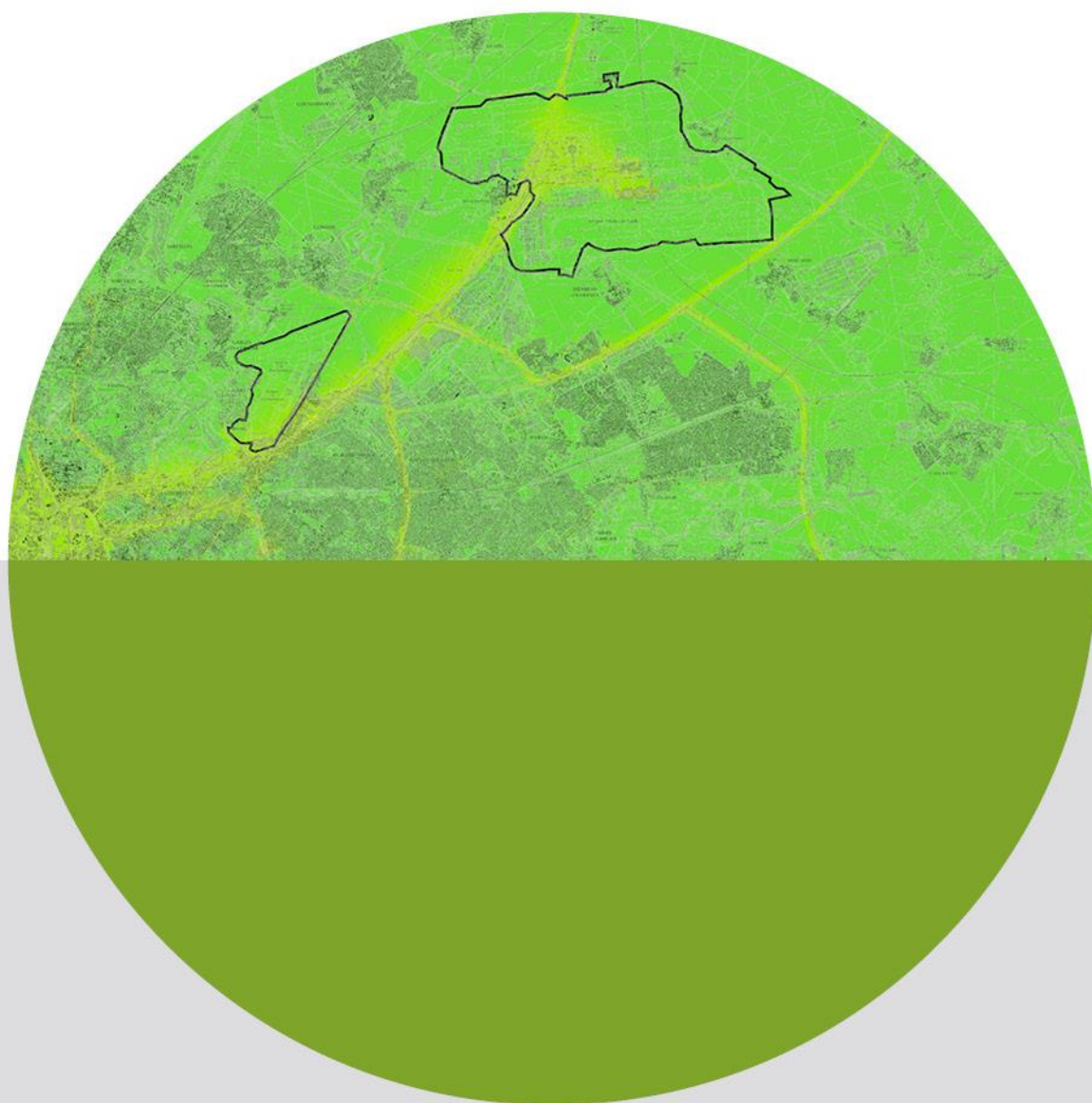




Bilan de la qualité de l'air à proximité des plateformes aéroportuaires

PARIS-CHARLES DE GAULLE ET PARIS-LE BOURGET - BILAN 2023





SURVOL

BILAN 2023 DE LA QUALITÉ DE L'AIR À PROXIMITÉ DES PLATEFORMES AÉROPORTUAIRES DE PARIS-CHARLES DE GAULLE ET PARIS-LE BOURGET

Décembre 2024

Étude réalisée par :

AIRPARIF – Observatoire de surveillance de la qualité de l'air en Île-de-France
7, rue Crillon 75004 PARIS – Tél. : 01 44 59 47 64 - Site : www.airparif.fr

« Le bon geste environnemental : N'imprimez ce document que si nécessaire et pensez au recto-verso ! »

SOMMAIRE

GLOSSAIRE	2
I. CONTEXTE	3
II. SITUATION EN 2023 VIS-À-VIS DE LA RÉGLEMENTATION	4
2.1. Dioxyde d'azote (NO ₂)	5
État de la qualité de l'air à l'échelle annuelle	5
2.2. Particules (PM ₁₀ , PM _{2.5})	6
PM ₁₀ : État de la qualité de l'air à l'échelle annuelle	6
PM _{2.5} : État de la qualité de l'air à l'échelle annuelle	8
III. CONTRIBUTIONS DES SOURCES AUX NIVEAUX DE POLLUTION RELEVÉS SUR LE SECTEUR D'ÉTUDE	9
3.1. Oxydes d'azote (NO _x)	9
Contribution des sources aéroportuaires	9
Contribution du trafic routier	11
Contribution des sources : évolution en fonction de la localisation par rapport à l'aéroport	12
3.2. Particules PM ₁₀	13
Contribution des sources aéroportuaires	13
Contribution du trafic routier	14
Contribution des sources : évolution en fonction de la localisation par rapport à l'aéroport	14
3.3. Particules PM _{2.5}	16
Contribution des sources aéroportuaires	16
Contribution du trafic routier	17
Contribution des sources : évolution en fonction de la localisation par rapport à l'aéroport	17
ANNEXE 1 : FONCTIONNEMENT DE LA SURVEILLANCE DES ZONES AÉROPORTUAIRES	19
PRESENTATION DU DOMAINE D'ÉTUDE	19
Les polluants suivis	20
La chaîne de modélisation de qualité de l'air	21
Météorologie de la zone d'étude	22
Émissions sur le domaine d'étude	22
Modélisation des émissions liées au trafic routier	23
Modélisation des émissions associées au trafic aérien	24
Modélisation de la dispersion sur le domaine d'étude	25
Évaluation de la pollution de fond sur le domaine d'étude	25
ANNEXE 2 : NORMES & RECOMMANDATIONS DE LA QUALITÉ DE L'AIR	26
ANNEXE 3 : SYNTHÈSE MÉTÉOROLOGIQUE 2023 SUR LE DOMAINE D'ÉTUDE	28

GLOSSAIRE

ADP : Aéroports De Paris

ARS : Agence Régionale de Santé

COV(NM) : Composés Organiques Volatils (Non Méthaniques). Ils désignent un large éventail d'espèces chimiques comportant au moins un atome de carbone (C) et un ou plusieurs autres éléments tels que l'hydrogène (H), l'oxygène (O), l'azote (N), le soufre (S), le phosphore (P), le silicium (Si), les halogènes (fluor, chlore, brome, iode) – à l'exception des oxydes de carbone (CO, CO₂), des carbonates et bicarbonates inorganiques¹.

DGAC : Direction Générale de l'Aviation Civile

NO_x : Oxydes d'azote. Ce terme générique regroupe le monoxyde et le dioxyde d'azote (NO + NO₂ = NO_x).

NO₂ : Dioxyde d'azote

Objectif de qualité : Défini par la réglementation française, il correspond à un **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.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PM₁₀ : particules en suspension dans l'air d'un diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm.

PM_{2,5} : particules en suspension dans l'air d'un diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 µm.

PRSE : Plan Régional Santé Environnement

Recommandations OMS : Elles correspondent à des **lignes directrices relatives à la qualité de l'air**, mises en place par l'OMS, dans le but d'évaluer et de réduire les effets de la pollution atmosphérique sur la santé humaine et sur les écosystèmes. Elles présentent des recommandations d'ordre général concernant **les niveaux d'exposition** (valeurs seuils indicatives) pour différents polluants atmosphériques, **en dessous desquels les effets sont considérés comme acceptables**. Ces valeurs recommandées par l'OMS sont fondées sur des études épidémiologiques et toxicologiques.

Valeur cible : Initialement définie par la réglementation européenne puis transposée en droit français, elle correspond à **niveau de concentration de substances polluantes à atteindre dans la mesure du possible et dans un délai donné**, fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou sur l'environnement. **Elle n'implique aucune contrainte contentieuse associée à son dépassement, mais des enjeux sanitaires avérés.**

Valeur limite : Initialement définie par la réglementation européenne puis transposée en droit français, elle correspond à **niveau maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre dans un délai donné et à ne plus dépasser**, fixé 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, **la valeur limite est une valeur réglementaire contraignante.**

¹ D'après l'article 2 de la directive 1999/13/CE du Conseil relative à la réduction des émissions de composés organiques volatils dues à l'utilisation de solvants organiques dans certaines activités et installations.

I. CONTEXTE

La région Île-de-France est dotée de deux aéroports internationaux (Paris-Charles de Gaulle et Paris-Orly) et d'un aéroport principalement dédié aux voyages d'affaires (Paris-Le Bourget). Ces trois aéroports, parmi les plus importants au niveau européen dans leur catégorie, sont à l'origine d'un nombre important de survols au-dessus de la région-capitale.

L'association Airparif assure depuis janvier 2013 une surveillance spécifique de la qualité de l'air à proximité des principales plateformes aéroportuaires franciliennes. Cette surveillance a été initiée dès 2008 suite à la demande du Préfet de la région Île-de-France dans le cadre du Plan Régional Santé Environnement (PRSE). Le projet SURVOL porté par 3 PRSE successifs, visait à assurer la surveillance de deux indicateurs environnementaux (air, bruit²) dans les zones péri-aéroportuaires. Les travaux de développement des systèmes de modélisation de la qualité de l'air ont été cofinancés par l'Agence Régionale de Santé (ARS) d'Île-de-France, tout comme leur maintenance et l'élaboration des bilans annuels autour des plateformes aéroportuaires, jusqu'en 2017. La Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) et le Groupe ADP ont ensuite pris le relai du soutien financier apporté à cette surveillance, qui se poursuit.

Cet observatoire de la qualité de l'air autour des principaux aéroports de la région a pour objectifs de :

- Mettre à disposition des riverains de Paris-Charles de Gaulle, Paris-Le Bourget et Paris-Orly **une information quotidienne sur les niveaux de polluants atmosphériques** auxquels ils sont exposés.
- Évaluer **l'impact des activités aéroportuaires sur la qualité de l'air** en estimant la contribution des plateformes (trafic aérien et activités au sol) aux niveaux de pollution enregistrés.

La surveillance de la pollution à proximité des plateformes aéroportuaires est basée sur **l'exploitation conjointe de mesures en temps réel et d'un système de modélisation et de cartographie de la qualité de l'air**. Pour de plus amples informations sur le principe de fonctionnement de la chaîne de modélisation, le lecteur est invité à se référer à l'Annexe 1 de ce rapport.

Les informations concernant la surveillance des zones aéroportuaires sont accessibles et disponibles directement sur le site internet d'Airparif : <https://www.airparif.fr/surveiller-la-pollution/zones-aeroportuaires>.

Les cartes journalières de qualité de l'air autour des aéroports franciliens sont disponibles sur cette page. Mises à jour quotidiennement, elles présentent les niveaux de concentrations des polluants suivis et l'indice de la qualité de l'air associé pour la veille (J-1). Les rapports et bilans annuels sont également accessibles.

Le présent bilan annuel a pour objet de dresser l'état des lieux de la qualité de l'air à proximité des plateformes aéroportuaires de Paris-Charles de Gaulle et Paris-Le Bourget pour l'année 2023. Les cartographies annuelles présentées dans ce bilan ont été réalisées à partir des sorties journalières issues de la plateforme de modélisation. Elles présentent les niveaux moyens de pollution dans cette zone d'étude en 2023. Les informations pour l'ensemble de l'Île-de-France sont disponibles sur le site internet d'Airparif : <https://www.airparif.fr/bilan/2024/bilan-qualite-de-lair-ile-de-france-2023>

² Plateforme «Survol-bruit» (Observatoire des nuisances sonores au sein des zones aéroportuaires) développée par Bruitparif, disponible à l'adresse web : <https://survol.bruitparif.fr>.

II. SITUATION EN 2023 VIS-À-VIS DE LA RÉGLEMENTATION.

À partir des cartes de concentrations journalières (calculées quotidiennement pour la veille), les cartographies annuelles ont été calculées pour établir le bilan de la qualité de l'air sur la zone et évaluer le respect des valeurs de référence pour le NO₂ et les particules (PM₁₀, PM_{2.5}) (voir annexe 2 : normes & recommandations de la qualité de l'air) sur le domaine d'étude en 2023.

Le Tableau 1 résume la situation du secteur d'étude au regard des valeurs de référence sur la zone d'étude en 2023. À titre comparatif, le Tableau 2 renseigne la situation sur l'ensemble de l'Île-de-France en 2023.

