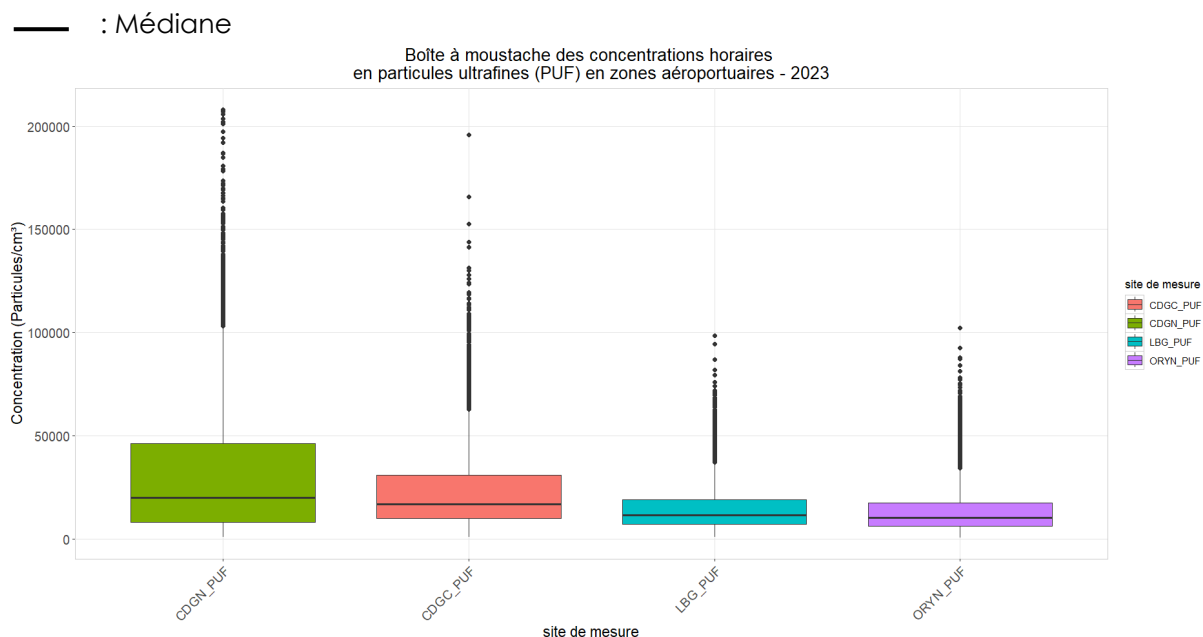


Figure 29 : Boîte à moustaches des concentrations en PUF des différentes stations

Les concentrations en nombre de PUF au droit des différentes stations pour l'année 2023, tout comme leurs variabilités, sont proches pour les valeurs minimums et Q1 et sont plus dispersées pour le Q3 et les maximums selon les aéroports.

Les concentrations (moyennes et médianes) sont globalement plus importantes sur Paris-Charles de Gaulle que sur Paris-Orly et Paris-Le Bourget. On note des valeurs maximales plus élevées et une plus grande dispersion des concentrations à Paris-Charles de Gaulle, plus spécifiquement au niveau de la station CDG Nord.

Cette tendance à des concentrations plus élevée à Paris-Charles de Gaulle peut s'expliquer d'une part par une activité aéroportuaire plus importante (Cf. [Tableau 4](#)) et d'autre part, par la localisation des stations dont la proximité directe aux sources potentielles reste un élément important dans la détection des PUF.

Plateforme	Paris-Charles de Gaulle	Paris-Orly	Paris-Le Bourget
Trafic 2023	448 305 vols	205 600 vols	58 421 vols

Tableau 4 : Trafic avions 2023 sur les différentes plateformes franciliennes

(Source : Trafic Paris Aéroport et dans les aéroports du Groupe ADP (parisaeroport.fret Base de données Laboratoire ADP)

Ainsi, la station CDG Centre est proche du terminal 1 (600 m), des voies de circulation des avions (VCA : 1 007 m) et des principales routes desservant l'aéroport, telles que l'autoroute A1 (670 m), situant ainsi la station à l'intersection de plusieurs sources d'émission. La station CDG Nord se trouve quant à elle, dans l'axe d'une piste de décollage à l'ouest (27L : 580 m) et à 310 m de la RD212/A104 (ouvert 11/2023) à ce qui peut contribuer aux concentrations mesurées.

Pour les plateformes de Paris-Le Bourget et Paris-Orly, les niveaux de PUF sont relativement proches ce qui peut être partiellement être lié à l'activité aérienne (Cf. [Tableau 4](#)), au trafic routier et aux différences de typologie d'avion. Cela pourrait également s'expliquer par la configuration des stations de mesure : la station de Paris-Le Bourget est située à une distance de 172 m dans l'axe d'une des pistes de décollage/atterrissage à la différence de la station ORY Nord, localisée de telle sorte à détecter une signature aéroportuaire globale sans faire un focus particulier sur une piste de décollage/atterrissage (l'éloignement de la piste la plus proche est de 1 700 m). Cf annexe § [8.6](#)

7.3 Evolutions temporelles

7.3.1 Moyennes journalières

La **Figure 30** présente la concentration en nombre de PUF journalière de l'année 2023.

