

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

PARIS-ORLY - BILAN 2022





SURVOL

BILAN 2022 DE LA QUALITÉ DE L'AIR À PROXIMITÉ DE LA PLATEFORME AÉROPORTUAIRE DE PARIS-ORLY

Novembre 2023

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

I.	CONTEXTE.....	7
II.	SITUATION EN 2022 VIS-À-VIS DE LA RÈGLEMENTATION.....	8
2.1.	Dioxyde d'azote (NO ₂).....	9
	État de la qualité de l'air à l'échelle annuelle.....	9
	Respect des normes à l'échelle horaire.....	10
2.2.	Particules (PM ₁₀ , PM _{2.5}).....	10
	PM ₁₀ : État de la qualité de l'air à l'échelle annuelle.....	10
	PM ₁₀ : Respect des normes à l'échelle journalière.....	12
	PM _{2.5} : État de la qualité de l'air à l'échelle annuelle.....	13
III.	CONTRIBUTIONS DES SOURCES AUX NIVEAUX DE POLLUTION RELEVÉS SUR LE SECTEUR D'ÉTUDE.....	14
3.1.	Oxydes d'azote (NO _x).....	14
	Contribution des sources aéroportuaires.....	14
	Contribution du trafic routier.....	15
	Contribution des sources : évolution en fonction de la localisation par rapport à l'aéroport.....	17
3.2.	Particules PM ₁₀	18
	Contribution des sources aéroportuaires.....	18
	Contribution du trafic routier.....	18
	Contribution des sources : évolution en fonction de la localisation par rapport à l'aéroport.....	19
3.3.	Particules PM _{2.5}	20
	Contribution des sources aéroportuaires.....	20
	Contribution du trafic routier.....	20
	Contribution des sources : évolution en fonction de la localisation par rapport à l'aéroport.....	21
	ANNEXE 1 : FONCTIONNEMENT DE LA SURVEILLANCE DES ZONES AÉROPORTUAIRES.....	22
	ANNEXE 2 : NORMES & RECOMMANDATIONS DE QUALITÉ DE L'AIR.....	40
	ANNEXE 3 : SYNTHÈSE MÉTÉOROLOGIQUE 2022 SUR LE DOMAINE D'ÉTUDE.....	42

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](#).

SYNTHÈSE DE L'ANNÉE 2022

Airparif assure une surveillance permanente de la qualité de l'air à proximité des principales plateformes aéroporutaires franciliennes (Paris-Charles de Gaulle, Paris-Le Bourget et Paris-Orly). À travers un dispositif reposant sur l'exploitation conjointe de mesures en temps réel et d'un système de modélisation, Airparif fournit au public des cartes journalières de la qualité de l'air de la veille pour les polluants suivants : le dioxyde d'azote (NO_2), les particules PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$, l'ozone (O_3). Une carte synthétique de la qualité de l'air est également présentée. L'exploitation des résultats journaliers permet d'évaluer la qualité de l'air moyenne annuelle sur le domaine sur le domaine Paris-Orly.

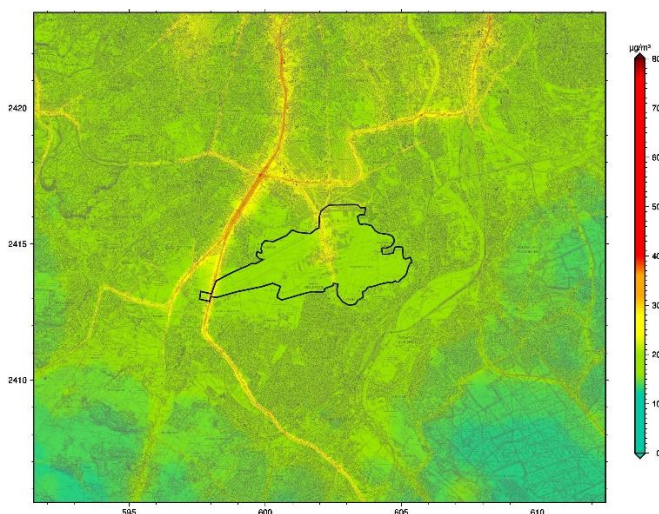
SITUATION DES POLLUANTS RÉGLEMENTÉS AU REGARD DES NORMES

Les concentrations de fond en NO_2 les plus élevées sont relevées dans le cœur dense de l'agglomération parisienne et diminuent en fonction de l'éloignement, conformément au degré d'urbanisation. **La valeur limite et l'objectif de qualité annuels** (fixés à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne) **sont respectés en situation de fond.**

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.

Les niveaux maxima en NO_2 sont rencontrés au droit et au voisinage immédiat des principaux axes routiers du domaine d'étude (notamment les autoroutes A6 (a, b), A86, A10 et les routes nationales RN7, RN6, ...), **où des dépassements des valeurs réglementaires sont observés.**

En 2022, environ 6 000 personnes sont potentiellement exposées à un air excédant la valeur limite annuelle en NO_2 sur la zone d'étude.

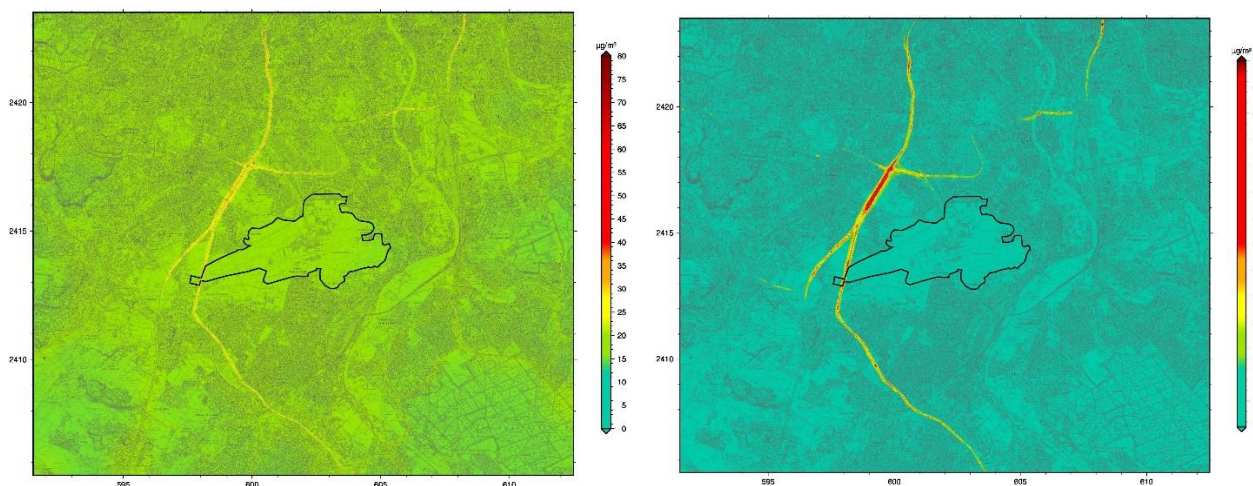


Concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote (NO_2) en 2022 autour de l'aéroport Paris-Orly

La décroissance des concentrations de fond en PM_{10} entre le centre de l'agglomération parisienne et la périphérie de la région Île-de-France est beaucoup moins marquée (les niveaux de PM_{10} étant plus homogènes que ceux de NO_2).

En 2022, les niveaux maximums de fond en particules PM₁₀ sont enregistrés dans le cœur dense de l'agglomération. La décroissance des concentrations de fond en particules PM₁₀ entre le centre de l'agglomération parisienne et la périphérie de la région Île-de-France est peu marquée (les niveaux de PM₁₀ étant plus homogènes que ceux de NO₂).