Polluants	Valeur(s) limite(s)	Valeur cible	Objectif de qualité
Domaine d'étude : PFA Paris-Charles de Gaulle Paris-Le Bourget			
NO ₂	VLA : Dépassée VLH : Respectée		Dépassé
PM ₁₀	VLA : Respectée VLJ : Respectée		Respecté
PM _{2.5}	Respectée	Respectée	Dépassé

Tableau 1 : situation des polluants réglementés suivis par rapport aux normes de qualité de l'air à proximité des plateformes aéroportuaires de Paris-Charles de Gaulle et Paris-Le Bourget en 2023

PFA : Plateformes Aéroportuaires

VLA : Valeur Limite Annuelle ; VLJ : Valeur Limite Journalière ; VLH : Valeur Limite Horaire

Polluants	Valeur(s) limite(s)	Valeur cible	Objectif de qualité
Île-de-France			
NO ₂	VLA : Dépassée VLH : Respectée	--	Dépassé
PM ₁₀	VLA : Respectée VLJ : Respectée	--	Respecté
PM _{2.5}	Respectée	Respectée	Dépassé

Tableau 2 : situation des polluants réglementés suivis par rapport aux normes de qualité de l'air en Île-de-France en 2023

Des dépassements de la valeur limite réglementaire pour le NO₂ sont observés sur le domaine d'étude à proximité des principaux axes routiers, comme c'est le cas également dans le cœur de l'agglomération parisienne. Pour les particules, les valeurs limites sont respectées comme sur tout le territoire francilien. L'objectif de qualité pour les particules PM_{2.5} fixé à 10 µg/m³ reste dépassé sur la zone d'étude comme sur le cœur de l'agglomération parisienne.

La situation atmosphérique sur le domaine d'étude est détaillée pour chaque polluant dans les sections suivantes.

2.1. Dioxyde d'azote (NO₂)

Pour le dioxyde d'azote, la réglementation française fixe une valeur limite et un objectif de qualité en moyenne annuelle à 40 µg/m³.

État de la qualité de l'air à l'échelle annuelle

La Figure 1 illustre les teneurs moyennes annuelles de dioxyde d'azote rencontrées sur le domaine d'étude pour l'année 2023.

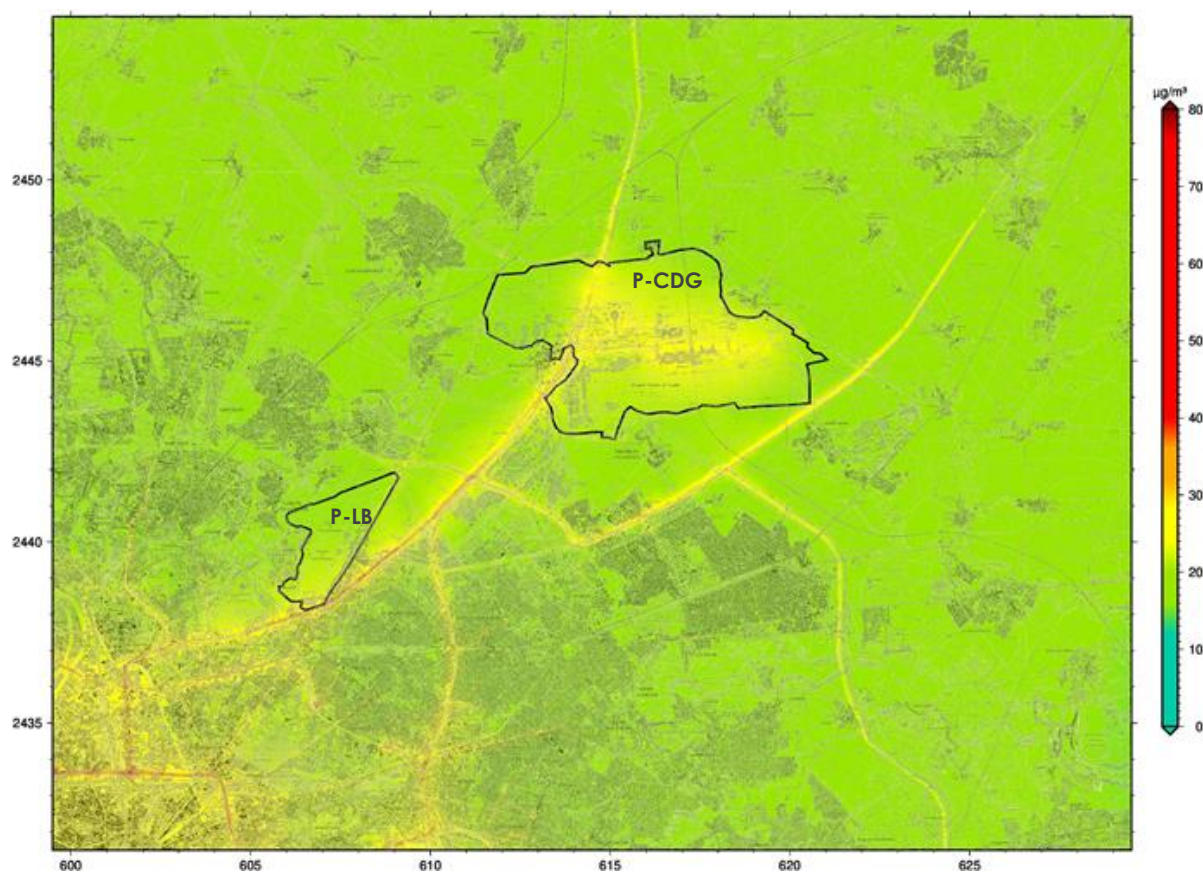


Figure 1 : cartographie du niveau moyen de dioxyde d'azote (en µg/m³) pour l'année 2023 aux abords des plateformes aéroporutaires de Paris-Charles de Gaulle (P-CDG) et Paris-Le Bourget (P-LB)

Les niveaux de fond en NO₂ sur la zone d'étude suivent le gradient d'urbanisation (défini par les variations spatiales de la densité du bâti du centre vers la périphérie). En situation de fond, **les concentrations en NO₂ les plus élevées sont relevées dans le cœur dense de l'agglomération parisienne** (au sud-ouest du domaine) **et diminuent en fonction de l'éloignement**. La moyenne annuelle de l'agglomération parisienne enregistrés en 2023 est de 19 µg/m³, les niveaux de fond sont compris entre 13 et 25 µg/m³. Dans les zones les plus éloignées (au nord-est et est du domaine), les teneurs moyennes en NO₂ sont proches de 13 µg/m³. Les niveaux de fond sur le secteur d'étude respectent la valeur limite réglementaire.

À ce motif des niveaux de fond, viennent se superposer les niveaux au droit et dans l'influence directe des axes routiers ainsi qu'à proximité et sur les plateformes aéroporutaires (2^{ème} émetteur de NO_x)³. **Les niveaux maxima en NO₂ sont rencontrés au droit et au voisinage immédiat des principaux axes routiers du domaine d'étude** (notamment le Boulevard Périphérique (BP) ; les autoroutes A1,

³ Airparif, Inventaire 2019 des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre, Mai 2022.

A3, A86, A104 et les routes nationales RN1 et RN2). Une décroissance rapide de ces niveaux autour des axes est observée. La distance d'influence des axes routiers peut aller jusqu'à 200 mètres. De plus, de fortes concentrations en NO₂ sont également observées à proximité des entrées et sorties des tunnels (tunnels de Lumen et Bobigny sur l'A86 ; tunnel de Roissy sur l'A1). En 2023, **la valeur limite annuelle** (fixée à 40 µg/m³ en moyenne) **est dépassée à proximité des grands axes routiers de la zone d'étude** (Boulevard Périphérique ; Autoroutes A1, A3 et A86, ...), comme sur la plupart des axes majeurs de la région Île-de-France.

Les teneurs en NO₂ générées par les activités de l'aéroport Paris-Charles de Gaulle s'ajoutent aux niveaux de fond présents à proximité de la plateforme. **Les concentrations de dioxyde d'azote dans l'emprise de la plateforme sont similaires à celles mesurées en proche périphérie parisienne**. Sur l'emprise de la plateforme **au droit de l'Autoroute A1, les niveaux de NO₂ observés sont supérieurs aux seuils réglementaires (40 µg/m³)**. A proximité de l'aéroport, les niveaux de pollution sont légèrement plus soutenus que dans les zones environnantes peu urbanisées situées en périphérie. Autour de l'emprise de la plateforme aéroportuaire Paris-Charles de Gaulle, la valeur limite annuelle en dioxyde d'azote est respectée.

Les niveaux de Paris-Le Bourget ne présentent en revanche pas de spécificité au regard de sa situation géographique. Les niveaux de NO₂ au sein de cette plateforme aéroportuaire sont plus faibles que ceux observés dans la zone Paris-CDG (du fait d'une activité moindre). L'impact des activités anthropiques (trafic routier, avions...) sur les concentrations moyennes annuelles en NO₂ observées aux alentours de l'aéroport sont difficilement quantifiables.

Sur l'ensemble du domaine d'étude, **le dépassement des critères nationaux de qualité de l'air pour le NO₂ concerne environ 1 000 personnes en 2023** (résidant en majorité dans les zones urbaines denses de la Seine-Saint-Denis et au nord-est de Paris). **En revanche, la totalité des Franciliens restent exposés à un air qui ne respecte pas la recommandation de l'OMS (fixée à 10 µg/m³ en moyenne annuelle)**.

2.2. Particules (PM₁₀, PM_{2.5})

Pour les particules PM₁₀, la réglementation française fixe une valeur limite et un objectif de qualité annuels de 40 µg/m³ et 30 µg/m³, respectivement. La législation prévoit également une valeur limite journalière (35 jours supérieurs à 50 µg/m³ à ne pas dépasser) pour ce polluant.

La valeur limite européenne applicable aux particules PM_{2.5} est fixée à 25 µg/m³ en moyenne annuelle. La valeur cible est définie à 20 µg/m³. Le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air fixe un objectif de qualité annuel français à 10 µg/m³.

PM₁₀ : État de la qualité de l'air à l'échelle annuelle

La Figure 2 illustre la cartographie des niveaux moyens annuels en particules PM₁₀ sur le domaine d'étude pour l'année 2023.

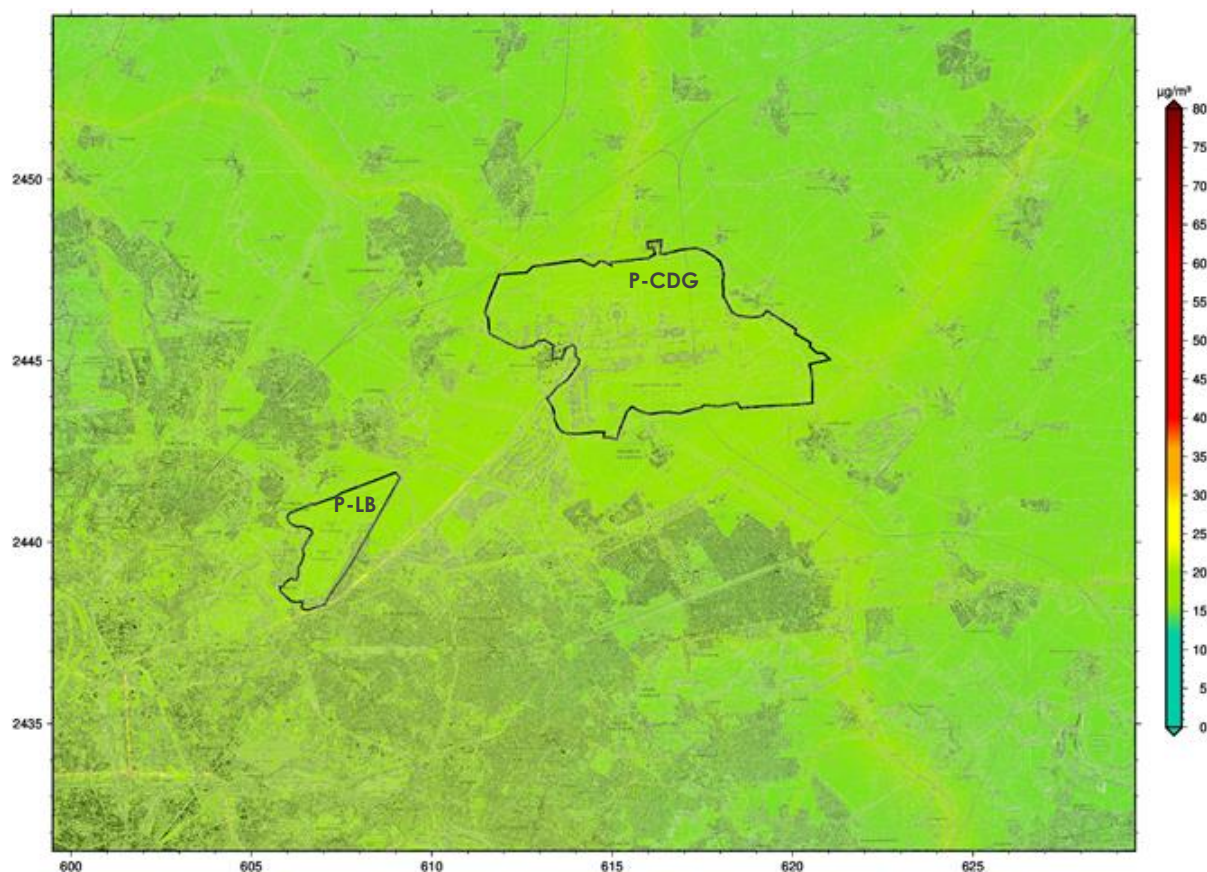


Figure 2 : cartographie du niveau moyen de particules PM₁₀ (en µg/m³) pour l'année 2023 aux abords des plateformes aéroportuaires de Paris-Charles de Gaulle (P-CDG) et Paris-Le Bourget (P-LB)

Concernant les particules PM₁₀, une **décroissance faible des concentrations de fond entre le centre de l'agglomération parisienne et la périphérie de la région Île-de-France** est observée. Les niveaux de fond moyens annuels observés sur l'ensemble de la zone d'étude sont compris entre 13 et 18 µg/m³. À titre d'exemple, la station urbaine de fond d'Airparif Paris 18^{ème} a enregistré une concentration moyenne en PM₁₀ de 18 µg/m³ en 2023.