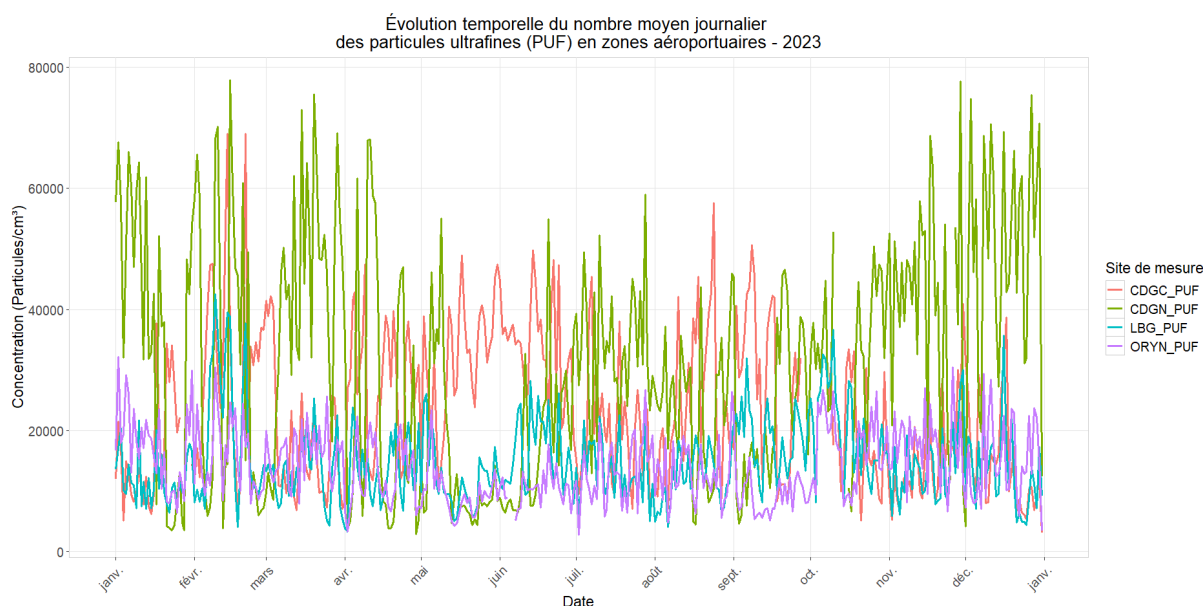


Figure 30: Evolutions temporelles de la concentration journalière en nombre de PUF par station

L'analyse des concentrations journalières de particules ultrafines (PUF) à travers différentes stations de mesure révèle plusieurs tendances et dynamiques notables.

Tout d'abord, il apparaît que les concentrations de PUF sont plus élevées au niveau des stations de Paris-Charles de Gaulle qu'aux stations de Paris-Orly et Paris-Le Bourget. Cette différence souligne l'impact plus marqué des activités ou des conditions environnementales à Paris-Charles de Gaulle.

De plus, on observe comme en **Figure 33** une forte dynamique sur l'ensemble des sites de mesure particulièrement accentuée à Paris-Charles de Gaulle, où les variations des concentrations de PUF sont plus prononcées. En comparaison, les stations de Paris-Orly et Paris-Le Bourget présentent des variations moins importantes.

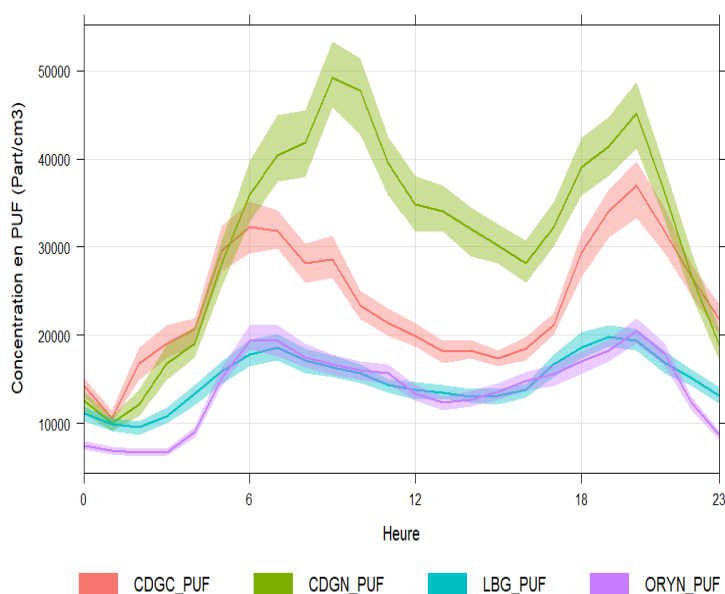
L'analyse plus approfondie des concentrations journalières de PUF sur les stations CDG Nord et CDG Centre met en lumière des variations significatives au cours de l'année 2023.

En effet, une diminution brusque des niveaux de PUF est observée entre mai et juin 2023 sur la station CDG Nord. Cette tendance pourrait être liée à des changements dans les activités locales ou à des conditions météorologiques particulières. Une analyse plus approfondie pour déterminer les causes spécifiques de ces variations sera faite dans le paragraphe suivant.

7.3.2 Profils temporels des concentrations

Afin d'identifier et de comprendre des épisodes spécifiques en concentration en PUF les profils journaliers, hebdomadaires et mensuels ont été tracés en **Figure 31, Figure 32, Figure 33**.