Sur le domaine d'étude, les valeurs réglementaires (valeur limite annuelle et objectif de qualité, fixés respectivement à 40 et 30 µg/m³) **pour les PM₁₀ sont respectées en situation de fond** (niveaux PM₁₀ modélisés globalement compris entre 15 et 20 µg/m³). **En revanche, la quasi-totalité des habitants de la zone d'étude est concerné par un dépassement de la recommandation de l'OMS (fixée à 15 µg/m³ en moyenne annuelle).**



Concentrations moyennes annuelles de particules PM₁₀ (à gauche) & nombre de jours de dépassement du seuil journalier de 50 µg/m³ en PM₁₀ (à droite) pour l'année 2022 autour de la plateforme aéroportuaire de Paris-Orly

La valeur limite journalière est respectée sur l'ensemble de la zone d'étude en situation de fond comme à proximité du trafic routier en 2022.

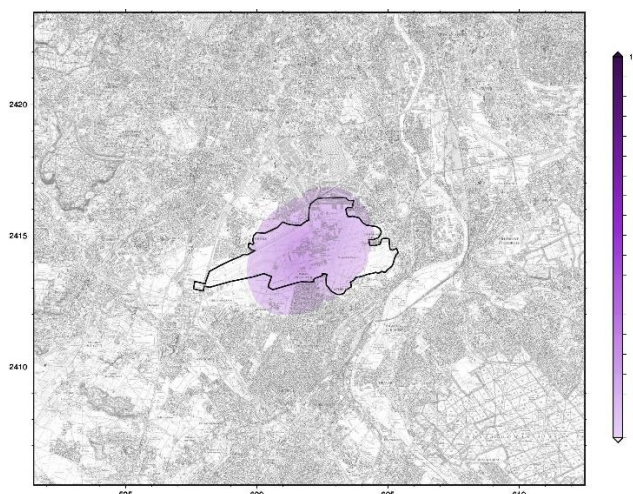
Concernant les particules PM_{2.5} la valeur limite annuelle en (fixée à 25 µg/m³ en moyenne) est respectée sur l'ensemble du domaine. La valeur cible française (20 µg/m³) est également respectée, les niveaux de PM_{2.5} modélisés à proximité des principales voies de circulation étant inférieurs à ce seuil réglementaire. **La totalité de la zone d'étude et de ses habitants est concernée par un dépassement de la recommandation de l'OMS en moyenne annuelle (fixée à 5 µg/m³).**

CONTRIBUTION DES SOURCES AUX NIVEAUX DE POLLUTION SUR LE SECTEUR D'ÉTUDE

Afin d'évaluer l'impact des aéroports franciliens, Airparif a réalisé des « cartes de contribution ». Ce type de cartes permet de connaître la part attribuable aux aéroports (trafic aérien et l'ensemble des activités de la plateforme, hors trafic induit) et celle attribuable au trafic routier, dans les concentrations respirées à proximité des plateformes aéroportuaires.

L'aéroport Paris-Orly est imbriqué dans le cœur dense de l'agglomération parisienne. De ce fait, la contribution des autres sources polluantes (trafic routier, chauffage résidentiel/tertiaire, industries...) peut être prépondérante.

En oxydes d'azote (NO_x), en 2022, **la distance d'impact des activités aéroportuaires est très limitée autour de l'aéroport Paris-Orly et est comprise entre 500 mètres (au nord de la plateforme) et 1 km (au sud).** **La contribution relative maximale des activités aéroportuaires aux concentrations de NO_x est de l'ordre de 15 %.**



Contributions (en %) des sources aéroportuaires en oxydes d'azote (NO_x) sur le domaine Paris-Orly pour l'année 2022

La contribution issue des activités de l'aéroport Paris-Orly (au sol et trafic aérien) aux concentrations de particules PM_{10} est inférieure à 4 %, y compris sur la plateforme. L'importance des autres sources (trafic routier, chauffage résidentiel et tertiaire, industries...) explique cette observation. Les sources de particules sont généralement plus diffuses et par conséquent, les concentrations de fond en PM_{10} sont plus homogènes. À proximité immédiate de l'aéroport Paris-Orly, la part relative du trafic routier est de l'ordre de 40 %.

Pour les particules $\text{PM}_{2.5}$, les résultats sont comparables aux observations faites pour les particules PM_{10} . **L'impact des émissions primaires liées aux activités aéroportuaires en $\text{PM}_{2.5}$ est faible** (contribution inférieure à 4 %). À proximité immédiate de l'aéroport Paris-Orly, la part relative du trafic routier est de l'ordre de 30 %.

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.asso.fr/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 rapport a pour objet de dresser un état des lieux de la qualité de l'air à proximité des plateformes aéroportuaires de Paris-Orly pour l'année 2022. 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 2022.

Les informations pour l'ensemble de l'Île-de-France sont disponibles sur le site internet d'Airparif : <https://www.airparif.asso.fr/bilan/2023/bilan-2022-de-la-qualite-de-lair>.

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 2022 VIS-À-VIS DE LA RÈGLEMENTATION

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 2022).

Le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** résume la situation du secteur d'étude au regard des valeurs de référence sur la zone d'étude en 2022. À titre comparatif, le Tableau 2 renseigne la situation sur l'ensemble de l'Île-de-France en 2022.

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

Tableau 1 : situation des polluants réglementés suivis par rapport aux normes de qualité de l'air à proximité de la plateforme aéroportuaire de Paris-Orly en 2022

PFA : Plateforme Aéroportuaire

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

Polluants Île-de-France	Valeur(s) limite(s)	Valeur cible	Objectif de qualité
NO ₂	VLA : Dépassée	--	Dépassé
	VLH : Respectée		
PM ₁₀	VLA Respectée	--	Dépassé
	VLJ : Respectée		
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 2022

Des dépassements de la valeur limite réglementaire pour le NO₂ sont observés sur le domaine d'étude 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. Les objectifs de qualité sont encore, sur le domaine, dépassés pour 2 polluants.

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 annuels à 40 µg/m³ ainsi qu'une valeur limite horaire à 200 µg/m³, ne devant pas être dépassée plus de 18 fois par an.

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 2022.

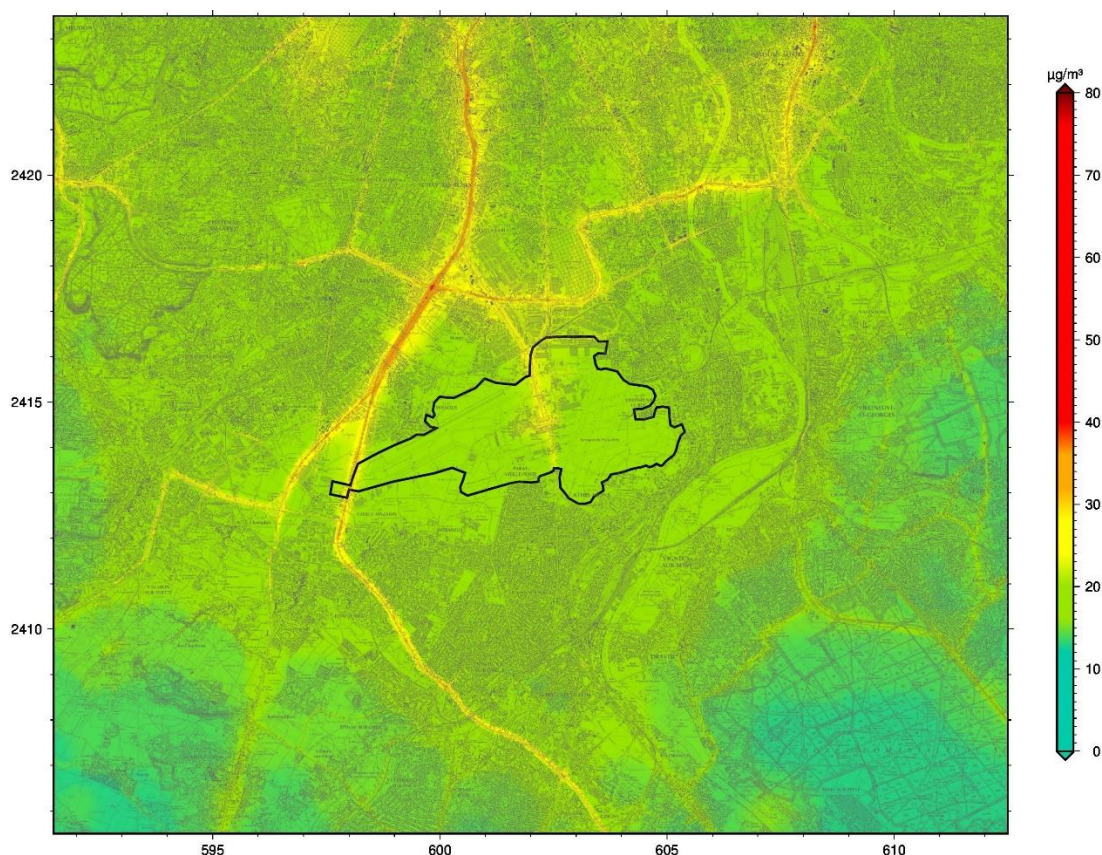


Figure 1 : cartographie du niveau moyen de dioxyde d'azote (en µg/m³) pour l'année 2022 aux abords de la plateforme aéroportuaire de Paris-Orly