Comme chaque année, les concentrations moyennes les plus élevées sont relevées au voisinage des principaux axes routiers régionaux et des axes parisiens (responsables des plus forts niveaux de particules PM₁₀ modélisés sur le domaine).

Les **surconcentrations en PM₁₀ liées aux activités aéroportuaires sont faibles autour des plateformes** bien que des niveaux légèrement soutenus sont visibles dans l'emprise aéroportuaire, principalement en lien avec les axes routiers. Sur l'emprise des aéroports Paris-Charles de Gaulle et Paris-Le Bourget, les teneurs en PM₁₀ les plus élevées sont relevées au droit de l'Autoroute A1.

Sur le domaine d'étude, les valeurs réglementaires pour les PM₁₀ sont respectées. En revanche, 70 % des Franciliens restent exposés à un air qui ne respecte pas la recommandation de l'OMS (fixée à 15 µg/m³ en moyenne annuelle).

PM_{2.5} : État de la qualité de l'air à l'échelle annuelle

La Figure 3 illustre la cartographie des niveaux moyens annuels en particules PM_{2.5} sur le domaine d'étude pour l'année 2023.

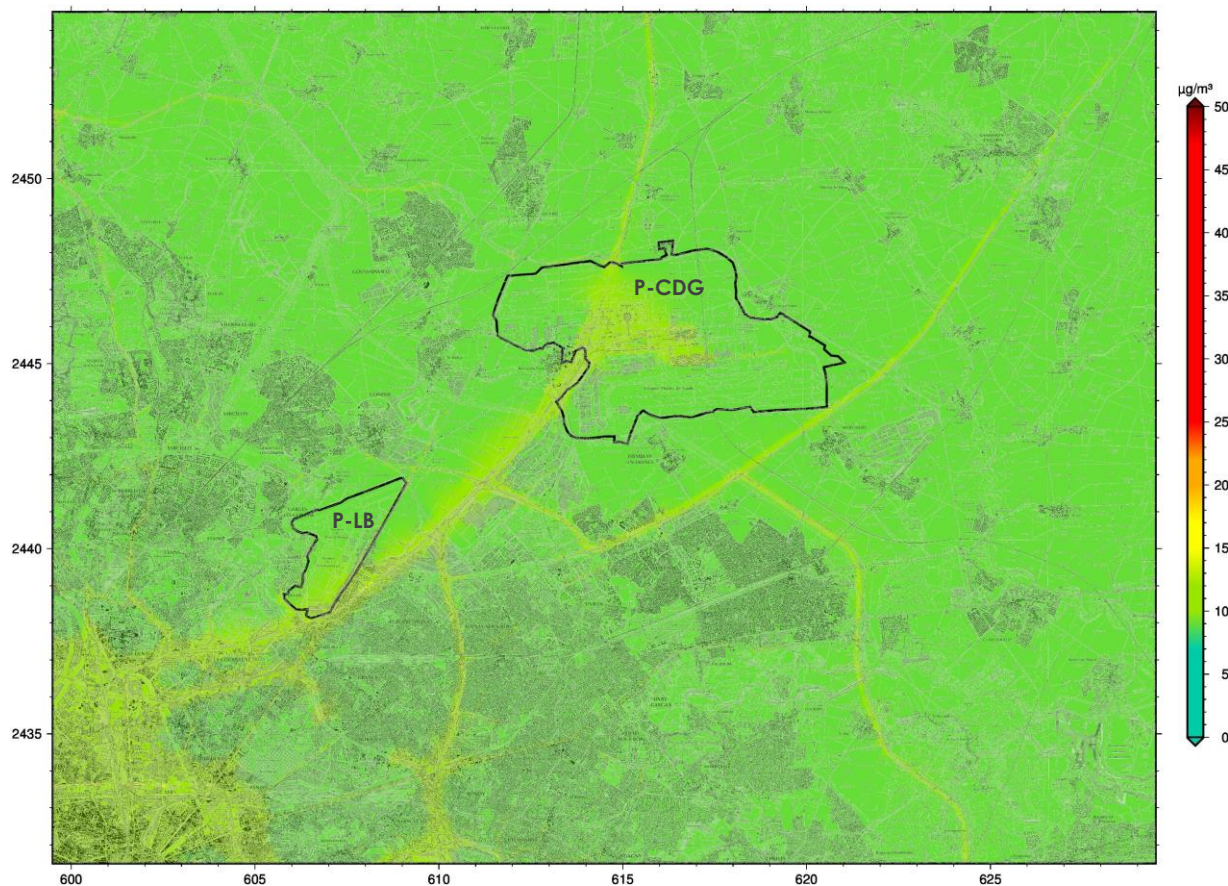


Figure 3 : cartographie du niveau moyen de particules PM_{2.5} (en µg/m³) pour l'année 2023 aux abords des plateformes aéroportuaires de Paris-Charles de Gaulle (P-CDG) et Paris-Le Bourget (P-LB)

En 2023, les niveaux moyens de particules PM_{2.5} en situation de fond sont globalement inférieurs à ceux mesurés les années précédentes. De façon semblable aux particules PM₁₀, une très légère décroissance des concentrations de PM_{2.5} est perceptible entre le centre dense de l'agglomération parisienne et la périphérie de la région Île-de-France. Alors que les teneurs moyennes annuelles de PM_{2.5} sont comprises entre 9 et 10 µg/m³ en zone urbaine (Paris Intra-muros et proche banlieue), le niveau de fond rural moyen est plutôt estimé à 8 µg/m³.

Les niveaux de PM_{2.5} les plus élevés sont enregistrés au droit et au voisinage des grands axes routiers du domaine d'étude. L'impact des grands axes routiers (responsables des plus forts niveaux de particules PM_{2.5} modélisés sur le domaine) apparaît moins marqué que pour le NO₂ mais plus marqué que les particules PM₁₀ (Figure 3).

En 2023, l'impact des activités aéroportuaires sur les niveaux de particules PM_{2.5} n'est perceptible que sur l'emprise des plateformes. Les teneurs moyennes annuelles en PM_{2.5} sur les deux zones Paris-CDG et Paris-Le Bourget sont comprises entre 9 et 13 µg/m³, les niveaux maxima étant observés au droit et à proximité immédiate de l'Autoroute A1. À proximité des aéroports Paris-CDG et Paris-Le Bourget, l'influence de l'Autoroute A1 est plus perceptible qu'en 2022 dû notamment à la baisse des niveaux de fond.

En 2023, la valeur limite annuelle en particules PM_{2.5} (fixé à 25 µg/m³) est respectée, autant en situation de fond qu'à proximité du trafic routier sur l'ensemble du domaine d'étude, comme sur la totalité du territoire francilien. En 2023, aucune station de mesure d'Airparif ne dépasse la valeur cible française (fixée à 20 µg/m³) pour les particules PM_{2.5}. Les stations trafic enregistrent les plus fortes concentrations (Autoroute A1), la moyenne annuelle en PM_{2.5} mesurée y est de 13 µg/m³. **La AIRPARIF/SURVOL - Bilan 2023 de la qualité de l'air à proximité des plateformes aéroportuaires de Paris-CDG et Paris-Le Bourget décembre 2024**

valeur cible en particules PM_{2.5} est également respectée sur l'ensemble de la zone d'étude. En revanche, la totalité des habitants de la zone d'étude reste concernée par un dépassement de l'objectif de qualité, ainsi que de la recommandation de l'OMS (fixée à 5 µg/m³ en moyenne annuelle).

III. CONTRIBUTIONS DES SOURCES AUX NIVEAUX DE POLLUTION RELEVÉS SUR LE SECTEUR D'ÉTUDE

Dans le cadre de l'observatoire SURVOL, les sources d'émission à l'origine des niveaux de polluants mesurés sur le domaine d'étude sont identifiées et leurs contributions (absolues et relatives) respectives sont estimées. Des modélisations successives permettent à Airparif d'évaluer la part attribuable aux activités aéroportuaires et celle liée au trafic routier dans les niveaux respirés à proximité des aéroports Paris-Charles de Gaulle et Paris-Le Bourget. La distance d'influence de ces deux secteurs d'activités est également évaluée.

Le secteur associé aux plateformes aéroportuaires comprend les **émissions liées au trafic aérien et à l'ensemble des activités au sol** (hors trafic routier induit). Les émissions associées aux axes de dessertes des plateformes aéroportuaires font partie du secteur trafic routier.

3.1. Oxydes d'azote (NO_x)

Pour éviter le biais engendré par les transformations chimiques du NO en NO₂, le calcul de la contribution des sources aéroportuaires et du trafic routier pour les oxydes d'azote (NO_x = somme des concentrations de NO et de NO₂) a été privilégié.

Contribution des sources aéroportuaires

La cartographie de la contribution annuelle (en %) des sources aéroportuaires en NO_x sur le domaine d'étude pour l'année 2023 est présentée en Figure 4.

En 2023, **la contribution relative maximale des activités aéroportuaires aux concentrations de NO_x est comprise entre 10 et 35 % sur l'emprise de la plateforme aéroportuaire**. Les contributions les plus élevées sont relevées au nord-est et à l'est de la plateforme (de par la présence des aérogares/terminaux et des parkings).

Hors emprise de la plateforme Paris-Charles de Gaulle, la contribution des sources aéroportuaires décroît assez rapidement. **À 1 km autour de la plateforme, les activités aéroportuaires contribuent entre 5 et 15 % aux concentrations totales d'oxydes d'azote en fonction de la zone géographique**. Cette contribution diminue en fonction de l'éloignement à l'aéroport.

Pour les NO_x, **la distance d'impact des activités aéroportuaires autour de la plateforme Paris-Charles de Gaulle est variable suivant la zone géographique. Cette distance d'influence est au minimum de 1 kilomètre** à l'ouest de la plateforme **et peut s'étendre jusqu'à environ 8 kilomètres** (maximum évalué du nord-est de la zone Paris-CDG) ce qui est sensiblement plus que pour l'année 2022 (environ 5 km). Cela est à mettre en relation avec, des conditions météorologiques plus venteuses rencontrées en 2023, de l'activité aéroportuaire due à l'augmentation du trafic aérien en 2023 de plus de 11% par rapport à l'année 2022 et d'une diminution des niveaux de fond globaux d'oxyde d'azote en Île-de-France.

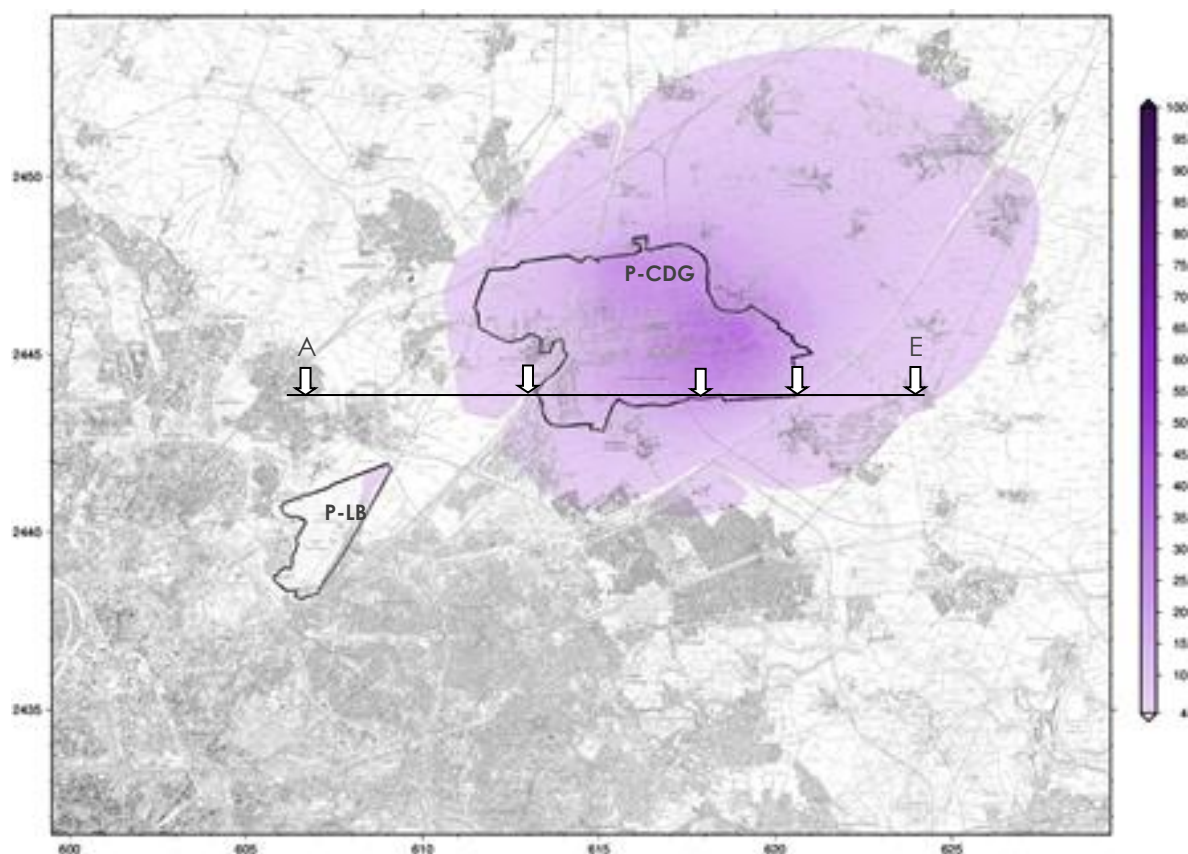


Figure 4 : contribution annuelle (en %) des sources aéroportuaires en oxydes d'azote (NO_x) sur le domaine Paris-Charles de Gaulle et Paris-Le Bourget pour l'année 2023

Pour Paris-Le Bourget, la contribution des émissions d'oxydes d'azote associées aux activités aéroportuaires n'est perceptible que sur l'emprise même de la plateforme. Cette contribution n'excède pas les 6 %. Cette contribution peu perceptible s'explique par sa localisation plus intégrée dans l'agglomération parisienne, et par conséquent, par les émissions de NO_x associées aux activités de la plateforme aéroportuaire de Paris-Le Bourget beaucoup plus faibles que celles issues de l'aéroport Paris-Charles de Gaulle et par la présence plus forte d'autres sources d'émission (notamment, celles du trafic routier et du secteur résidentiel/tertiaire)

Contribution du trafic routier

La Figure 5 illustre la cartographie de la contribution annuelle (en %) du trafic routier en NO_x sur le domaine d'étude pour l'année 2023.