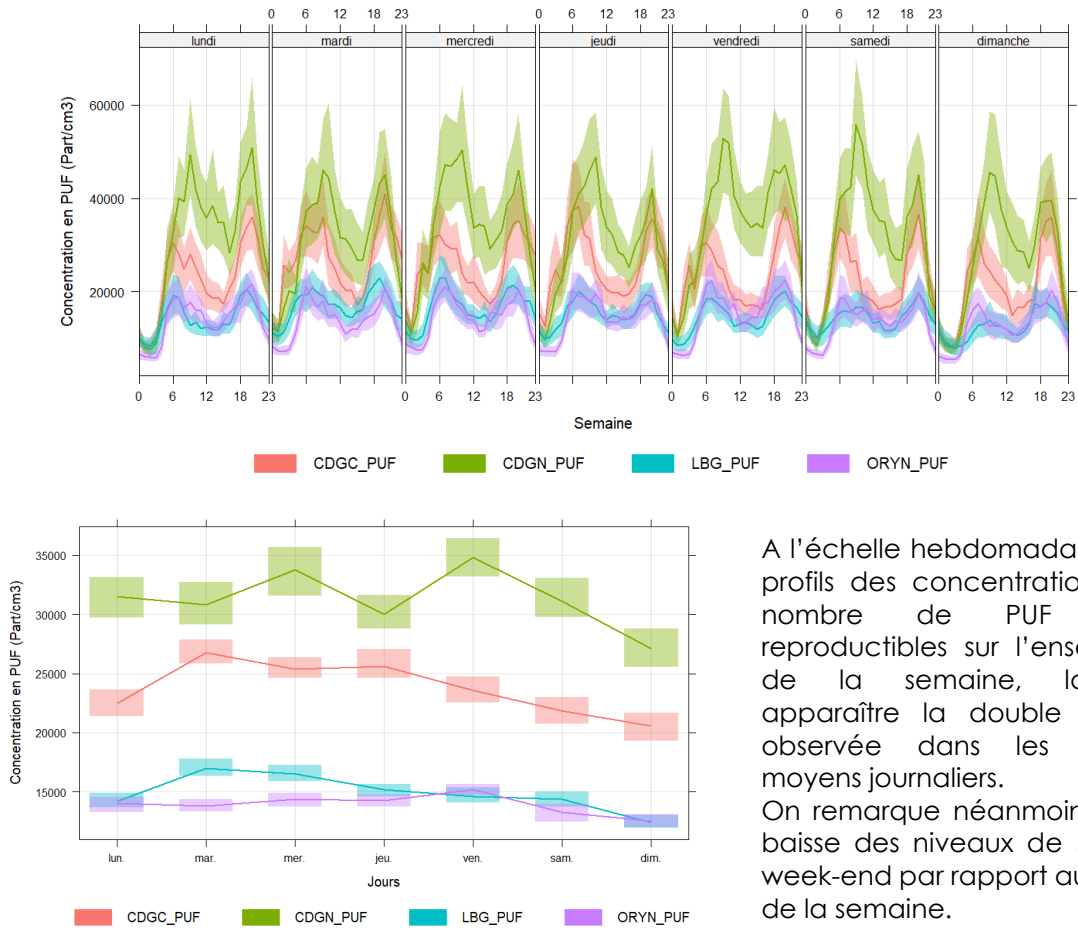
- Profils moyens Journaliers



L'étude des profils journaliers moyens permet de caractériser le comportement général des PUF au cours de la journée. Les enveloppes de couleurs représentent l'intervalle de confiance à 95 % (c'est-à-dire que 95 % des données horaires observées sur la période de campagne sont incluses dans cet intervalle), afin d'illustrer la variabilité des données moyennes horaires. On observe pour l'ensemble des sites de mesure des profils journaliers en double bosses avec une augmentation des concentrations de PUF aux heures de pointes (pics d'activités matin et soir). Ce type de profil est caractéristique de la pollution aux particules en zones urbaines. Ces doubles bosses sont nettement moins marquées pour les sites LBG et ORY Nord. Les niveaux les plus faibles sont observés la nuit, entre minuit et 6h du matin.

Figure 31 : Profils journaliers des concentrations en PUF à travers les stations de mesure ADP

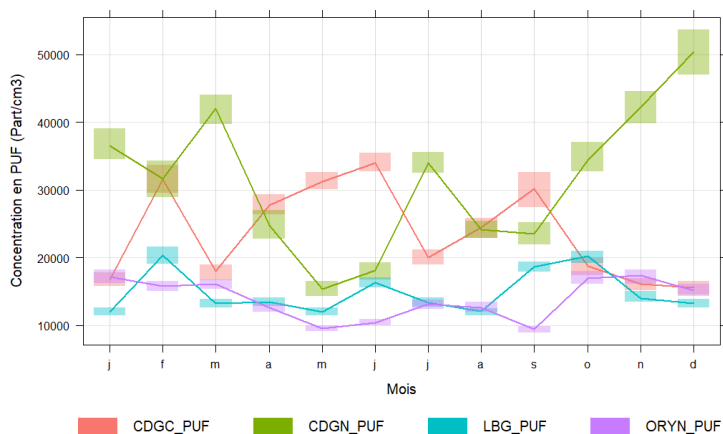
■ Profils moyens Hebdomadaires



A l'échelle hebdomadaire, les profils des concentrations en nombre de PUF sont reproductibles sur l'ensemble de la semaine, laissant apparaître la double bosse observée dans les profils moyens journaliers. On remarque néanmoins une baisse des niveaux de PUF le week-end par rapport au reste de la semaine.

Figure 32 : Profils hebdomadaires des concentrations en PUF à travers les stations de mesure ADP

■ Profils Mensuels



A l'échelle mensuelle, les concentrations de PUF sont relativement stables pour les sites de ORYN Nord et LBG. En revanche, on observe une très grande variabilité mensuelle de PUF pour les sites CDG Nord et CDG Centre.

Figure 33 : Profils mensuels des concentrations en PUF à travers les stations de mesure ADP

On observe à CDG Nord des profils atypiques de concentration en PUF, au 2-ème trimestre (concentration en diminution) et 4-ème trimestre (concentration en augmentation). La **Figure 34** présente un graphique des moyennes journalières et directions de vent (flèches bleues) sur cette période. Ce graphique fait apparaître une prépondérance des vents de secteur nord-est.

La région au nord et à l'est de la plateforme Paris-Charles de Gaulle est caractéristique d'une zone rurale avec la présence de champs et terres agricoles et l'absence de sources contributrices de PUF pouvant expliquer les faibles niveaux observés.

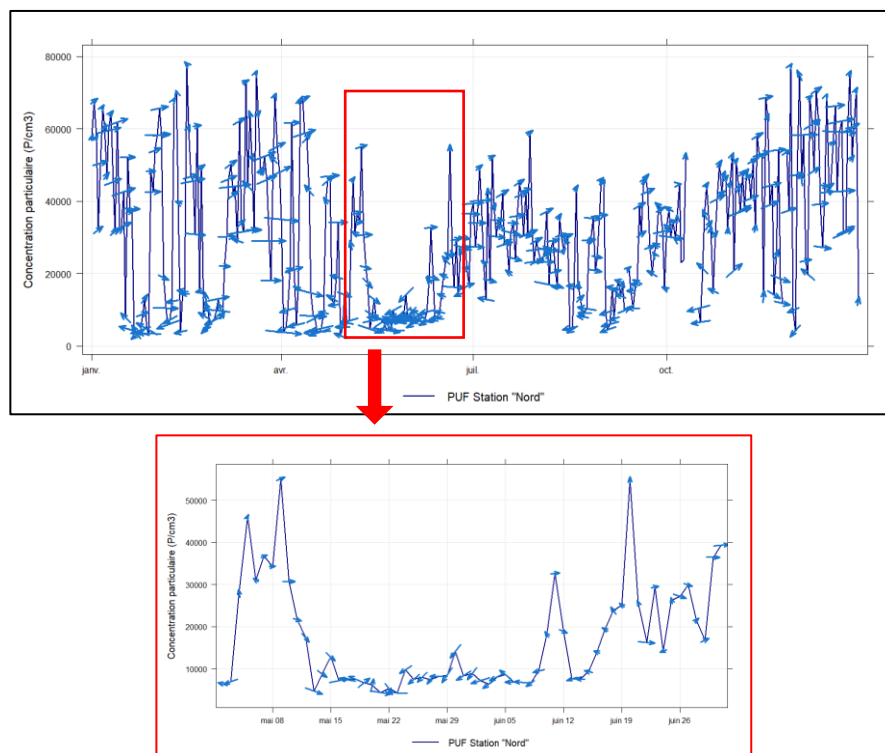


Figure 34 : Scrutation des moyennes journalières et directions de vent (flèches bleues) sur la période mai-juin 2023