Les niveaux de fond en NO₂ modélisés sur la zone d'étude suivent le gradient d'urbanisation (défini par les variations spatio-temporelles 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 nord du domaine) **et diminuent en fonction de l'éloignement**. Alors que les niveaux moyens annuels observés en proche périphérie peuvent atteindre 21 µg/m³ (station Vitry-sur-Seine), le niveau de fond moyen en zone éloignée est plutôt compris entre 15 et 20 µg/m³. Au sud-ouest et à l'est du domaine, les teneurs moyennes en NO₂ sont comprises entre 12 et 15 µg/m³. La valeur limite réglementaire en moyenne annuelle est respectée en situation de fond.

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 aéroportuaires (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 les autoroutes A6 (a, b), A86, A10 et les routes nationales RN6, RN7). Une décroissance rapide des niveaux de NO₂ est observée. La distance d'influence des axes routiers peut aller jusqu'à 200 mètres.

De par son emplacement au cœur de l'agglomération parisienne, la contribution des activités aéroportuaires de la plateforme Paris-Orly s'ajoute à celle des multiples sources présentes dans ce milieu urbain dense (trafic routier, chauffage résidentiel/tertiaire, industries...). Par conséquent, son influence est relativement moins marquée que celle de l'aéroport Paris-Charles de Gaulle situé dans un milieu moins urbanisé. De plus, le trafic aérien de l'aéroport Paris-Orly est nettement moindre que celui de la plateforme Paris-Charles de Gaulle.

Les concentrations de dioxyde d'azote aux abords de l'aéroport Paris-Orly sont globalement comprises entre 20 et 25 µg/m³, hormis dans les zones influencées par la présence d'axes routiers (notamment, l'Autoroute A6 à l'ouest et la RN7). Dans les zones d'influence des voies, les teneurs en NO₂ peuvent atteindre 30 µg/m³.

En 2022, **la valeur limite** (fixée à 40 µg/m³ en moyenne) **est dépassée à proximité des grands axes routiers de la zone d'étude** (Autoroutes A10, A6, A86 ; les routes nationales RN7 et RN186), comme sur les axes majeurs de la région Île-de-France. Sur ces axes, les niveaux moyens en NO₂ peuvent atteindre voire très localement dépasser 60 µg/m³.

Sur l'ensemble du domaine d'étude, **le dépassement des critères nationaux de qualité de l'air pour le NO₂ concerne environ 6 000 personnes en 2022.**

Respect des normes à l'échelle horaire

Sur l'ensemble du domaine d'étude, la valeur limite horaire en NO₂ (200 µg/m³, à ne pas dépasser plus de 18 fois par an) est respectée en 2022.

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 autorisés) pour ce polluant.

Depuis 2015, la valeur limite européenne applicable aux particules PM_{2.5} est fixée à 25 µg/m³ en moyenne annuelle. La valeur cible française 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 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 2022.

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

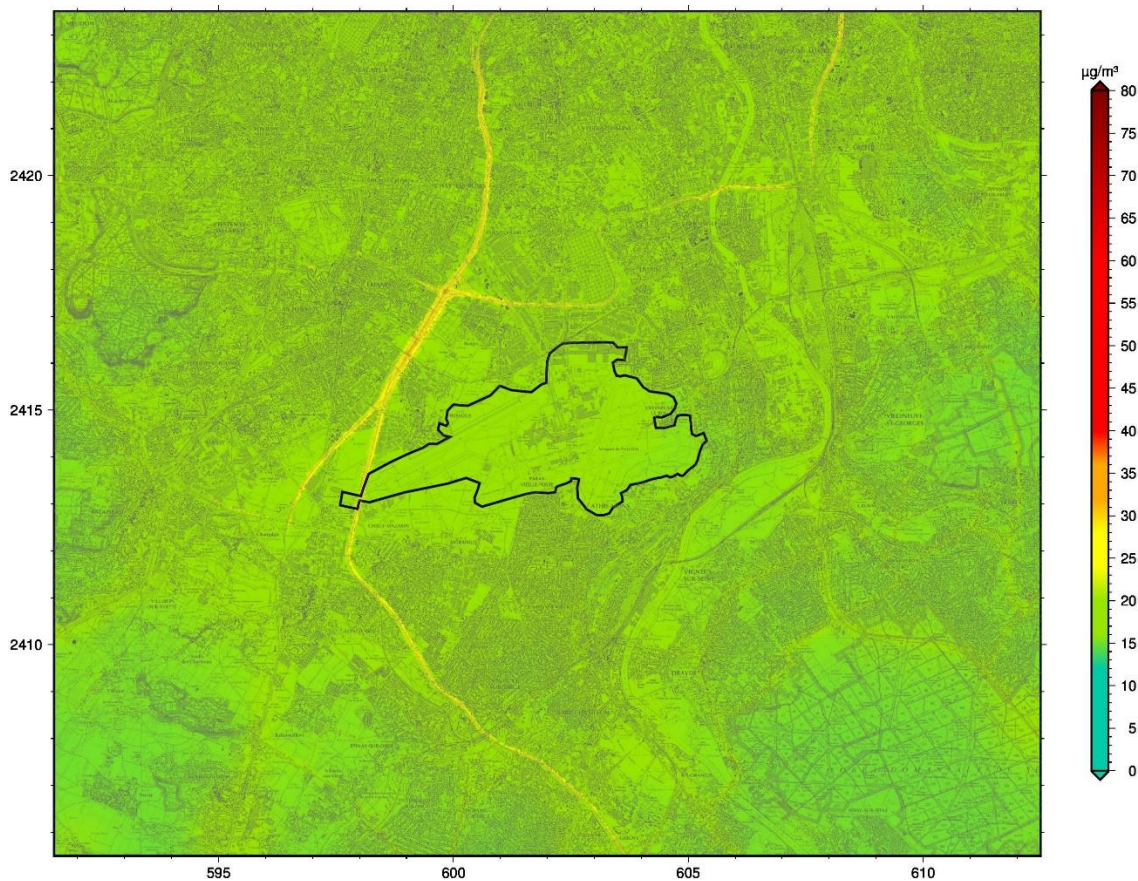


Figure 2 : cartographie du niveau moyen de particules PM_{10} (en $\mu g/m^3$) pour l'année 2022 aux abords de la plateforme aéroportuaire de Paris-Orly

À l'image du dioxyde d'azote, une **décroissance des concentrations de fond en PM_{10} entre le centre de l'agglomération parisienne et la périphérie de la région Île-de-France** est observée. Cette baisse est moins marquée pour les PM_{10} . Alors que les niveaux moyens annuels observés dans la proche périphérie sont en moyenne à $18 \mu g/m^3$, le niveau de fond moyen en grande couronne avoisine $15 \mu g/m^3$. Ainsi, le gradient « agglomération-périphérie » moyen est de l'ordre de $3 \mu g/m^3$. Ce gradient s'explique essentiellement par un trafic routier et une densité du secteur résidentiel et tertiaire plus importants dans le centre de l'agglomération parisienne qu'en périphérie éloignée.

Les phénomènes de transformations chimiques et de transport à grande échelle des particules PM_{10} (import de particules issues d'autres régions françaises, formation de particules secondaires, ...) peuvent être à l'origine des **niveaux de fond moyens en particules PM_{10} relativement homogènes sur le domaine d'étude**.