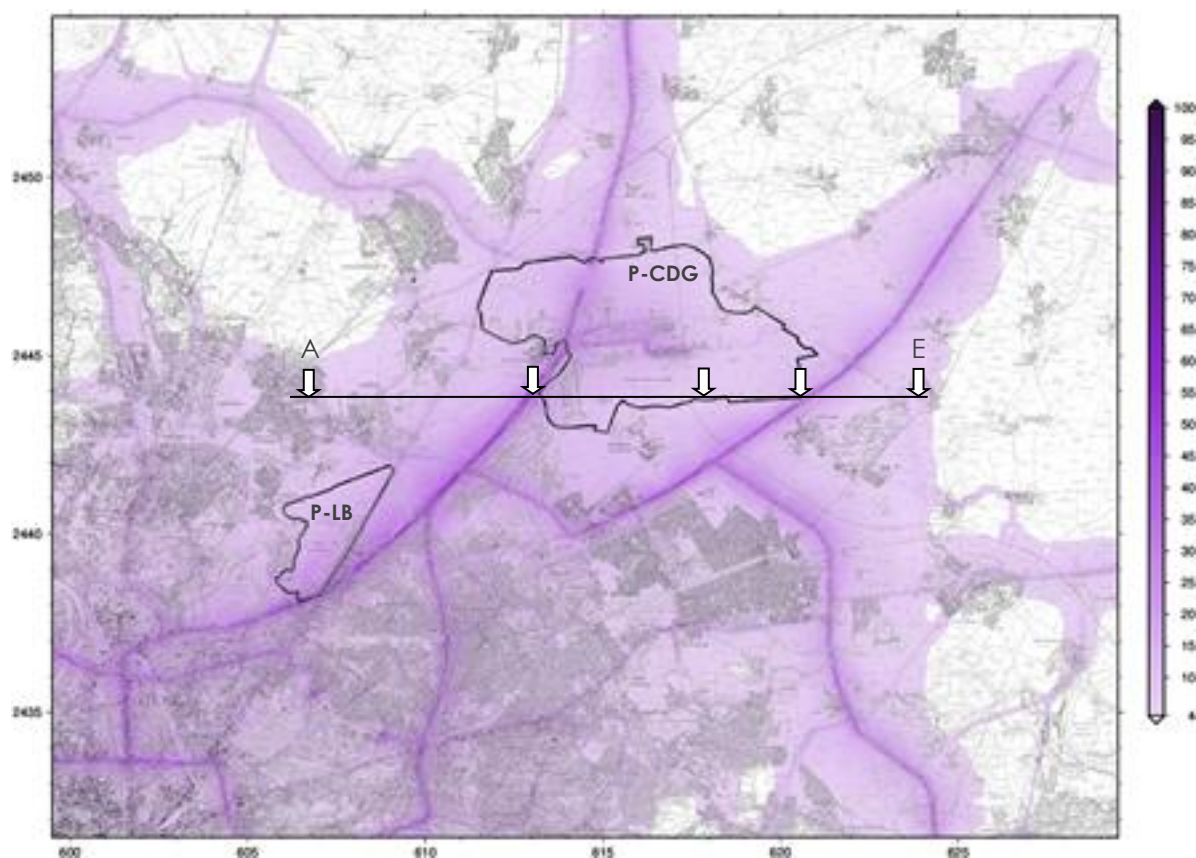


Figure 5 : contribution annuelle (en %) du trafic routier en oxydes d'azote (NO_x) sur le domaine Paris-Charles de Gaulle et Paris-Le Bourget pour l'année 2023

À l'image de l'année 2022, en 2023 à proximité immédiate de la plateforme aéroportuaire Paris-Charles de Gaulle, la part maximale du trafic est comprise entre 50 et 60 % au droit de l'autoroute A1. La contribution du trafic routier diminue fortement en fonction de l'éloignement des voies de circulation.

Dans l'emprise de la zone Paris-Charles de Gaulle, les contributions maximales du trafic routier aux teneurs totales de NO_x sont relevées dans les zones traversées par l'Autoroute A1 et au droit des axes menant aux différents aéro-gares.

Dans la zone Paris-Le Bourget, les contributions les plus élevées sont observées au sud de la plateforme aéroportuaire (secteurs principalement impactés par l'Autoroute A1).

La carte de contribution du trafic routier montre que **la distance d'impact des axes de la zone étudiée est importante**. D'après les études menées par Airparif, elle peut s'étendre jusqu'à 200 mètres autour des axes ⁴. **Dans la zone d'influence des axes, la part du trafic peut atteindre en moyenne 30 %.**

⁴ « Campagne de mesures à proximité des plateformes aéroportuaires de Paris-Charles de Gaulle et Paris-le Bourget. Campagne 2019. Airparif – juin 2020 », disponibles sur le site internet Airparif.

Contribution des sources : évolution en fonction de la localisation par rapport à l'aéroport

La Figure 6 représente une coupe longitudinale des concentrations en NO_x et des contributions des sources associées, effectuée entre la ville de Gonesse (point A) et la commune de Compans (point E). L'implantation de la coupe est illustrée en Figure 4 et en Figure 5.

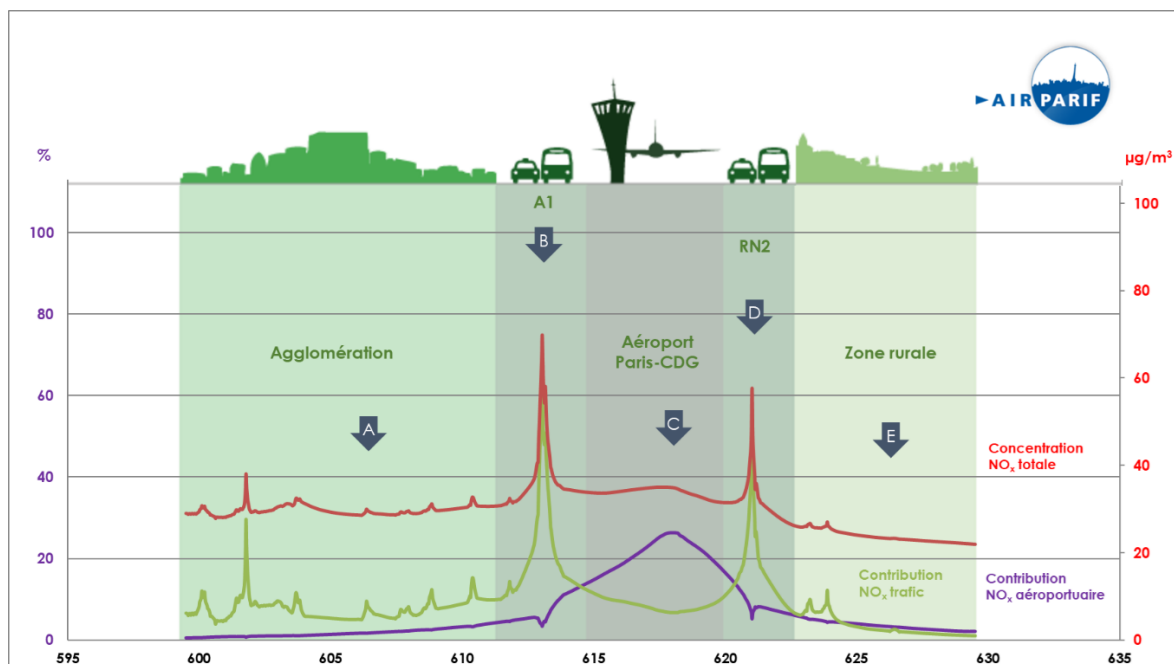


Figure 6 : coupe des concentrations en oxydes d'azote (NO_x) entre la ville de Gonesse (point A) et la commune de Compans (point E). La contribution des activités aéroportuaires et du trafic routier associées aux teneurs en NO_x sont représentées.

La courbe rouge représente la concentration totale d'oxydes d'azote modélisée le long de la coupe (exprimée en µg/m³). Les courbes violette et verte illustrent respectivement la contribution relative des activités aéroportuaires et du trafic routier en fonction de la localisation par rapport à la plateforme Paris-Charles de Gaulle.

Les teneurs maximales en NO_x sont relevées à proximité immédiate de l'Autoroute A1 (70 µg/m³) et de la route nationale RN2 (55 µg/m³). Les niveaux totaux en NO_x sont significativement plus élevés dans l'agglomération (près de 30 µg/m³ en moyenne) qu'en zone rurale (entre 20 et 25 µg/m³). Ce constat s'explique essentiellement par la plus faible densité de sources de pollution (trafic routier, chauffage résidentiel/tertiaire, industries...) hors agglomération.

Aux abords de l'aéroport Paris-CDG, les concentrations totales en NO_x sont sensiblement équivalentes à celles enregistrées dans l'agglomération (30 µg/m³). En zone rurale, la contribution aéroportuaire est légèrement plus importante (+ 1 %) qu'en zone urbaine (les activités des autres sources, dont le trafic routier, étant moins conséquentes). Au droit du trafic routier, la contribution aéroportuaire est faible (3 à 5 %) malgré une concentration de NO_x élevée, attribuable aux axes routiers eux-mêmes.

Comme en témoigne la Figure 6, **la variabilité de la concentration totale d'oxydes d'azote est majoritairement conditionnée par le trafic routier** (dans l'agglomération, sur l'A1 et la RN2), **hormis sur l'emprise de l'aéroport Paris-CDG où la contribution des activités aéroportuaires est significative.**

3.2. Particules PM₁₀

Contribution des sources aéroportuaires

La Figure 7 illustre la cartographie de la contribution annuelle (en %) des sources aéroportuaires aux particules PM₁₀ sur le domaine d'étude pour l'année 2023.

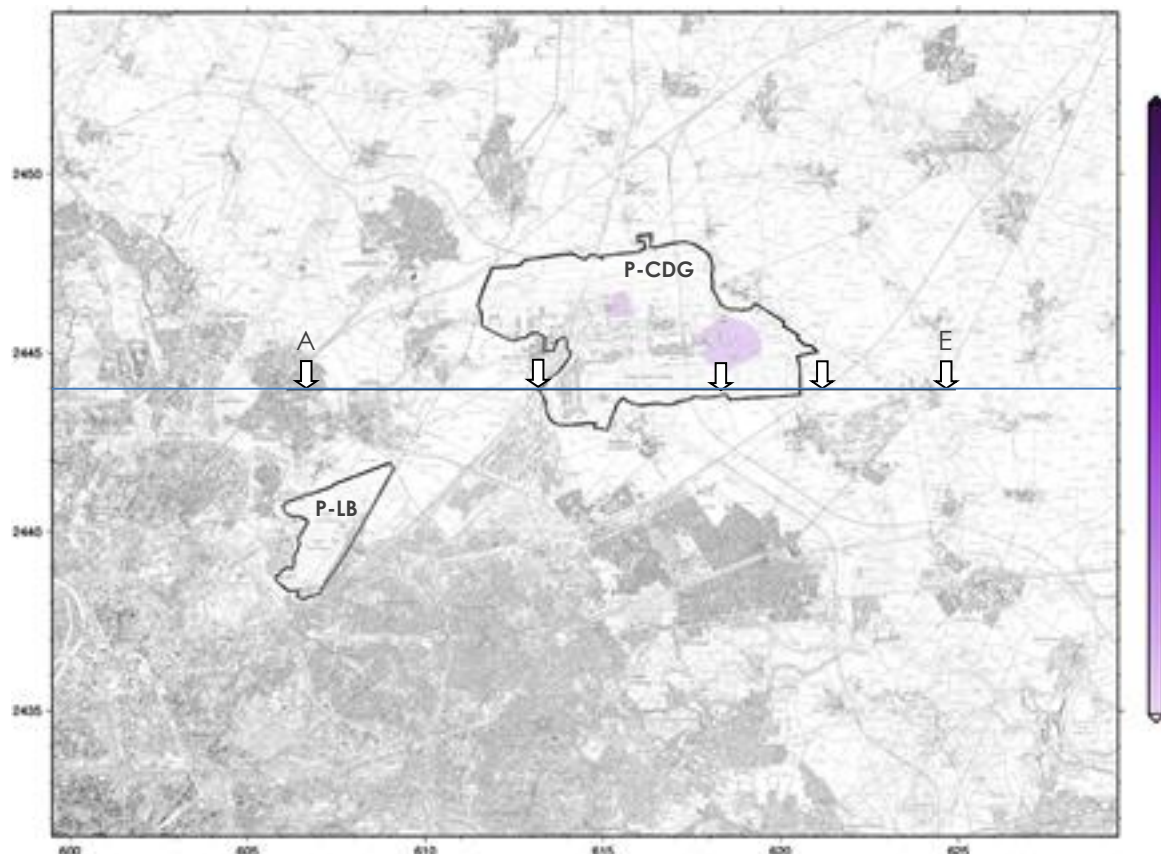


Figure 7 : contribution annuelle (en %) des activités aéroportuaires aux particules PM₁₀ sur le domaine Paris-Charles de Gaulle et Paris-Le Bourget pour l'année 2023

L'impact des émissions primaires de particules associées aux activités aéroportuaires est beaucoup plus limité que pour les oxydes d'azote. **L'impact des activités de l'aéroport Paris-Charles de Gaulle n'est perceptible que sur l'enceinte de la plateforme aéroportuaire** (maximum 5 %).