7.4 Roses de pollutions des PUF

7.4.1 Paris - Charles de Gaulle

La **Figure 35** présente les roses de pollution associées aux PUF pour les deux sites instrumentés de l'aéroport Paris-Charles de Gaulle. Ces roses associent pour chaque direction et force du vent une concentration moyenne en PUF (P/cm^3) pour l'année 2023. Il est ainsi possible d'identifier la provenance des sources des PUF mesurés sur chaque station.

Les concentrations moyennes en PUF sont fortement impactées par les vents en provenance de la plateforme pour les deux stations lorsqu'elles sont sous les vents de la plateforme. En effet, pour la station CDG Centre, les concentrations les plus élevées proviennent de vents de secteur sud-est (terminal 3, piste sud) et nord-est (piste nord, cœur de plateforme).

Pour la station CDG Nord, les concentrations sont majoritairement impactées par les vents en provenance d'ouest (doublet nord), sud-ouest (cœur de plateforme) et sud (voies de circulation avion).

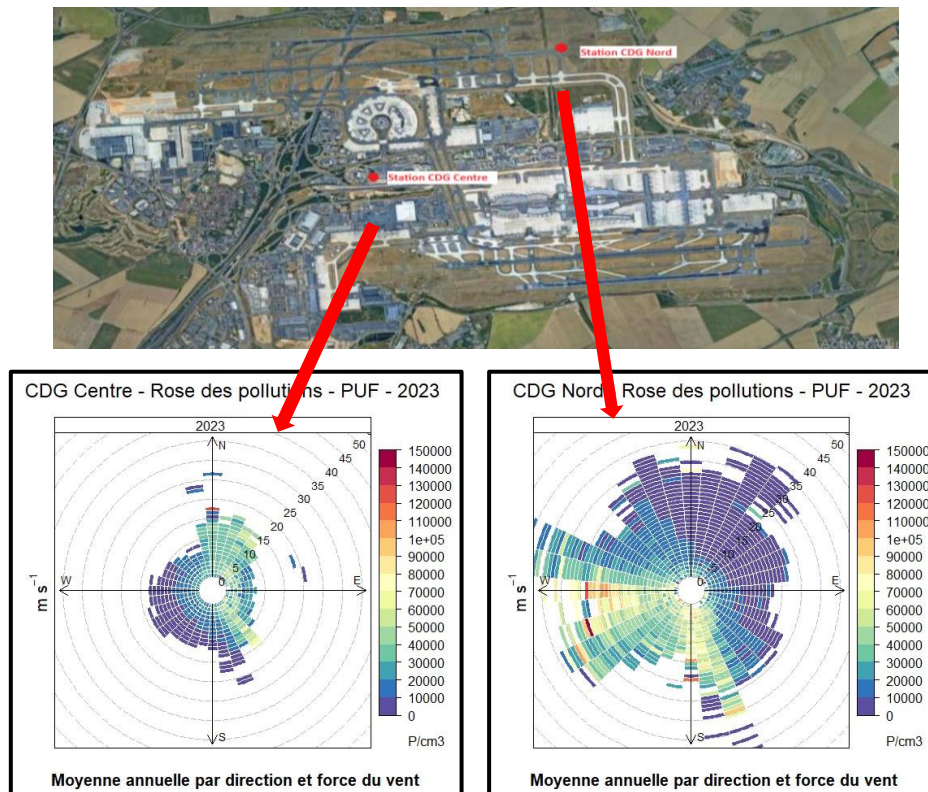


Figure 35: : Roses de pollution de la concentration en PUF par direction et force de vent à CDG Nord et CDG Centre

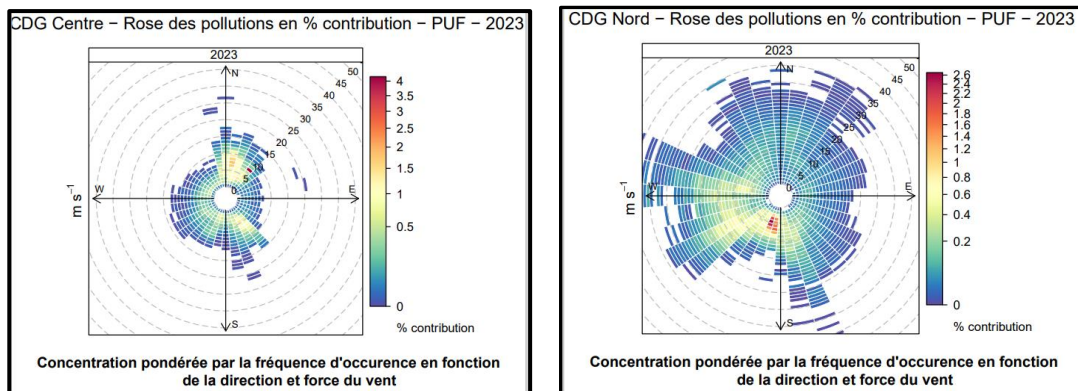


Figure 36 : Moyenne pondérée de la concentration en PUF par l'occurrence de la direction et force du vents à CDG Nord et CDG Centre

La **Figure 36** présente le pourcentage de contribution en PUF par la vitesse et direction de vent. En pondérant les concentrations par la fréquence d'occurrence où le vent est d'une certaine direction et a une certaine vitesse on obtient une meilleure indication des conditions qui domine la moyenne globale des concentrations.

A CDG Nord on observe que la concentration annuelle est dominée par les vents de secteur sud (VCA) et sud-ouest (T1, cœur de plateforme).

A CDG Centre on observe que la concentration annuelle est dominée par les vents de secteur sud-est (terminal 3, piste sud) et nord-ouest (piste nord, cœur de plateforme).