Les grands axes routiers sont responsables des plus forts niveaux de particules PM_{10} sur le domaine. Les niveaux de PM_{10} mesurés sur la majorité des axes de la zone ont connu une baisse (notamment sur certaines portions des autoroutes A6 et A10). Ce constat s'explique, d'une part, par **la poursuite de la baisse des émissions de particules primaires** (notamment celles issues du trafic routier) ainsi qu'**un renouvellement progressif du parc roulant** et d'autre part, par **des conditions météorologiques favorables** ayant permis la dispersion des polluants primaires.

Dans la zone proche de l'aéroport Paris-Orly, les teneurs en PM_{10} les plus élevées sont relevées dans les zones traversées par les autoroutes A6, A10 (à l'ouest) et dans une moindre mesure la route nationale RN7. La plateforme aéroportuaire (trafic aérien et l'ensemble des activités de la plateforme, hors trafic induit) ne contribuant pas à des niveaux d'émissions de particules PM_{10} aussi élevés que le trafic routier et/ou le secteur résidentiel et tertiaire, **les surconcentrations en PM_{10} liées aux activités aéroportuaires restent faibles autour des plateformes** - bien que des niveaux légèrement soutenus puissent être visibles dans l'emprise aéroportuaire.

Sur l'ensemble du domaine d'étude, la valeur limite annuelle (fixé à 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) ainsi que l'objectif de qualité (30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) sont respectés pour les PM_{10} . Les niveaux de PM_{10} loin de l'influence du trafic routier sont globalement compris entre 15 et 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En revanche, **la quasi-totalité des résidents du domaine restent concernées par le dépassement de la recommandation OMS en particules PM_{10} , fixée à 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle.**

PM₁₀ : Respect des normes à l'échelle journalière

La cartographie du nombre de jours de dépassement de la valeur limite en particules PM_{10} (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, à ne pas excéder plus de 35 fois sur l'année) sur le domaine d'étude en 2022 est présentée en Figure 3.

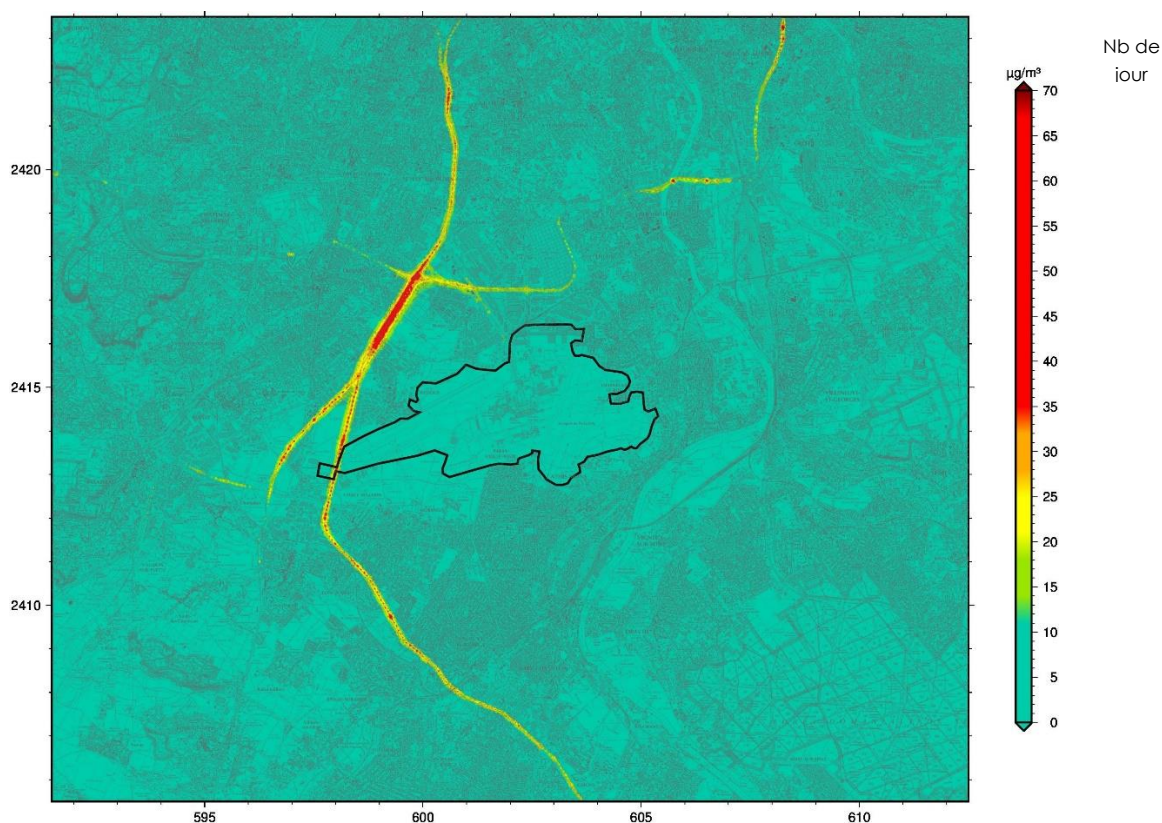


Figure 3 : cartographie du nombre de jours de dépassement du seuil de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM_{10} pour l'année 2022 autour de la plateforme aéroportuaire de Paris-Orly

La valeur limite journalière est largement respectée en 2022 et aucun Francilien n'est exposé à un dépassement de cette valeur. Dans l'agglomération parisienne (Paris Intra-muros et proche banlieue), le seuil de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en particules PM_{10} a été dépassé 1 à 4 jours en 2022 en situation de fond. En périphérie éloignée (grande couronne), il faut compter entre 0 et 1 jour de dépassement de la valeur limite journalière. À l'image des années précédentes, le plus important nombre de jours de dépassement du seuil de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en particules PM_{10} est enregistré à proximité immédiate du trafic routier. En 2022, le nombre de jours de dépassement du seuil de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ est plus faible que les années précédentes, tant en situation de fond qu'à proximité du trafic.

Environ 45 % de la population résidant dans le domaine d'étude est concernée par le dépassement de la recommandation OMS (fixée à 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 3 fois sur l'année).

La Figure 4 illustre la cartographie des niveaux moyens annuels en particules PM_{2.5} sur le domaine d'étude pour l'année 2022.