Il est à noter que les particules peuvent également provenir de transformations chimiques de polluants gazeux, notamment le dioxyde d'azote et les composés organiques volatils (espèces chimiques contribuant à la formation d'aérosols organiques secondaires (AOS)). Les outils de modélisation ne permettent pas à l'heure actuelle d'évaluer les contributions relatives des activités aéroportuaires et du trafic routier à ces particules secondaires.

Contribution du trafic routier

La Figure 8 illustre la cartographie de la contribution annuelle (en %) du trafic routier aux PM_{10} sur le domaine d'étude pour l'année 2023.

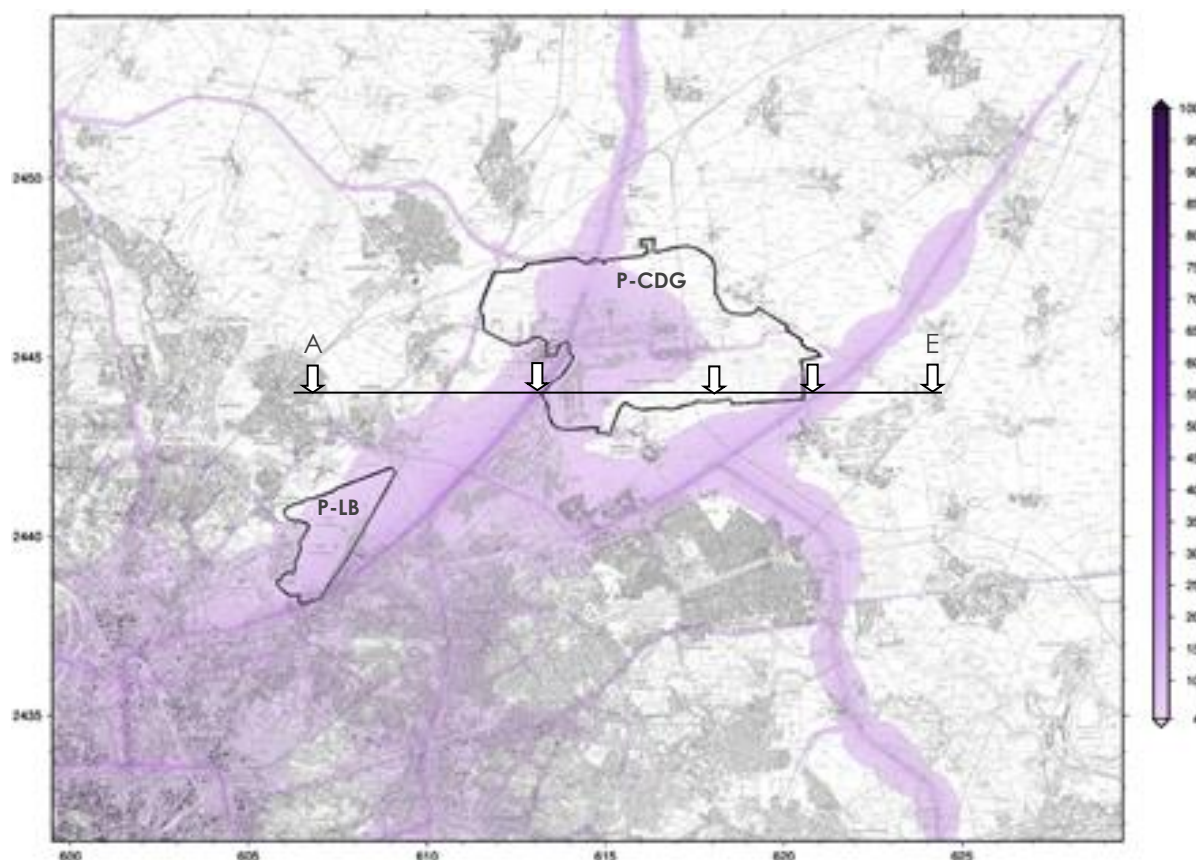


Figure 8 : contribution annuelle (en %) du trafic routier aux particules PM_{10} sur le domaine Paris-Charles de Gaulle et Paris-Le Bourget pour l'année 2023

À proximité immédiate de l'aéroport Paris-Charles de Gaulle, la part maximale relative du trafic est proche de 35 %. À l'image des NO_x , cette proportion diminue fortement en fonction de l'éloignement des voies de circulation. **Dans la zone d'influence des axes, elle peut être comprise entre 10 et 20 %.** Sur l'emprise de l'aéroport Paris-Charles de Gaulle, la contribution annuelle du trafic routier aux concentrations de PM_{10} est globalement comprise entre 5 % et 20 %. Dans la zone Paris-Le Bourget, l'impact du trafic routier est visible sur l'ensemble de la plateforme aéroportuaire. Pour les particules PM_{10} , **la distance d'impact des axes routiers est plus faible que pour les NO_x .** D'après les études menées par Airparif, une distance d'influence liée au trafic routier peut atteindre 100 mètres pour les particules PM_{10} .

Comme pour les activités aéroportuaires, la contribution du trafic routier aux particules secondaires n'est pas prise en compte.

Contribution des sources : évolution en fonction de la localisation par rapport à l'aéroport

La Figure 9 représente une coupe longitudinale des concentrations de PM_{10} et des contributions des sources associées, effectuée entre la ville de Gonesse (point A) et la commune de Compans (point E). L'implantation de la coupe est illustrée en Figure 7 et en Figure 8.

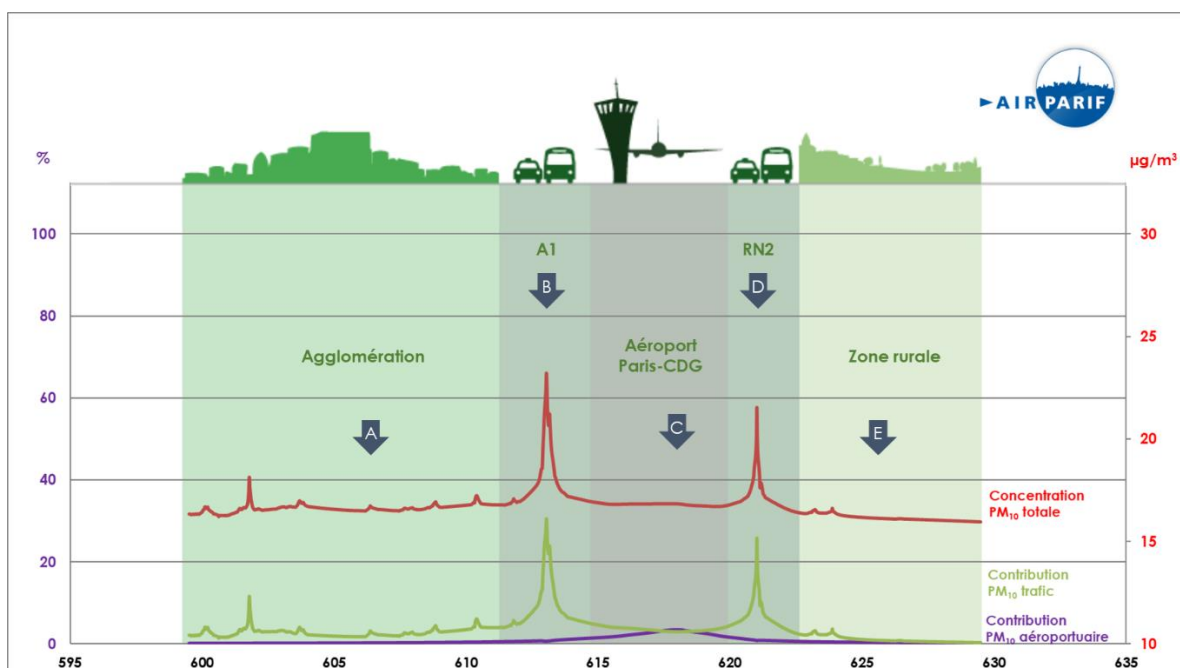


Figure 9 : coupe des concentrations de particules PM₁₀ entre la ville de Gonesse (point A) et la commune de Compans (point E). La contribution des activités aéroportuaires et du trafic routier associées aux teneurs en PM₁₀ sont représentées.

La courbe rouge représente la concentration totale de particules PM₁₀ modélisée le long de la coupe (exprimée en µg/m³). Les courbes violette et verte illustrent respectivement la contribution relative des activités aéroportuaires et du trafic routier en fonction de la localisation par rapport à la plateforme Paris-Charles de Gaulle.

Au même titre que pour les NO_x, les teneurs maximales en PM₁₀ sont relevées à proximité immédiate de l'Autoroute A1 (23 µg/m³) et de la route nationale RN2 (21 µg/m³). En situation de fond (rural et urbain), les niveaux totaux en PM₁₀ sont relativement homogènes (16 µg/m³).

Sur l'emprise de l'aéroport Paris-CDG, les concentrations totales en PM₁₀ sont relativement comparables à celles enregistrées dans l'agglomération. En 2023, la contribution des activités aéroportuaires visualisée est au maximum de 5 %. À proximité du trafic routier, la contribution aéroportuaire est quasi-nulle, malgré une concentration de PM₁₀ élevée, attribuable aux axes routiers eux-mêmes.

Comme en témoigne la Figure 9, **la variabilité de la concentration totale de particules PM₁₀ reste essentiellement conditionnée par le trafic routier** (dans l'agglomération, sur l'A1 et la RN2), **hormis sur la plateforme Paris-Charles de Gaulle où une faible contribution des activités aéroportuaires est notable.**

3.3. Particules PM_{2.5}

Contribution des sources aéroportuaires

La Figure 10 illustre la cartographie de la contribution annuelle (en %) des sources aéroportuaires aux particules PM_{2.5} sur le domaine d'étude pour l'année 2023.

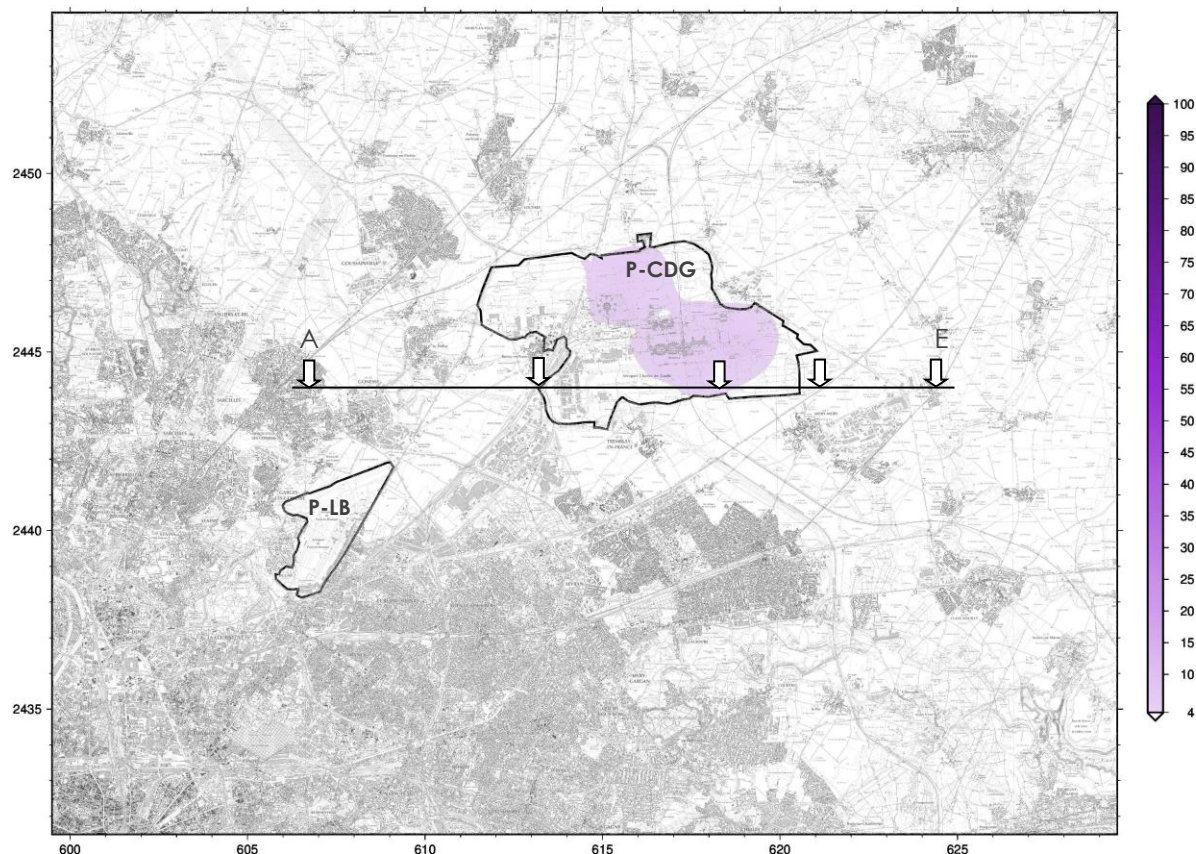


Figure 10 : contribution annuelle (en %) des activités aéroportuaires aux particules PM_{2.5} sur le domaine Paris-Charles de Gaulle et Paris-Le Bourget pour l'année 2023

Pour les particules PM_{2.5}, les résultats sont relativement comparables aux observations faites pour les particules PM₁₀ (Cf. Sous-section 4.2).

Dans les zones Paris-Charles de Gaulle, **l'impact maximal des émissions primaires de particules PM_{2.5} associées aux activités aéroportuaires est au maximum de 7.5 %.**

Pour Paris-Le Bourget, **l'impact maximal des émissions primaires de particules PM_{2.5} associées aux activités aéroportuaires est inférieur au seuil minimum cartographié (< 4 %).**

Contribution du trafic routier

La Figure 11 illustre la cartographie de la contribution annuelle (en %) du trafic routier aux $PM_{2.5}$ sur le domaine d'étude pour l'année 2023.