7.4.2 Paris - Orly

La **Figure 37** présente la rose de pollution associée aux concentrations en nombre en PUF pour le site instrumenté de l'aéroport Paris-Orly. Les concentrations moyennes en PUF sont fortement impactées par les vents en provenance du secteur sud-ouest (cœur de la plateforme).

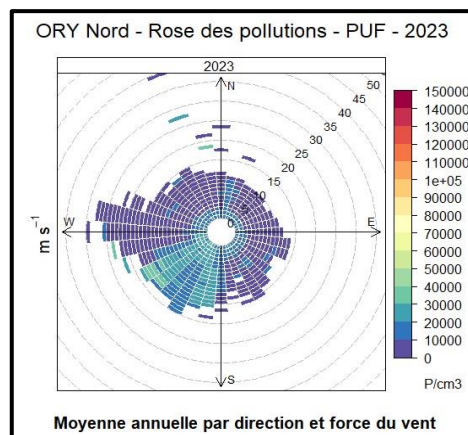


Figure 37 : Roses de pollutions en PUF de la station Orly Nord pour l'année 2023

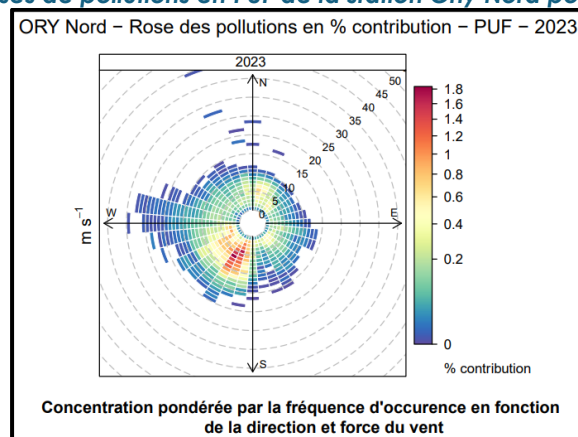


Figure 38 : Moyenne pondérée de la concentration en PUF par l'occurrence de la direction et force du vents à Orly Nord pour l'année 2023

La **Figure 38** présente le pourcentage de contribution en PUF par la vitesse et direction de vent. En pondérant les concentrations par la fréquence d'occurrence où le vent est d'une certaine direction et a une certaine vitesse on obtient on en une meilleure indication des conditions qui domine la moyenne globale des concentrations.

A Orly Nord on observe que la concentration annuelle est dominée par les vents de secteur sud-ouest (cœur de la plateforme).et nord-est (A86, D86).

7.4.3 Paris – Le Bourget

La **Figure 39** présente la rose de pollution associé aux PUF pour le site instrumenté de l'aéroport Paris-Le Bourget. Les concentrations en PUF les plus fortes sont observées par vent de secteur sud-sud-ouest et nord-nord-est (tissu urbain dense) ainsi que par le cœur de plateforme.

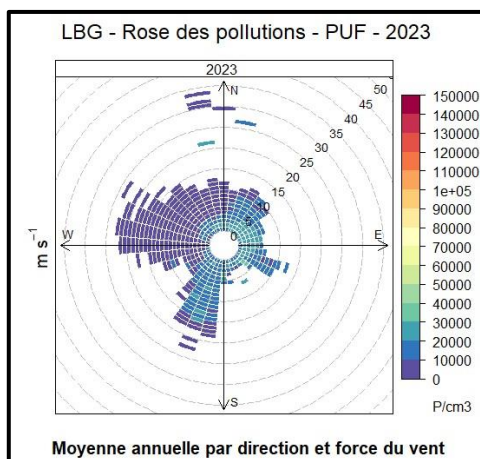


Figure 39 : Roses de pollutions en PUF de la station Le Bourget pour l'année 2023

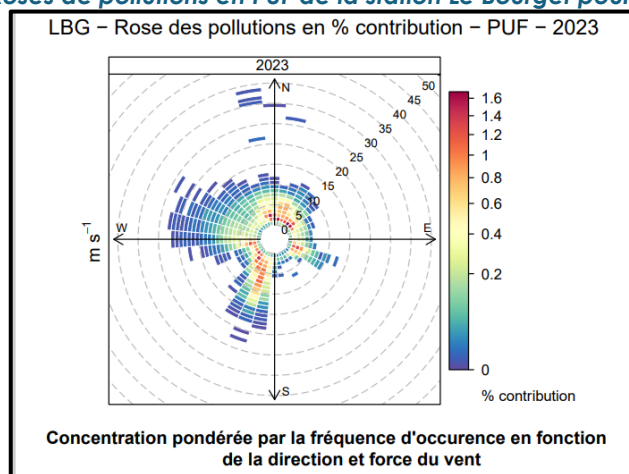


Figure 40 : Moyenne pondérée de la concentration en PUF par l'occurrence de la direction et force du vents au Bourget pour l'année 2023

La **Figure 40** présente le pourcentage de contribution en PUF par la vitesse et direction de vent. En pondérant les concentrations par la fréquence d'occurrence où le vent est d'une certaine direction et a une certaine vitesse on en a une meilleure indication des conditions qui dominent la moyenne globale des concentrations.

A Paris-Le Bourget on observe que la concentration annuelle est dominée par les vents de secteur sud-sud-ouest et nord-nord-est (tissu urbain dense) ainsi que par le cœur de plateforme.

7.5 Conclusions et perspectives sur la surveillance des particules ultrafines

Les travaux menés par le laboratoire du Groupe ADP jusqu'à présent mettent en avant la complexité de la surveillance des particules ultrafines en milieu aéroportuaire. Les résultats obtenus permettent de faire de nombreux constats sans toutefois permettre une interprétation approfondie. Seules des études pluriannuelles à de multiples points permettront de définir une stratégie de surveillance robuste et d'appréhender les impacts et les conséquences des émissions de particules ultrafines par les activités aéroportuaires sur la qualité de l'air locale.

À cet effet, le laboratoire du Groupe ADP renforce la surveillance en équipant, en juillet 2024, la station Orly Sud pour le suivi en continu des concentrations en nombre de particules ultrafines. Courant 2024, la mise en place d'un SMPS (Scanning Mobility Particle Sizer) sur les plateformes Paris-Charles de Gaulle et Paris-Orly viendra renforcer les données disponibles en documentant de manière approfondie la distribution granulométrique des PUF en zones aéroportuaires.