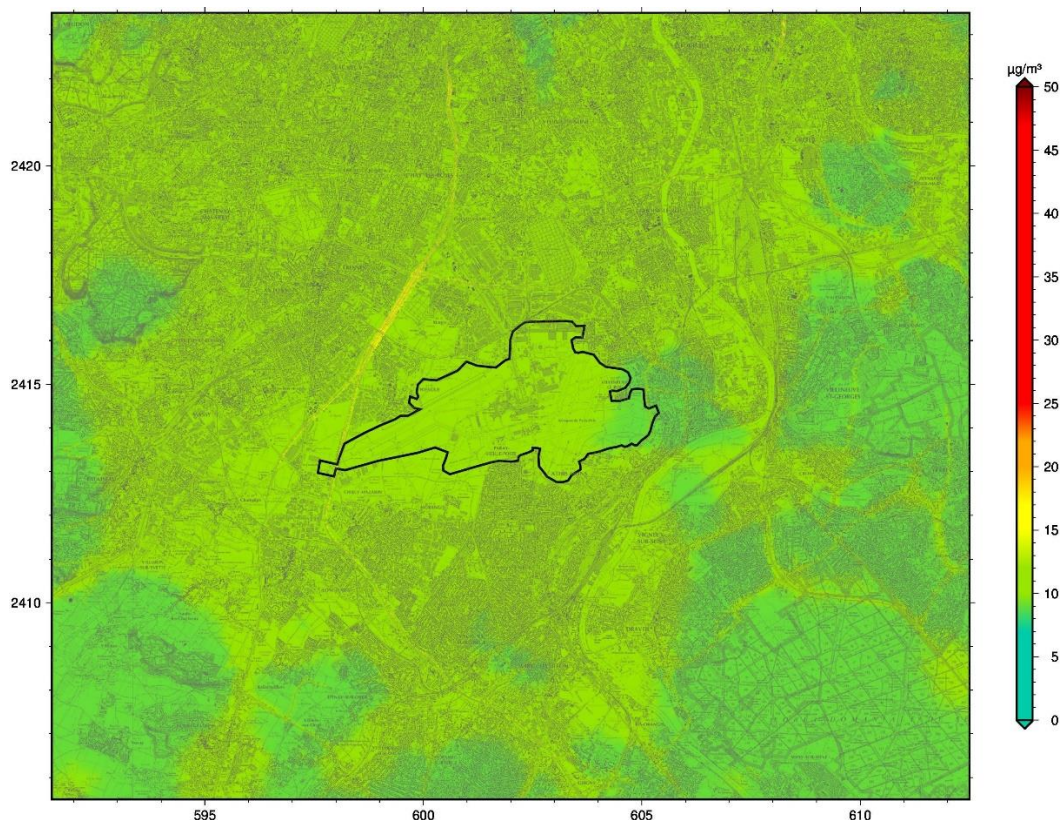


Figure 4 : cartographie du niveau moyen de particules PM_{2.5} (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pour l'année 2022 aux abords de la plateforme aéroportuaire de Paris-Orly

De façon semblable aux particules PM₁₀, une très légère décroissance des concentrations de fond en PM_{2.5} entre le centre dense de l'agglomération parisienne et la périphérie de la région Île-de-France est constatée. Alors que les teneurs moyennes annuelles en PM_{2.5} observées dans le centre parisien sont de $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (station urbaine parisienne), le niveau de fond rural moyen (en grande couronne) est estimé à $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le gradient « centre-agglomération-périphérie » moyen est de l'ordre de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les niveaux de PM_{2.5} les plus élevés sont enregistrés au droit et 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 et les particules PM₁₀ (Figure 4). Ce constat s'explique d'une part, par **la poursuite de la baisse des émissions de particules primaires** (notamment celles du **trafic routier**) ainsi qu'**un renouvellement progressif du parc roulant** et d'autre part, par **des conditions météorologiques favorables en 2022** ayant permis la dispersion des polluants primaires (voir Annexe 3).

L'impact des activités aéroportuaires sur les niveaux de particules PM_{2.5} n'est pas visible sur la cartographie. Dans la zone proche de l'aéroport Paris-Orly, les teneurs moyennes en PM_{2.5} sont de l'ordre de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, des niveaux plus importants étant observés à proximité immédiate des axes de circulation majeurs.

La valeur limite annuelle en particules PM_{2.5} (fixée à $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne) est respectée sur l'ensemble du domaine d'étude, tout comme la valeur cible (fixée à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). En revanche, **la totalité de la zone d'étude et de ses habitants est concernée par un dépassement de l'objectif de qualité, ainsi que de la recommandation de l'OMS (fixée à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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. Ainsi, 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 de la plateforme Paris-Orly. La distance impactée par ces deux secteurs d'activité 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 intégrante du trafic routier.

3.1. Oxydes d'azote (NO_x)

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

Contribution des sources aéroportuaires

La Figure 5 illustre la cartographie de la contribution annuelle (en %) des sources aéroportuaires en NO_x sur le domaine d'étude pour l'année 2022.

L'aéroport Paris-Orly est imbriqué dans le cœur dense de l'agglomération parisienne. De ce fait, la contribution des autres sources polluantes (trafic routier, chauffage résidentiel/tertiaire, industries, ...) peut être prépondérante.

En 2022, **la contribution relative maximale des activités aéroportuaires aux concentrations de NO_x est d'environ 12 % à proximité de la plateforme de Paris-Orly**. Les contributions les plus élevées sont relevées au centre de la plateforme (de par la présence des aérogares, terminaux et avions au sol). Les zones géographiques les plus impactées en dehors de l'enceinte de la plateforme aéroportuaire de Paris-Orly sont limitées, **la distance d'impact est comprise entre 500 mètres** (au nord de la plateforme) **et 1 km** (au sud).

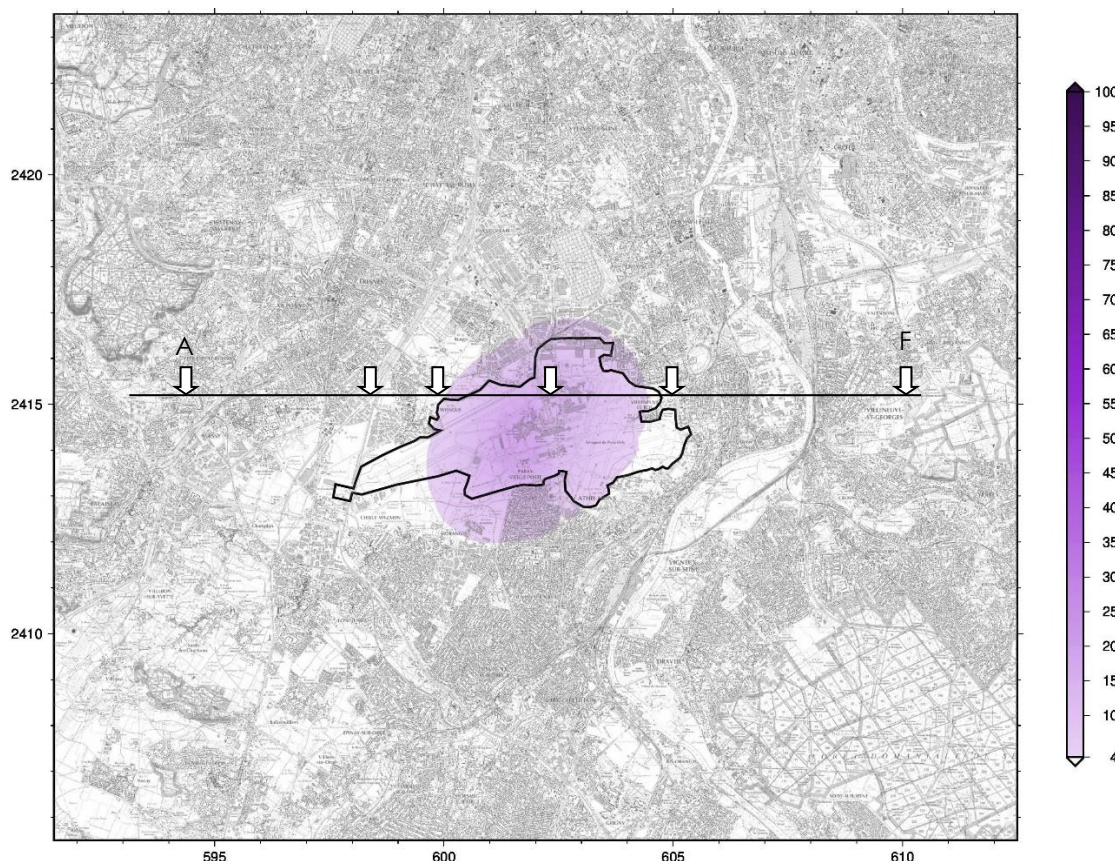


Figure 5 : contribution annuelle (en %) des sources aéroportuaires en oxydes d'azote (NO_x) sur le domaine Paris-Orly pour l'année 2022

Contribution du trafic routier

La Figure 6 illustre la cartographie de la contribution annuelle (en %) du trafic routier en NO_x sur le domaine d'étude pour l'année 2022.

À proximité de l'aéroport Paris-Orly, la part maximale du trafic est de l'ordre de 65% au droit des axes majeurs.

La contribution du trafic diminue fortement en fonction de l'éloignement des voies de circulation.