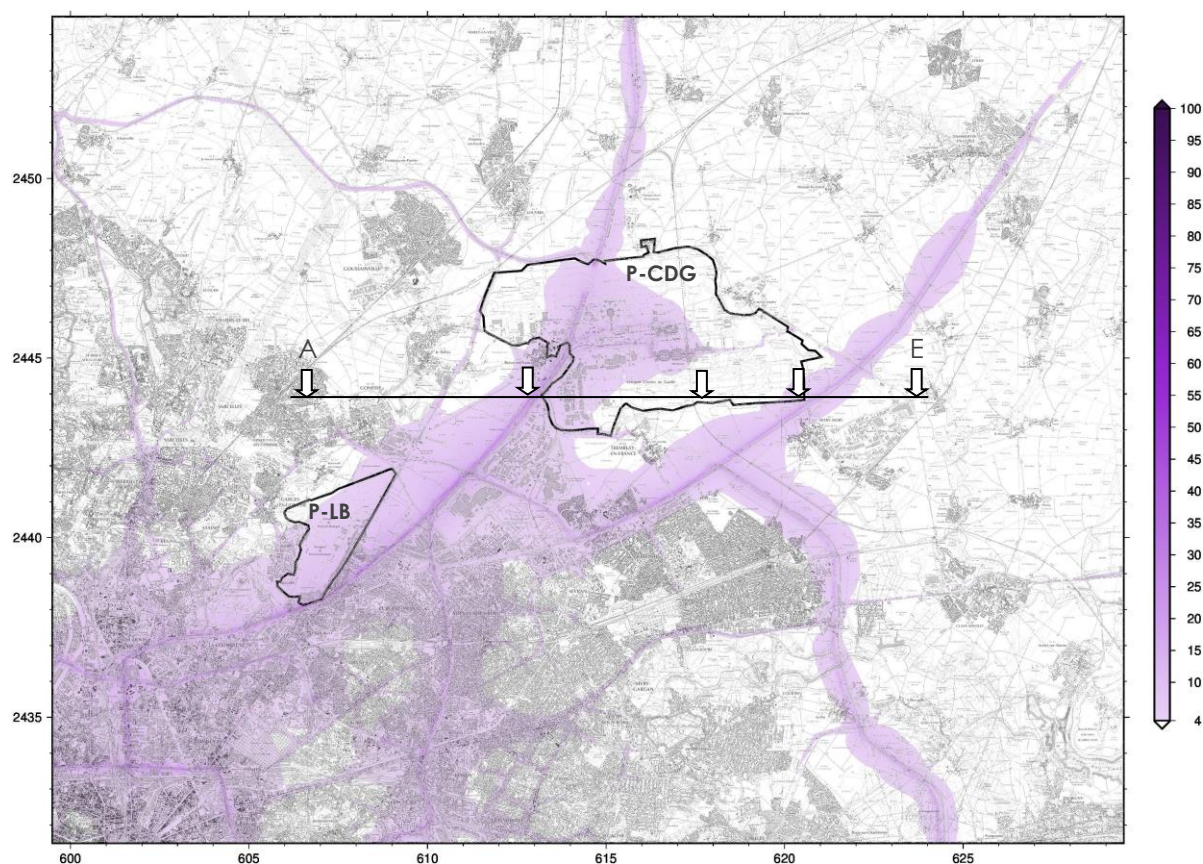


Figure 11 : contribution annuelle (en %) du trafic routier aux particules $PM_{2.5}$ sur le domaine Paris-Charles de Gaulle et Paris-Le Bourget pour l'année 2023

À proximité immédiate de l'aéroport Paris-Charles de Gaulle, la part maximale relative du trafic aux concentrations en particules $PM_{2.5}$ est de l'ordre de 30 %. À l'image des NO_x et des PM_{10} , la contribution du trafic diminue fortement en fonction de l'éloignement des voies de circulation. Sur la zone Paris-Charles de Gaulle, la contribution annuelle du trafic routier aux concentrations de $PM_{2.5}$ est globalement comprise entre 5 % et 25 %. Dans la zone Paris-Le Bourget, l'impact du trafic routier est notable sur la quasi-totalité de la plateforme.

Au même titre que pour les PM_{10} , seule la contribution des émissions primaires de $PM_{2.5}$ est prise en compte puisque les outils de modélisation ne permettent pas actuellement d'estimer la contribution des sources (aéroportuaires et routières) aux particules secondaires.

Contribution des sources : évolution en fonction de la localisation par rapport à l'aéroport

La Figure 12 représente une coupe longitudinale des concentrations de $PM_{2.5}$ et des contributions des sources associées, effectuée entre la ville de Gonesse (point A) et la commune de Compans (point E). L'implantation de la coupe est illustrée en Figure 10 et en Figure 11.

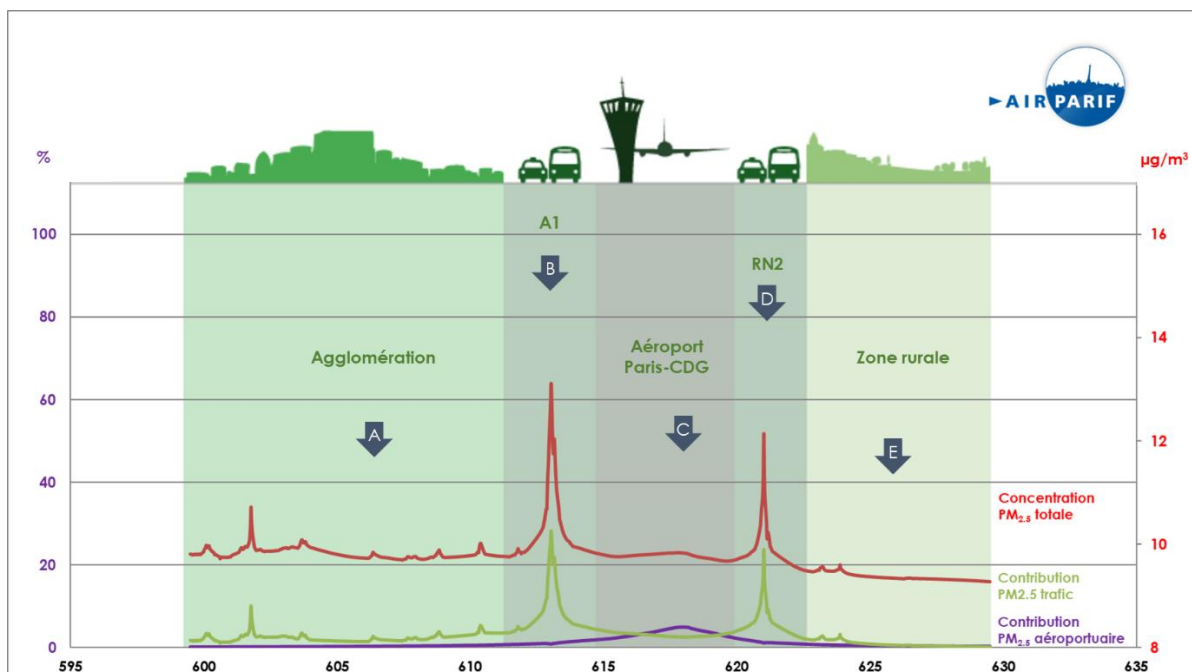


Figure 12 : coupe des concentrations de particules $PM_{2.5}$ entre la ville de Gonesse (point A) et la commune de Compans (point E). La contribution des activités aéroportuaires et du trafic routier associées aux teneurs en $PM_{2.5}$ sont représentées.

La courbe rouge représente la concentration totale de particules $PM_{2.5}$ modélisée le long de la coupe (exprimée en $\mu g/m^3$). Les courbes violette et verte illustrent respectivement la contribution relative des activités aéroportuaires et du trafic routier en fonction de la localisation par rapport à la plateforme Paris-Charles de Gaulle.

Au même titre que pour les NO_x et les PM_{10} , les teneurs maximales en $PM_{2.5}$ sont relevées à proximité immédiate de l'Autoroute A1 ($13 \mu g/m^3$) et de la route nationale RN2 ($12 \mu g/m^3$). En situation de fond (urbain et rural), les niveaux totaux en $PM_{2.5}$ sont relativement homogènes (de l'ordre de $10 \mu g/m^3$ et $9 \mu g/m^3$ respectivement).

Sur l'emprise de l'aéroport Paris-CDG, les concentrations totales de $PM_{2.5}$ sont relativement comparables à celles enregistrées dans l'agglomération. Sur la coupe, la contribution des activités aéroportuaires visualisée est de 5 %. À proximité du trafic routier, la contribution aéroportuaire est quasi-nulle, malgré une concentration de $PM_{2.5}$ élevée, attribuable notamment aux axes routiers eux-mêmes.

Comme en témoigne la Figure 12, **la variabilité de la concentration totale de particules $PM_{2.5}$ est surtout conditionnée par le trafic routier** (dans l'agglomération, sur l'A1 et la RN2), **hormis sur la plateforme Paris-Charles de Gaulle où une contribution des activités aéroportuaires limitée est notable.**

ANNEXE 1 : FONCTIONNEMENT DE LA SURVEILLANCE DES ZONES AÉROPORTUAIRES

Dans le cadre de l'observatoire (pour les thématiques « Air » et « Bruit »), deux zones d'étude ont été définies : la première zone est centrée sur les aéroports de Paris-Charles de Gaulle et Paris-Le Bourget ; la seconde zone comprenant l'aéroport Paris-Orly.

La surveillance de la qualité de l'air autour de ces trois principaux aéroports franciliens a nécessité la mise en place et l'utilisation de deux systèmes de cartographie. Chaque système repose sur **l'exploitation d'une chaîne de modélisation de la qualité de l'air** et sur des **mesures en temps réel**. Le modèle utilisé a été sélectionné en fonction des particularités de la zone d'étude et des contraintes de diffusion de l'information.

Les principales caractéristiques du système de modélisation et de cartographie déployé dans le projet SURVOL sont rappelées dans la présente annexe.

Présentation du domaine d'étude

La zone d'étude correspond au domaine sur lequel les activités aéroportuaires des plateformes Paris-Charles de Gaulle et Paris-Le Bourget sont susceptibles d'impacter localement la qualité de l'air. Elle s'étend sur 744 km² au nord-est de l'agglomération parisienne (Figure 13).

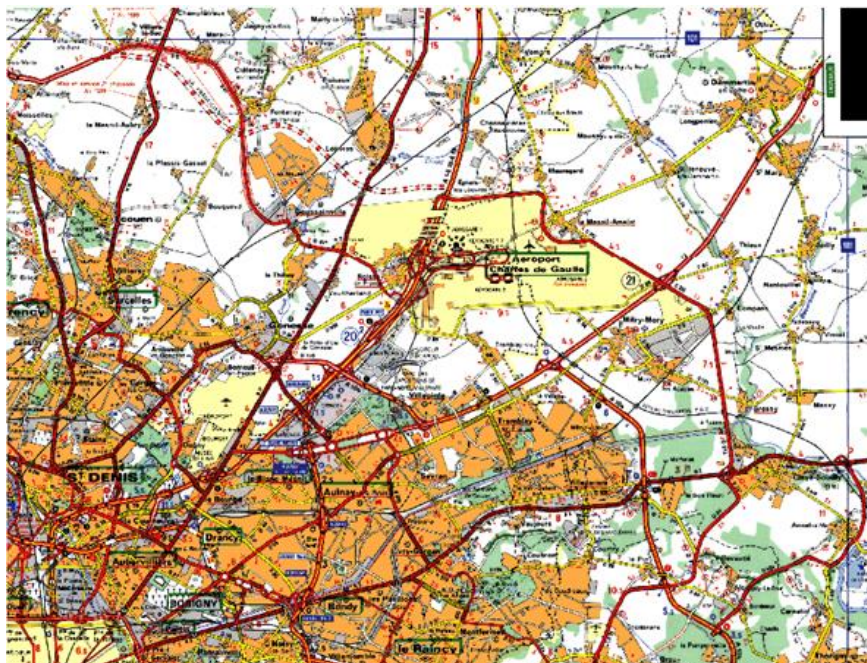


Figure 13 : domaine de modélisation Paris-Charles de Gaulle (source : IGN)

Ce domaine d'étude s'étend entre les communes de Paris au sud-ouest, Villaines-sous-Bois au nord-ouest, Rouvres au nord-est et Thorigny-sur-Marne au sud-est. Il est réparti sur les départements de Paris (75), la Seine-Saint-Denis (93), le Val-d'Oise (95) et la Seine-et-Marne (77).

L'occupation des sols y est très hétérogène. De l'ouest au sud du domaine, le **tissu urbain** est **dense**. Contrairement à l'aéroport de Paris-Le Bourget, la plateforme aéroportuaire de Paris-Charles de Gaulle n'est pas entièrement imbriquée dans le cœur dense de l'agglomération parisienne.

Entre le nord-ouest et le sud-est de la zone d'étude, l'occupation des sols y est plus variée. Des zones urbanisées (comprenant les communes de Gonesse, Goussainville et Louvres) sont localisées à l'ouest de l'aéroport Paris-Charles de Gaulle. D'autres zones urbaines sont présentes sur les communes de Mitry-Mory et Dammarville-en-Goële, situées respectivement au sud-est et au nord-est de l'aéroport. Par ailleurs, des zones agricoles y sont largement présentes. Le sud-est du domaine se distingue avec des espaces particulièrement boisés.

Le domaine d'étude se caractérise également par **une forte densité d'infrastructures routières**, qui décroît au fur et à mesure de l'éloignement du centre de Paris. À l'extrémité sud-ouest de la zone, de grands axes routiers sont implantés : le Boulevard Périphérique (BP), les autoroutes A1 et A3 ainsi que les routes nationales N301, N2 et N3. L'aéroport de Paris-Le Bourget est accessible par les routes départementales D125, D84 ; l'ex-route nationale N17 et l'autoroute A1. L'aéroport Paris-Charles de Gaulle est traversé par l'« Autoroute du Nord » (A1) et entouré par l'A104, l'ex-RN 17, la RN2 et la route départementale D212.