Par ailleurs, le Groupe ADP a contribué, en 2022, financièrement et matériellement à une campagne de mesure francilienne sur les particules ultrafines coordonnée par AIRPARIF (AEROPUF). Une synthèse des résultats a été émise en février 2024 sur le site AIRPARIF et un rapport final devrait paraître prochainement.

Enfin, au travers du projet européen OLGA visant à concevoir l'aéroport durable de demain, le laboratoire du Groupe ADP travaille sur le "Work Package 6 – Cross-cutting aspect" portant notamment sur la qualité de l'air aux alentours des aéroports et sur les nuisances sonores générées. Dans ce projet, l'aéroport Paris-Charles de Gaulle est la plateforme pilote pour le déploiement de ces solutions innovantes et de recherche. L'un des objectifs de ce "Work Package" est d'identifier la contribution des sources d'émissions liées aux aéroports à la qualité de l'air urbain local, notamment via la mise en place d'un outil de "Source Apportionment". Ce traitement portera sur l'analyse croisée, d'une part, des profils de concentrations des PUF, du carbone suie et des COV (Composés Organiques Volatils) en phases gaz et particulaire, et d'autre part, en intégrant des données auxiliaires telles que les conditions météorologiques et les données de mouvements d'avions. Trois campagnes de mesures (sur six initialement prévues) ont déjà été réalisées sur la plateforme test Paris-Charles de Gaulle en alternance entre les sites de mesure CDG Nord et CDG Centre. La quatrième campagne prendra place au sein de la station CDG Nord durant l'été 2024.

8. Annexes

8.1 Rose des vents

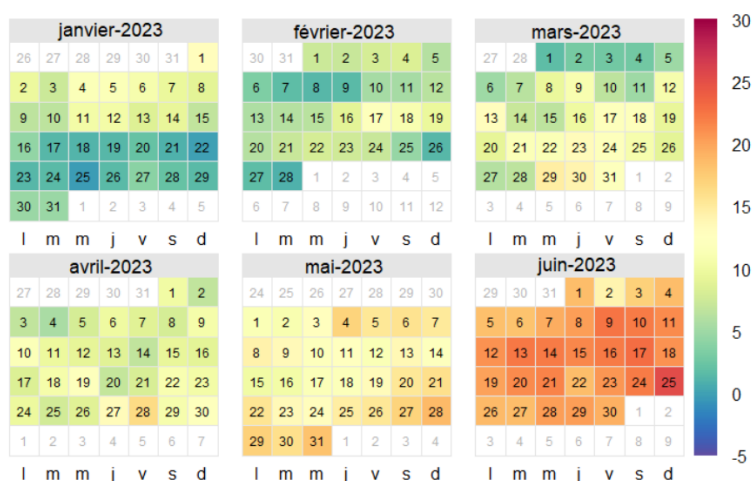
La rose des vents est un moyen de représenter dans un même graphique la direction et la vitesse moyenne des vents mesurés en un point donné.

Comment lire une rose des vents :

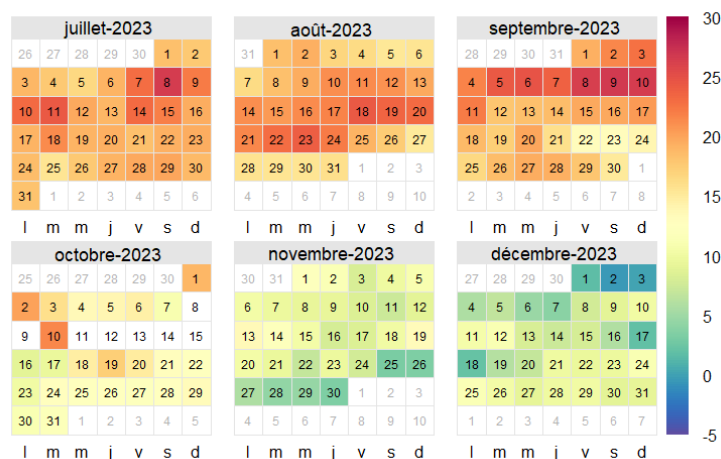
- L'orientation (la provenance) des vents est indiquée sur l'axe extérieur.
- 0° = nord, 90° = est, 180° = sud, 270° = ouest.
- La longueur d'une pale indique la proportion (sur les axes verticaux et circulaires intérieurs) de vents mesurés pour une orientation donnée. Plus une pale est longue, plus la station a mesuré de vents en provenance de cette orientation.
- Les classes de vitesse de vents (en m/s) sont représentées par un dégradé de couleur.