Dans l'emprise de la plateforme, les contributions maximales du trafic routier aux teneurs en NO_x sont relevées dans les zones traversées par les autoroutes A6, A10 et par la route nationale RN7. D'après la modélisation, la distance d'influence liée au trafic routier peut s'étendre jusqu'à 200 mètres. **Dans la zone d'influence des axes, la part du trafic routier peut atteindre en moyenne 15 à 30%.**

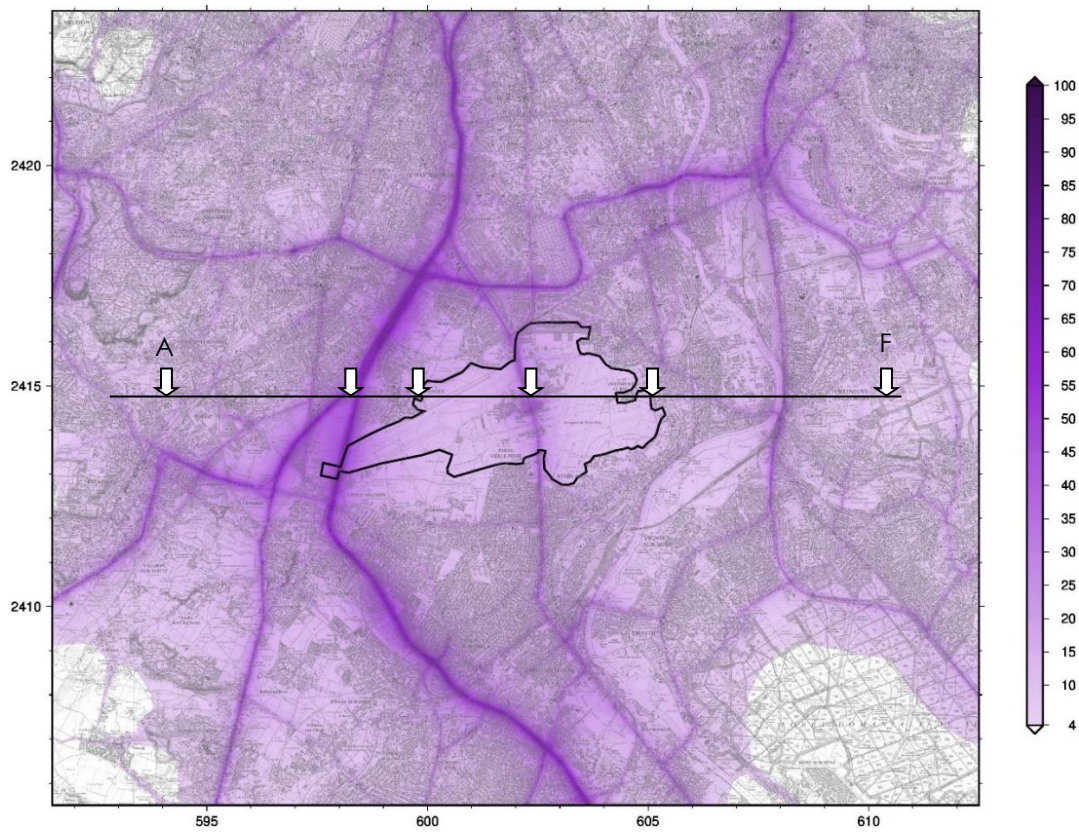


Figure 6 : contribution annuelle (en %) du trafic routier en oxydes d'azote (NO_x) sur le domaine Paris-Orly pour l'année 2022

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

La Figure 7 représente une coupe longitudinale des concentrations en NO_x et des contributions des sources associées, effectuée sur la zone Paris-Orly. L'implantation de la coupe est illustrée en Figure 5 et en Figure 6.

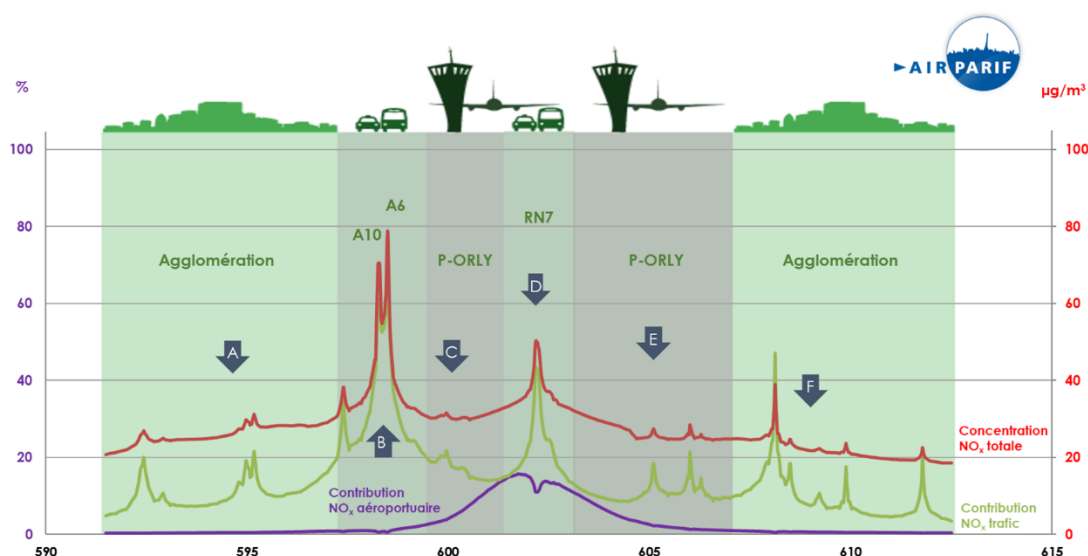


Figure 7 : coupe des concentrations en oxydes d'azote (NO_x) sur la zone Paris-Orly. La contribution des activités aéroportuaires et du trafic routier associées aux teneurs en NO_x sont représentées.

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-Orly.

Les teneurs maximales en NO_x sont relevées à proximité immédiate des autoroutes A6, A10 (~80 µg/m³) et de la route nationale RN7 (~50 µg/m³). Sur la coupe, les niveaux moyens totaux en NO_x relevés dans l'agglomération sont compris entre 20 et 30 µg/m³.

Aux abords de l'aéroport Paris-Orly, les concentrations totales en NO_x sont légèrement plus soutenues que celles enregistrées dans l'agglomération (de par les activités aéroportuaires et la présence de la RN7, qui traverse de manière latitudinale la plateforme). À l'image des années précédentes, la contribution relative maximale des activités aéroportuaires aux concentrations de NO_x est d'environ 10 %. Sur l'emprise de la plateforme Paris-Orly, la part du trafic routier est comprise entre 10 et 20 % des niveaux totaux en NO_x.

Comme en témoigne la Figure 7, **la variabilité de la concentration totale d'oxydes d'azote sur le domaine d'étude est majoritairement conditionnée par le trafic routier, bien que la contribution des activités aéroportuaires soit notable.**

3.2. Particules PM₁₀

Contribution des sources aéroportuaires

La contribution des émissions de particules primaires PM₁₀ associées aux activités aéroportuaires est très limitée. L'importance des autres sources (trafic routier, chauffage résidentiel et tertiaire, industries, ...) explique cette observation. Pour les particules, les sources polluantes sont généralement plus diffuses et par conséquent, les concentrations de fond en PM₁₀ sont plus homogènes.

Sur aucune zone du domaine d'étude (y compris sur la plateforme aéroportuaire de Paris-Orly), la contribution des activités aéroportuaires n'excède les 4 % minimum cartographiés. Totalemment blanche, la carte de contribution des activités aéroportuaires n'est pas présentée dans ce rapport.

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 PM₁₀ sur le domaine d'étude pour l'année 2022.