L'hétérogénéité des éléments d'occupation des sols a une influence sur la dispersion des polluants dans l'air (par l'intermédiaire de la rugosité des sols...), **mais également sur leur dépôt.**

La topographie du domaine est également hétérogène. La moitié sud de la zone d'étude est caractérisée par des altitudes inférieures à 60 mètres, hormis quelques secteurs où l'altitude peut atteindre 120 mètres. La moitié nord du domaine se distingue avec des altitudes supérieures à 90 mètres. Dans ce secteur, l'altitude la plus élevée est supérieure à 160 mètres. **L'hétérogénéité de la topographie a une influence sur la dynamique des écoulements atmosphériques et par conséquent, sur la dispersion des polluants.**

La présence de l'agglomération parisienne modifie sensiblement les conditions de dispersion des polluants, en raison du phénomène d'Îlot de Chaleur Urbain (ICU). Ce « microclimat artificiel » se traduit par un écart positif de température observé entre le centre de l'agglomération parisienne et les zones rurales/forestières environnantes. De plus, la présence des plateformes aéroportuaires influence la dispersion des polluants. La rugosité particulière des pistes contraste avec celles des sols urbains, des zones forestières et des zones agricoles. **Ces singularités topographiques sont prises en compte dans le système de modélisation de la qualité de l'air.**

Les polluants suivis

La surveillance de la qualité de l'air aux abords des plateformes aéroportuaires Paris-Charles de Gaulle/Le Bourget concerne **quatre polluants atmosphériques réglementés dans l'air ambiant** : le dioxyde d'azote (NO_2), les particules PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$ ⁵ et l'ozone (O_3). Ils ont été choisis en raison de leurs **niveaux problématiques en région Île-de-France**, de leurs **effets nuisibles sur la santé humaine et l'environnement** et de **leurs liens avec les émissions résultant des activités aéroportuaires et du trafic routier.**

Les oxydes d'azote (NO_x) regroupent deux molécules : le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO_2). Le monoxyde d'azote est un polluant dit « primaire », car il est directement émis par les différentes sources d'émissions de NO_x . Le dioxyde d'azote est un composé « secondaire » majoritairement formé par oxydation rapide du monoxyde d'azote par de divers oxydants atmosphériques (dioxygène (O_2), ozone...). Contrairement au NO , le NO_2 est réglementé aux niveaux national et européen pour ses effets sur la santé humaine. **Ce polluant présente des niveaux préoccupants en Île-de-France**, notamment au sein de l'agglomération parisienne, où **la valeur limite annuelle réglementaire est significativement dépassée en situation de proximité au trafic routier.**

⁵ Une distinction est faite entre les particules PM_{10} (de diamètre aérodynamique inférieur à 10 μm) et les particules $\text{PM}_{2.5}$ (de diamètre inférieur à 2.5 μm)

Les particules sont constituées d'un mélange de différents composés chimiques et de différentes tailles (dont les PM_{10} , les $PM_{2.5}$...). **Les sources de particules primaires sont multiples** : le secteur résidentiel et tertiaire (notamment le chauffage au bois), le trafic routier, les chantiers et carrières, ainsi que l'agriculture. Elles peuvent également être d'origine naturelle (érosion des sols). D'après l'inventaire régional des émissions d'Airparif (année de référence : 2018), les sources de particules primaires ne sont pas principalement associées aux activités aéroportuaires (contribuant à moins de 2 % des émissions de PM_{10} et de $PM_{2.5}$). **Outre la multiplicité des sources d'émission, leur suivi permet une meilleure interprétation et description des phénomènes de pollution atmosphérique observés à l'échelle du périmètre d'étude.** Au-delà des sources primaires locales, les teneurs en particules observées en région Île-de-France peuvent être liées à divers phénomènes : les transformations chimiques des polluants (réagissant entre eux pour former des aérosols secondaires), le transport longue-distance ou encore la remise en suspension des poussières déposées au sol. Au même titre que le NO_2 , les particules PM_{10} et $PM_{2.5}$ présentent des niveaux également préoccupants en Île-de-France, notamment dans l'agglomération parisienne. En 2020, des dépassements de la valeur limite journalière en PM_{10} ont encore été constatés à proximité du trafic routier francilien.

L'ozone n'est pas directement émis dans l'atmosphère. Il s'agit d'un **polluant « secondaire »**. Il est issu de transformations chimiques entre les oxydes d'azote (NO_x) et les Composés Organiques Volatils (COV) (émis par l'ensemble des activités, y compris aéroportuaires), sous l'effet du rayonnement solaire (UV).

L'ozone réagit chimiquement avec le monoxyde d'azote (NO), émis en grande partie par les émissions routières. À proximité immédiate du trafic routier, les teneurs en ozone sont ainsi très faibles. La formation de l'ozone nécessite un certain temps durant lequel les masses d'air peuvent se déplacer. Par conséquent, **les niveaux moyens d'ozone sont généralement plus élevés en zone rurale** que dans l'agglomération parisienne, où leurs précurseurs ont été produits.

Au sein de l'observatoire SURVOL, les informations relatives à l'ozone proviennent de la plateforme interrégionale de cartographie et de prévision de la qualité de l'air ESMERALDA, exploitée par Airparif. Les résultats pour ce polluant ne sont pas présentés dans le présent bilan. Pour plus d'informations, le lecteur est invité à consulter le bilan régional de la qualité de l'air pour l'année 2023.

La chaîne de modélisation de qualité de l'air

Pour tout système de modélisation, la chaîne de calcul mise en place s'appuie sur **des modèles numériques permettant de caractériser la météorologie, les émissions (intensité, répartition...), le transport et les transformations chimiques des polluants atmosphériques au sein du domaine d'étude.**

Le principe général de la chaîne de modélisation développée pour l'observatoire est illustré en Figure 14. Les différents modèles intervenant dans la chaîne ont été choisis en fonction des caractéristiques de la zone d'étude, en termes de situation géographique (topographie, occupation des sols, démographie, position par rapport aux métropoles...) et de sources de pollution. **Les champs météorologiques et les émissions modélisés sur le domaine d'étude alimentent le modèle de dispersion des polluants en vue d'obtenir les concentrations liées aux sources locales. Les concentrations finales sont calculées à partir des teneurs issues des sources de pollution, auxquelles sont ajoutés les niveaux de fond en provenance de l'extérieur du domaine.**

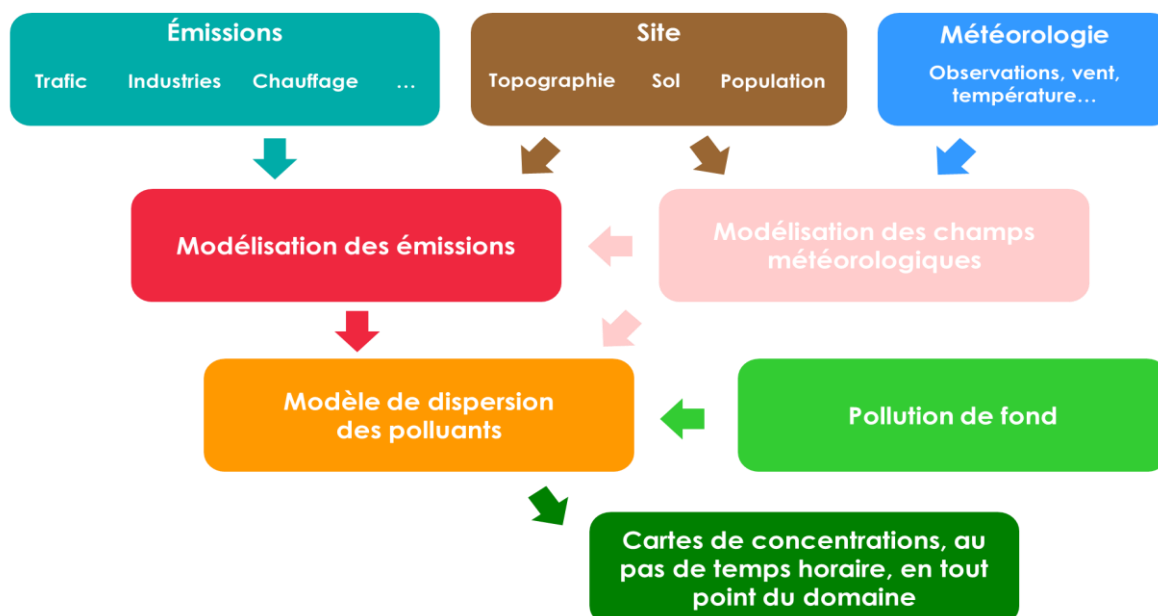


Figure 14 : principe général de la chaîne de modélisation de la qualité de l'air dans le cadre de l'observatoire SURVOL

Météorologie de la zone d'étude

Pour renseigner les conditions météorologiques sur le domaine d'étude, les logiciels **MM5** (Mesoscale Meteorological Model version 5, développé par le *National Center for Atmospheric Research* [NCAR]) et **CALMET** (développé par les scientifiques de l'*Atmospheric Studies Group* [ASG] de la firme TRC) ont été utilisés.

Pour chaque domaine d'étude, le modèle MM5 permet de prendre en compte la topographie, l'hétérogénéité de l'occupation des sols et surtout l'influence de l'agglomération parisienne. Ces paramètres peuvent avoir une influence sur les conditions de dispersion des polluants. Ce modèle est un modèle dit « *pronostic* », dans la mesure où il permet de modéliser explicitement les écoulements atmosphériques par la résolution d'équations physiques des phénomènes existants. À l'opposé, le modèle CALMET est un modèle dit « *diagnostic* ». Il permet de reconstruire par interpolation un champ météorologique en 3D à partir de quelques points (correspondant dans le système aux sorties du modèle MM5 et des valeurs de mesures). Ainsi, ce modèle permet d'interpoler les champs météorologiques contribuant à la dispersion des émissions locales sur l'ensemble du domaine de calcul.

Enfin, les données météorologiques des stations Météo-France sont également intégrées au système de modélisation afin de mieux caractériser les conditions météorologiques sur les plateformes aéroportuaires (Roissy et Orly).

Émissions sur le domaine d'étude

Afin de décrire le plus finement possible la qualité de l'air observée sur la zone d'étude, les différentes sources d'émissions présentes sur le domaine sont prises en compte dans le système de modélisation et de cartographie. Dans le cadre de l'observatoire SURVOL, trois types d'émissions (trafic routier, activités aéroportuaires et autres secteurs) sont ainsi considérés par des chaînes de calcul bien distinctes.

Les émissions liées au trafic routier sont estimées à partir des sorties d'un modèle de trafic, développé dans le cadre du projet européen HEAVEN⁶. Cette chaîne complète de calcul permet d'évaluer en temps quasi-réel (avec un délai de l'ordre de deux heures) la situation du trafic sur l'ensemble de la région Île-de-France et d'en déduire les émissions routières associées.

Les émissions liées aux avions sont estimées sur les plateformes Paris-Charles de Gaulle/Le Bourget et Paris-Orly à partir des **informations quotidiennes relatives aux différents mouvements aériens fournies la veille par la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC). Les émissions au sol des plateformes aéroportuaires sont, quant à elles, fournies par les Aéroports de Paris (ADP).** Airparif prend en compte les émissions des aéronefs, dont les activités peuvent impacter localement la qualité de l'air. Ces émissions sont comprises au sein de la couche limite effective (volume dans lequel les polluants atmosphériques se mélangent et se dispersent)⁷.

Les autres émissions anthropiques et biotiques (sources d'origine naturelle) sont construites sur la base du **cadastre annuel des émissions de polluants de la région Île-de-France**. Le cadastre francilien des émissions (version spatialisée et temporalisée de l'inventaire régional des émissions) permet **la prise en compte de sources ponctuelles** (dont les émissions sont précisément localisées et spécifiquement mesurées) **et de sources surfaciques ou volumiques** (correspondant aux émissions de type « diffus » : chauffage résidentiel et tertiaire, émissions biogéniques...). Une extraction du cadastre des émissions a été réalisée sur le domaine de calcul (à 500 mètres de résolution).

Modélisation des émissions liées au trafic routier

Le calcul des émissions liées au trafic routier résulte du **croisement entre les sorties du modèle HEAVEN et les facteurs d'émissions (FE) issus de la base de données européennes COPERT IV**. Ces facteurs d'émissions dépendent d'un certain nombre de paramètres, dont le parc roulant (correspondant aux grandes catégories de véhicule : véhicules particuliers/utilitaires légers, poids lourds, bus/cars et deux-roues), le parc technologique (normes EURO...), la vitesse des véhicules, la part des véhicules circulant avec un moteur froid (au démarrage) ou chaud et la température ambiante.

La Figure 15 présente le schéma d'évaluation des émissions liées au trafic routier.

⁶ For a Healthier Environment through the Abatement of Vehicle Emissions and Noise (Vers un environnement plus sain grâce à la réduction du bruit et des émissions des véhicules).

⁷ La hauteur de la couche limite varie très fortement au cours de la journée et d'un jour à l'autre (de quelques centaines de mètres en période hivernale à quelques milliers de mètres en période estivale).