8.2 Température sur l'année 2023

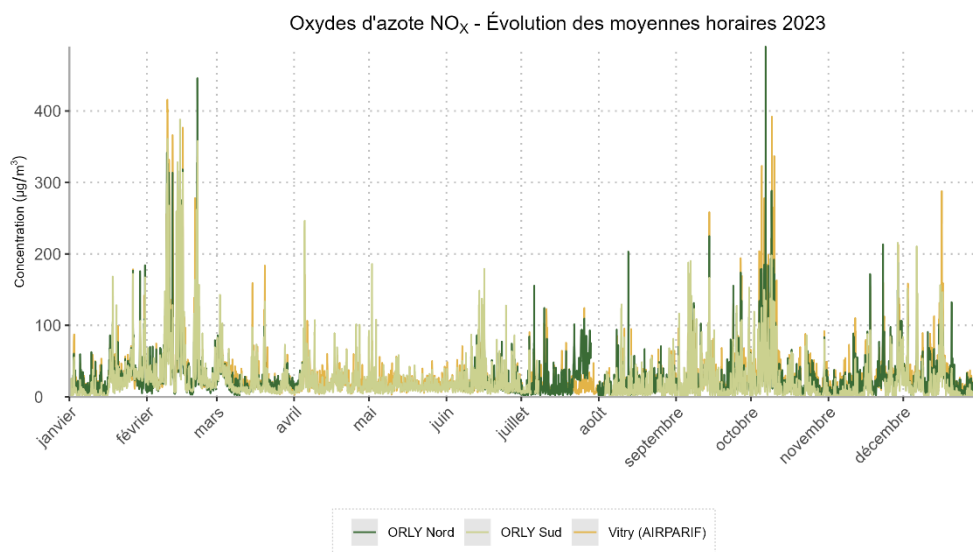
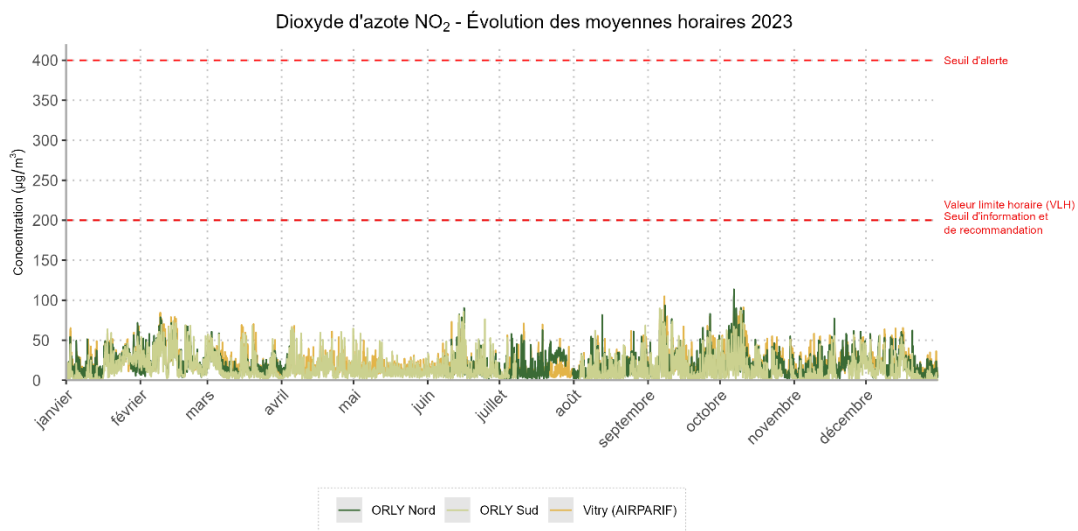
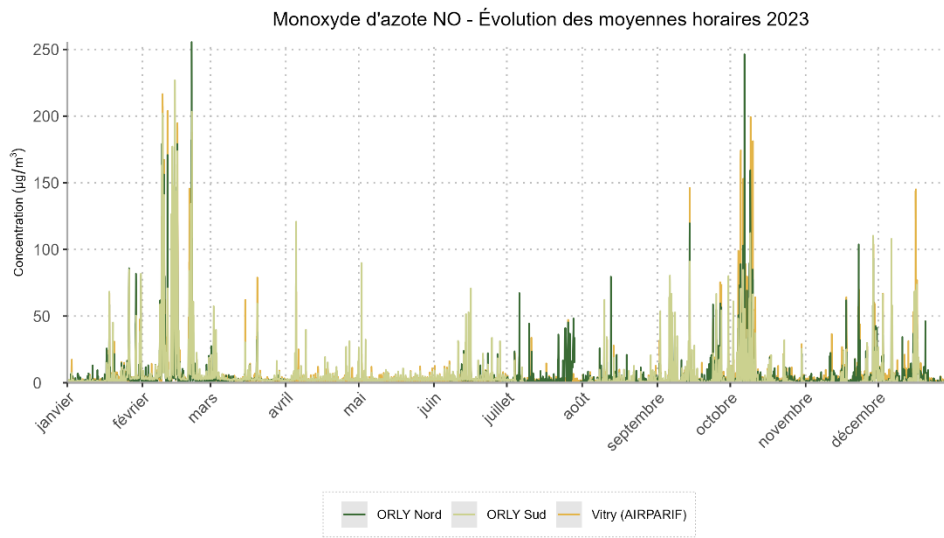
Température Ambiante 2023 (°C)



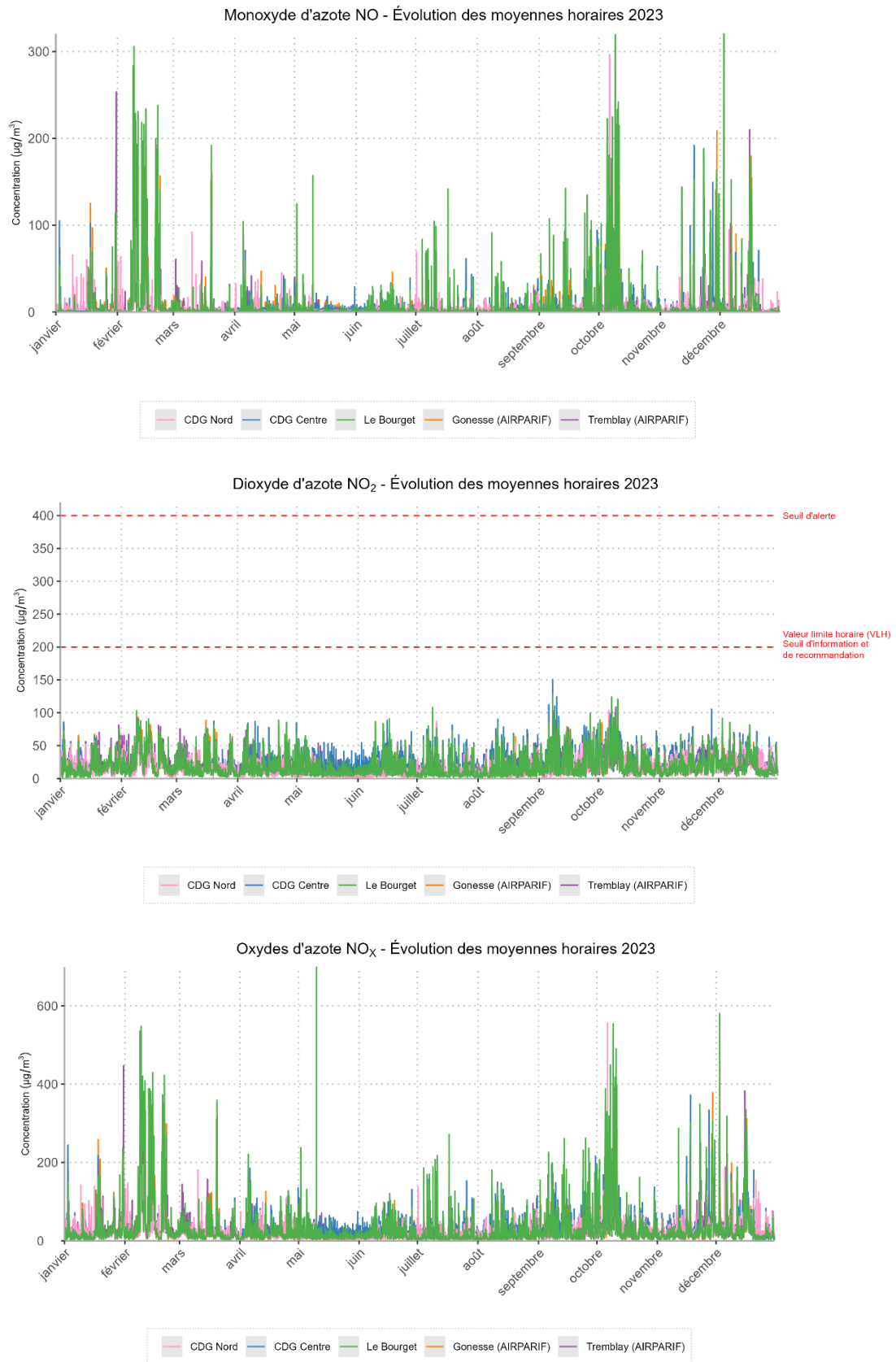
Température Ambiante 2023 (°C)