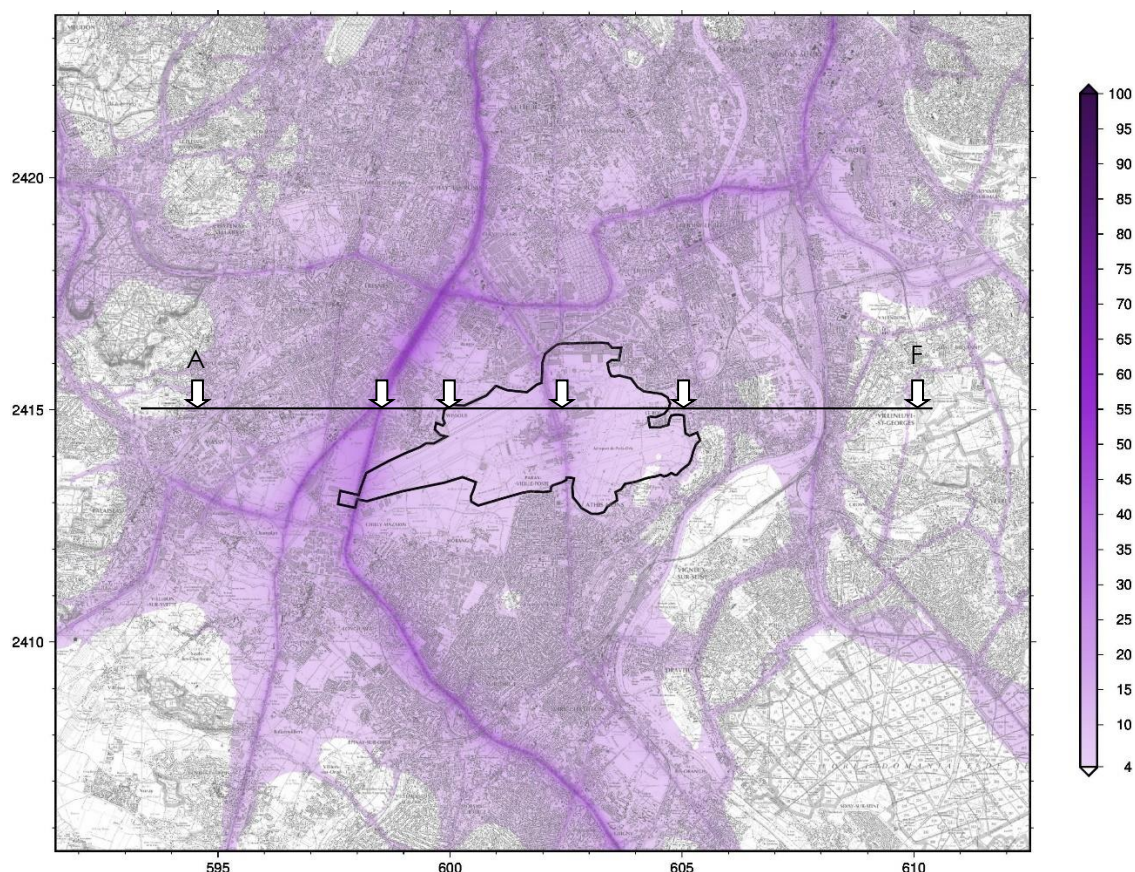


Figure 8 : contribution annuelle (en %) du trafic routier aux particules PM₁₀ sur le domaine Paris-Orly pour l'année 2022

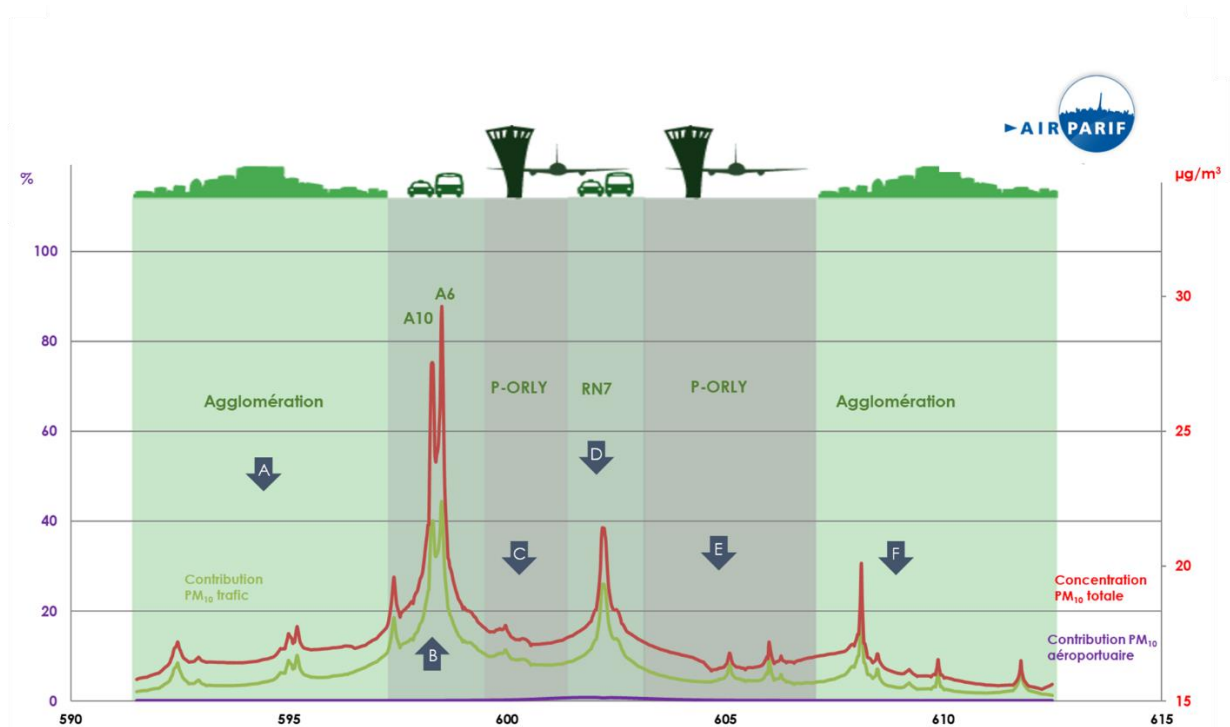
À proximité immédiate de l'aéroport Paris-Orly, la part relative du trafic routier aux concentrations en particules PM_{10} est de l'ordre de 40 % au droit des axes. À l'image des NO_x , cette proportion diminue fortement en fonction de l'éloignement des voies de circulation. Dans la zone d'influence des axes, elle peut atteindre jusqu'à 15 %. Pour les particules PM_{10} , la distance d'impact des axes routiers est plus faible que pour les NO_x .

Sur l'emprise de l'aéroport Paris-Orly, la contribution annuelle du trafic routier en PM_{10} est globalement comprise entre 5 % et 20 % (sur RN7).

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 sur la zone Paris-Orly. L'implantation de la coupe est illustrée en Figure 8.



La courbe rouge représente la concentration totale de particules PM_{10} 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-Orly.

Au même titre que pour les NO_x , les teneurs maximales en PM_{10} sont relevées à proximité immédiate des autoroutes A6, A10 ($\sim 28 \mu g/m^3$) et de la route nationale RN7 ($\sim 22 \mu g/m^3$). Sur la coupe, les niveaux moyens totaux en PM_{10} relevés dans l'agglomération sont homogènes (entre 15 et $17 \mu g/m^3$).

Sur l'emprise de la plateforme aéroportuaire, les concentrations totales en PM_{10} sont relativement comparables à celles enregistrées dans l'agglomération. Comme pour les années précédentes, la contribution relative maximale des activités aéroportuaires est très faible ($< 4 \%$).

Comme en témoigne la Figure 9, **la variabilité de la concentration totale de particules PM₁₀ est essentiellement conditionnée par les axes routiers.**

3.3. Particules PM_{2.5}

Contribution des sources aéroportuaires

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

Sur aucune zone du domaine d'étude (y compris sur la plateforme aéroportuaire de Paris-Orly), la contribution des activités aéroportuaires n'excède les 4 % minimum cartographiés. Totalemment blanche, la carte de contribution des activités aéroportuaires n'est pas présentée dans ce rapport.

Contribution du trafic routier

La Figure 10 illustre la cartographie de la contribution annuelle (en %) du trafic routier aux PM_{2.5} sur le domaine d'étude pour l'année 2022.