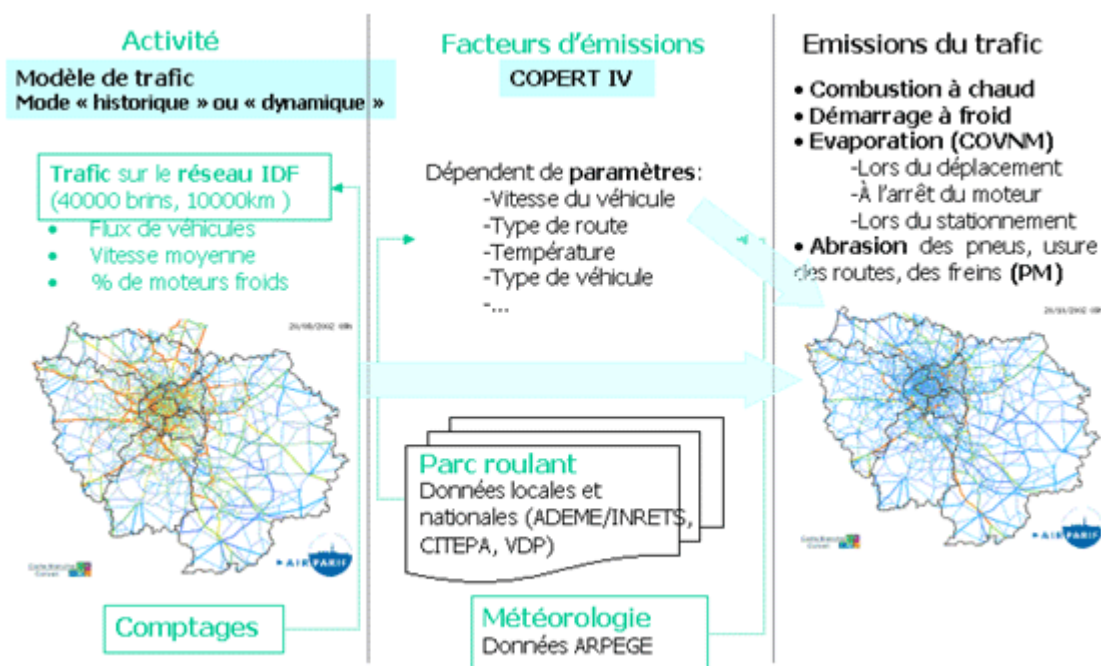


Figure 15 : schéma de fonctionnement de la chaîne de calcul des émissions routières

Sur la base de matrices « origine-destination »⁸ à l'échelle de l'Île-de-France et d'un certain nombre de postes de comptage, le modèle de trafic HEAVEN estime les conditions de trafic sur un réseau comprenant environ 40 000 brins et 10 000 km d'axes routiers.

En sortie du module de calcul (après avoir couplé les sorties du modèle et les FE), les émissions relatives au trafic routier sont évaluées sur l'ensemble du réseau francilien, et plus spécifiquement, sur les brins présents dans le domaine d'étude.

Pour les besoins du système de modélisation et de cartographie de l'observatoire SURVOL, plusieurs évolutions ont été apportées. À titre d'exemple, le réseau routier a été remis à jour de manière à intégrer plus finement les brins au voisinage des plateformes aéroportuaires. Des données de comptage du réseau public sur les aéroports franciliens fournies par le Groupe ADP sont également prises en compte.

Modélisation des émissions associées au trafic aérien

Dans le cadre du projet SURVOL, une chaîne de calcul spécifique destinée à l'évaluation des émissions du trafic aérien a été développée. **Les émissions liées au trafic des avions sont estimées suivant le « cycle LTO »** (*Landing Take Off*), défini par l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI). Illustré en Figure 16, ce cycle standard se décompose en quatre phases : l'approche (descente), le roulage (vers et depuis l'aérogare), le décollage et la montée.

⁸ Données issues de l'Enquête Globale des Transports (EGT) fournies par l'INSEE et le STIF (IDF Mobilités).

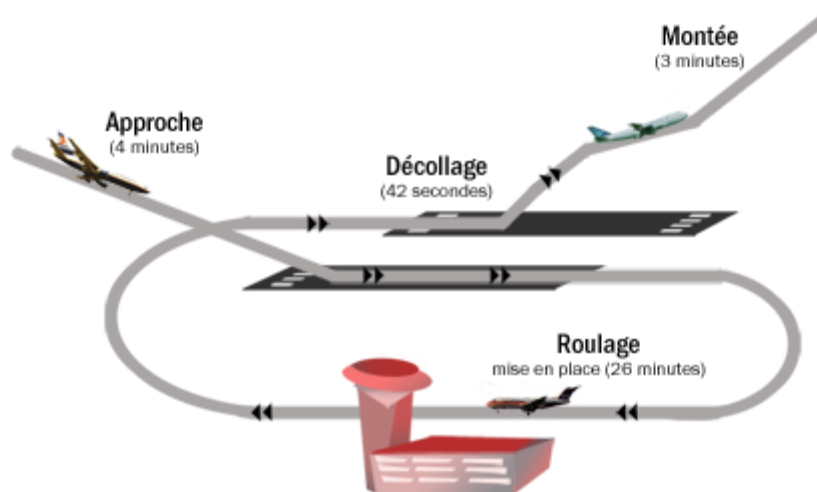


Figure 16 : schéma des différentes phases d'un cycle LTO (source : OACI)

Modélisation de la dispersion sur le domaine d'étude

Le calcul de dispersion des polluants est réalisé sur la base des résultats issus de la modélisation des champs météorologiques et des émissions. Pour simuler cette dispersion, le **modèle lagrangien CALPUFF** (également développé par les scientifiques de l'ASG de la firme TRC) a été utilisé.

Le modèle CALPUFF est un modèle dit « instationnaire », puisqu'il permet de modéliser des phénomènes variant dans le temps et dans l'espace (accumulation des polluants par absence de vent au sol, effets liés à la présence de singularités topographiques...). Ce modèle de dispersion permet également de prendre en compte l'ensemble des sources d'émissions présentes sur le domaine d'étude. Sont considérées les sources ponctuelles (cheminées industrielles...), diffuses (émissions résidentielles...) et surfaciques (trafic routier...).

Évaluation de la pollution de fond sur le domaine d'étude

Compte-tenu de sa position géographique (en périphérie de l'agglomération parisienne), **chaque domaine d'étude est potentiellement soumis à des niveaux de pollution soutenus importés de Paris et sa petite couronne**. Une attention particulière a été portée d'évaluer le plus précisément possible la pollution de fond (en provenance de l'extérieur du domaine) susceptible de pénétrer, stagner et/ou parcourir la zone d'étude. **Les données de pollution de fond sont apportées par la plateforme interrégionale de cartographie et de prévision de la qualité de l'air ESERALDA.**

In fine, la chaîne complète de modélisation déployée dans le cadre de l'observatoire SURVOL reconstitue les niveaux de pollution de la veille autour des trois grands aéroports franciliens. Les informations sont délivrées sous forme de cartes de concentrations, calculées sur un pas de temps horaire en tout point du domaine d'étude.

ANNEXE 2 : NORMES & RECOMMANDATIONS DE LA QUALITÉ DE L'AIR

En matière de qualité de l'air ambiant, plusieurs niveaux de réglementation imbriqués peuvent être distingués (européen, national, local/communautaire). L'ensemble de ces réglementations a pour principales finalités la protection de la santé humaine et des écosystèmes.

Les directives européennes sont transposées dans la réglementation française. Les critères nationaux de qualité de l'air (ou normes) sont définis dans le Code de l'Environnement. Ils sont illustrés par différents seuils (valeur limite, valeur cible, objectif de qualité,...).

En complément de ces critères, des lignes directrices relatives à la qualité de l'air (ou recommandations) ont été mises en place par l'OMS 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.

Les normes réglementaires et les recommandations de l'OMS sont définies à des échelles temporelles distinctes : « concentration horaire », « concentration moyenne journalière » et « concentration moyenne annuelle », suivant les polluants considérés.

Cette distinction permet de prendre en considération deux types de situations critiques vis-à-vis des effets sur la santé pour ce polluant : d'une part, la pollution chronique (à l'échelle annuelle) et d'autre part, les épisodes de courte durée (à l'échelle d'une ou plusieurs heures).

Les principaux critères réglementaires et recommandations de l'OMS de 2021 associés aux polluants suivis dans cette étude sont synthétisés dans les tableaux ci-dessous.

Dioxyde d'azote (NO₂)

Valeur limite annuelle	40 µg/m ³ en moyenne annuelle
Objectif de qualité	
Valeur limite horaire	200 µg/m ³ en moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 18 fois sur l'année
Recommandations OMS	10 µg/m ³ en moyenne annuelle 25 µg/m ³ en moyenne jour

Particules PM₁₀

Valeur limite annuelle	40 µg/m ³ en moyenne annuelle
Valeur limite journalière	50 µg/m ³ en moyenne jour, à ne pas dépasser plus de 35 fois sur l'année
Objectif de qualité	30 µg/m ³ en moyenne annuelle
Recommandations OMS	15 µg/m ³ en moyenne annuelle 45 µg/m ³ en moyenne jour, à ne pas dépasser plus de 3 fois sur l'année

Particules PM_{2.5}

Valeur limite annuelle	25 µg/m ³ en moyenne annuelle
Valeur cible	20 µg/m ³ en moyenne annuelle
Objectif de qualité	10 µg/m ³ en moyenne annuelle
Recommandations OMS	5 µg/m ³ en moyenne annuelle
	15 µg/m ³ en moyenne jour, à ne pas dépasser plus de 3 fois sur l'année

Les définitions des différents critères réglementaires et recommandations sont mentionnées dans le glossaire de ce rapport.

ANNEXE 3 : SYNTHÈSE MÉTÉOROLOGIQUE 2023 SUR LE DOMAINE D'ÉTUDE

Cette synthèse météorologique a été réalisée à partir des données fournies par le centre régional de Météo-France et des données disponibles sur le site internet www.meteofrance.com. Pour renseigner les observations météorologiques du domaine d'étude, les relevés climatiques (températures, ensoleillement, précipitations, direction et vitesse de vent) de la station **Météo-France de Roissy-en-France (97500)** ont été considérés et comparés aux normales.

L'année 2023 a été une année classée dans le top 3 des années les plus chaudes en ile de France. Elle a été jalonnée d'épisodes de chaleur précoces et tardifs avec un mois de septembre particulièrement chaud et un mois de décembre doux.

Thermométrie et ensoleillement :

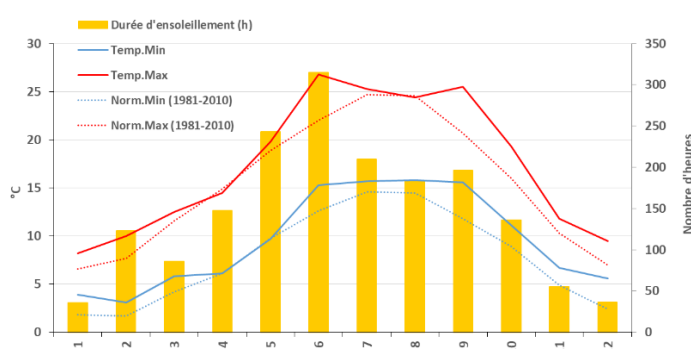


Figure 17 : températures minimales/maximales et durée d'ensoleillement mensuelles à Roissy-en-France en 2023 (source : Météo-France)

En 2023, les températures moyennes ont été très douces voire chaudes : les 12 mois de l'année ont présenté des températures supérieures à la normale (Figure 17).

De plus l'année a connu un épisode tardif de chaleur exceptionnel au mois de septembre qui en a fait le mois le plus chaud depuis 1900 . Les épisodes de froid quant à eux ont été quasi-inexistants cette année.

Pluviométrie :

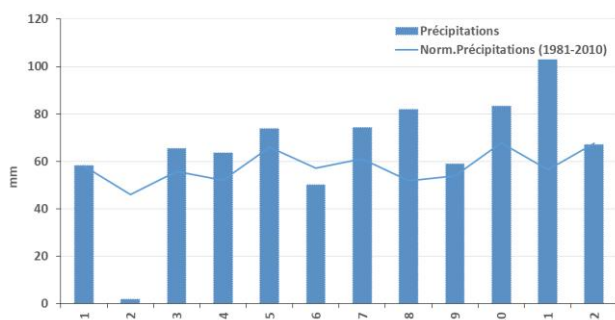


Figure 18 : hauteurs mensuelles de précipitations à Roissy-en-France en 2023 (source : Météo-France)

Sur l'ensemble de l'année 2023, **la quantité de précipitations a été excédentaire en ile de France.**

Direction et vitesse de vent :

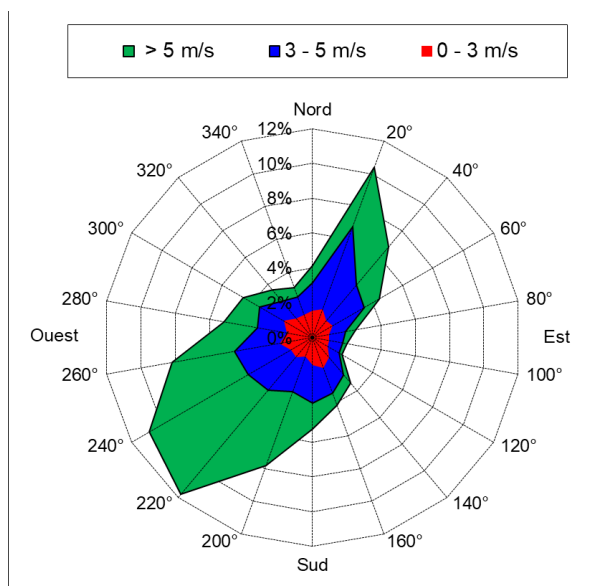


Figure 19 : rose de vent à Roissy-en-France en 2023 (source : Météo-France)

En 2023, la station Météo-France de Roissy-en-France a été balayée par les **deux principaux secteurs de vent** suivants (Figure 19) :

- **le secteur sud-ouest plus venteux qu'à l'accoutumé** (caractéristique d'un régime océanique perturbé).
- **le secteur nord-est** (lors de périodes anticycloniques où les hautes pressions sont situées sur la France, le proche Atlantique ou encore les Îles britanniques).