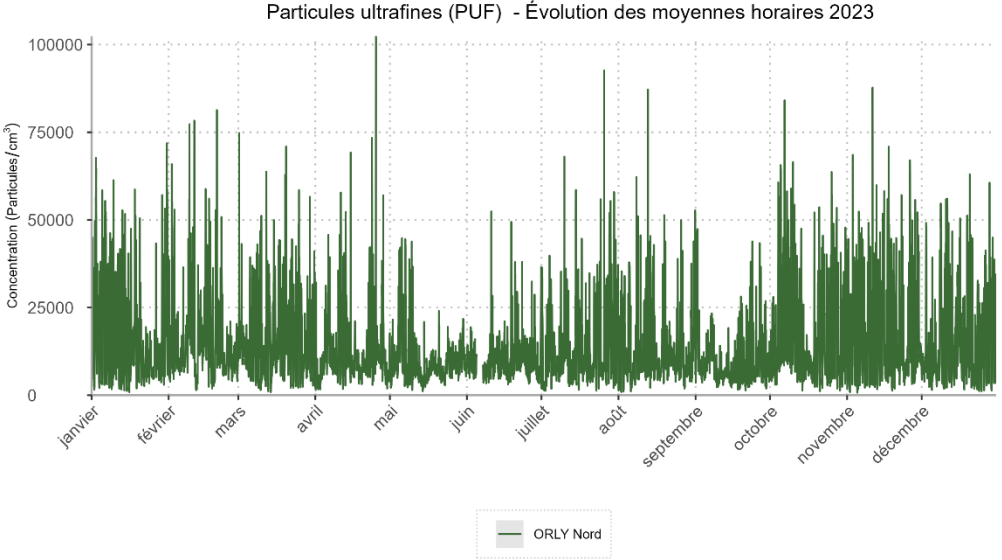
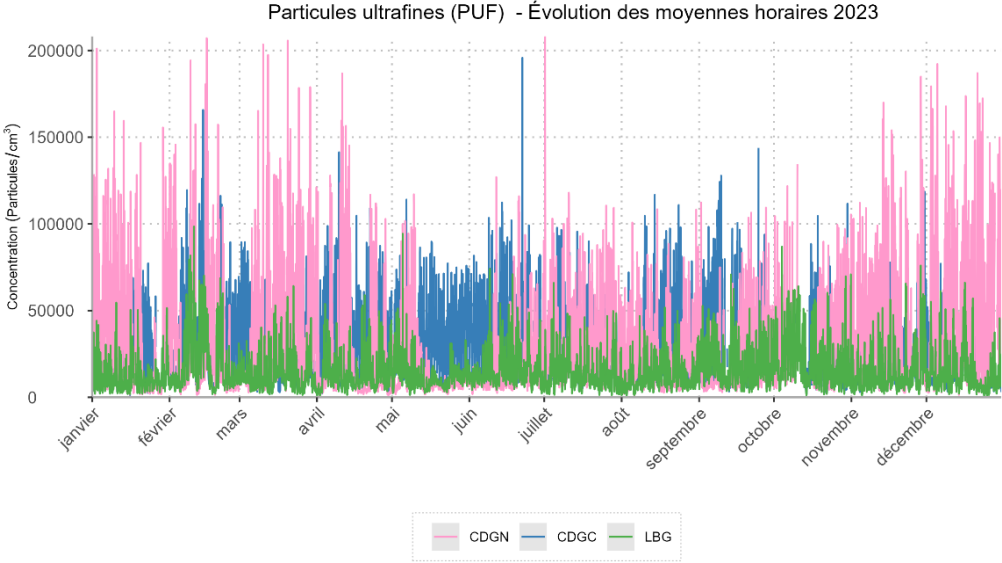
8.3 Evolutions temporelles NO, NO₂ et NO_x : Aéroport Paris-Orly



8.4 Evolutions temporelles NO, NO₂ et NO_x : Aéroport Paris-Charles de Gaulle et Aéroport Paris-Le Bourget



8.5 Evolutions temporelles des particules ultrafines (PUF)



8.6 Distances entre les stations de mesure de qualité de l'air ADP et lieux émissifs

Distance entre station de mesure ADP et lieux émissifs		
CDG Nord	27L	580 m
	D212	310 m
	VCA	411 m
	T1	2550 m
CDG Centre	L8	1760 m
	T3	1720 m
	A1	670 m
	T1	600 m
	VCA Nord Sud	1 007 m
Orly Sud	Piste 7	1120 m
	Poste avion	1080 m
	Piste 6	1180 m
	D118	366 m
Orly Nord	N7	1 490 m
	Piste 24	1 700 m
	Piste 20	400 m
LBG	Piste 25	172 m
	Piste 27	980 m
	A1	1900 m
	D170	400 m