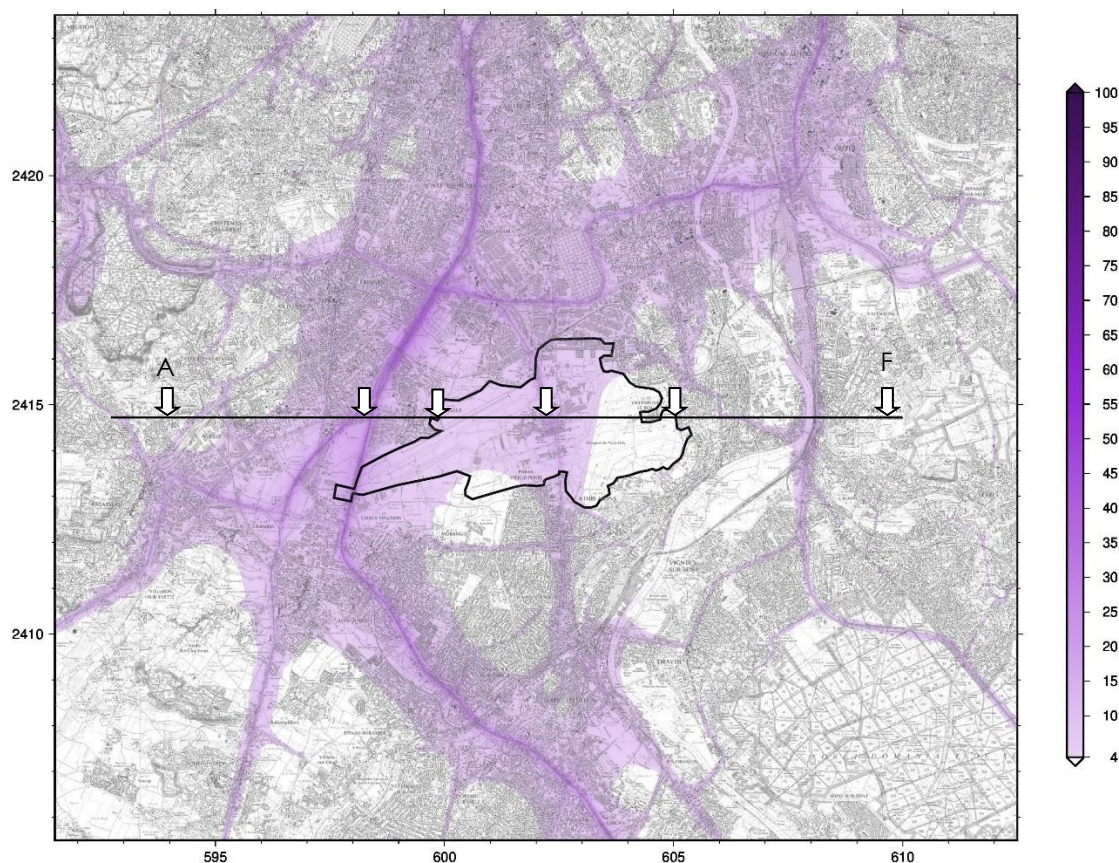


Figure 10 : contribution annuelle (en %) du trafic routier aux particules PM_{2.5} sur le domaine Paris-Orly pour l'année 2022

À proximité immédiate de l'aéroport Paris-Orly, la part relative du trafic routier aux concentrations en particules PM_{2.5} est de l'ordre de 30 %. À l'image des NO_x et des PM₁₀, la contribution du trafic diminue en fonction de l'éloignement des voies de circulation. **Dans la zone d'influence des axes, elle peut atteindre en moyenne 15 %.** Ce constat s'explique d'une part, par la baisse du trafic routier sur certains axes de circulation du domaine d'étude ainsi qu'**un renouvellement progressif du parc roulant**, et d'autre part, par **des conditions météorologiques favorables** ayant permis la dispersion des polluants primaires. Sur l'emprise de la plateforme aéroportuaire, la contribution **AIRPARIF/SURVOL** - Bilan 2022 de la qualité de l'air à proximité de la plateforme aéroportuaire de Paris-Orly / novembre 2023

annuelle du trafic routier aux concentrations de $PM_{2.5}$ est globalement comprise entre 3 % et 17 % (sur RN7).

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 11 représente une coupe longitudinale des concentrations de $PM_{2.5}$ et des contributions des sources associées, effectuée sur la zone Paris-Orly. L'implantation de la coupe est illustrée en Figure 10.

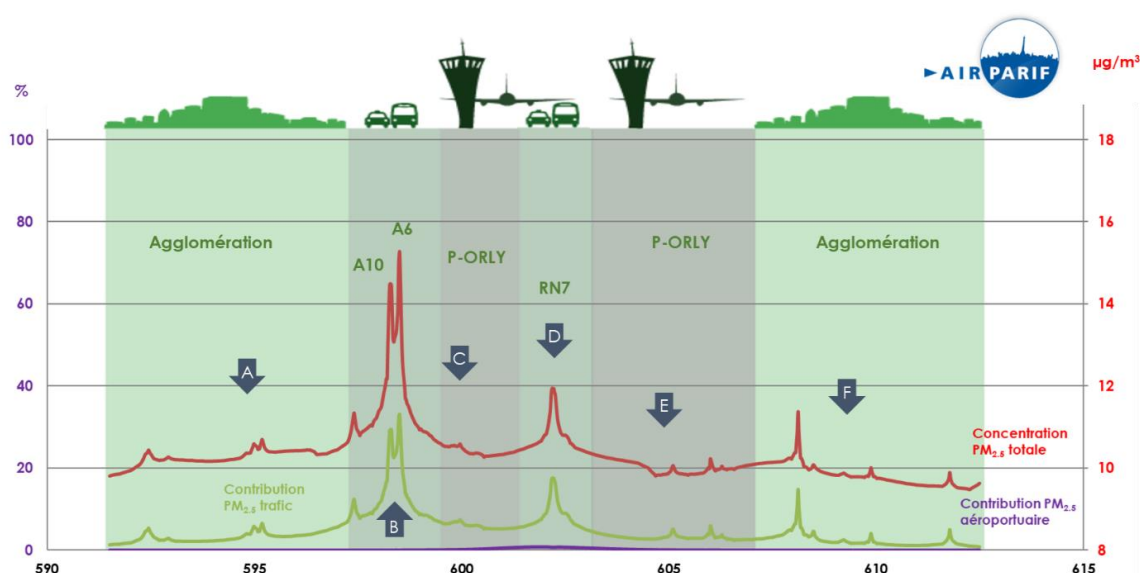


Figure 11 : coupe des concentrations de particules $PM_{2.5}$ sur la zone Paris-Orly. La contribution des activités aéroportuaires et du trafic routier associées aux teneurs en $PM_{2.5}$ sont représentées.

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-Orly.

Au même titre que pour les NO_x et les PM_{10} , les teneurs maximales en $PM_{2.5}$ sont relevées à proximité immédiate des autoroutes A6, A10 ($\sim 15 \mu g/m^3$) et de la route nationale RN7 ($\sim 12 \mu g/m^3$). Sur la coupe, les niveaux moyens totaux en $PM_{2.5}$ relevés dans l'agglomération sont compris entre 9.5 et $10.5 \mu g/m^3$.

Dans la zone de l'aéroport Paris-Orly, les concentrations totales de $PM_{2.5}$ sont relativement comparables à celles enregistrées dans l'agglomération. En 2022, la contribution relative maximale des activités aéroportuaires est faible. Elles participent à environ 4 % (limite cartographiée) des niveaux totaux en $PM_{2.5}$.

Comme en témoigne la Figure 11, **la variabilité de la concentration totale de particules $PM_{2.5}$ est surtout conditionnée par les axes routiers.**

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 12).



Figure 12 : 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 **fissu 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 Dammartin-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 (NO₂), les particules PM₁₀ et PM_{2,5}⁴ et l'ozone (O₃). 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.**

⁴ Une distinction est faite entre les particules PM₁₀ (de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm) et les particules PM_{2,5} (de diamètre !!

Les oxydes d'azote (NO_x) regroupent deux molécules : le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). 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 (O₂), ozone...). Contrairement au NO, le NO₂ 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**.

Les particules sont constituées d'un mélange de différents composés chimiques et de différentes tailles (dont les PM₁₀, 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 PM₁₀ 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 NO₂, les particules PM₁₀ 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 PM₁₀ 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 2022](#).

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 13. 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.**

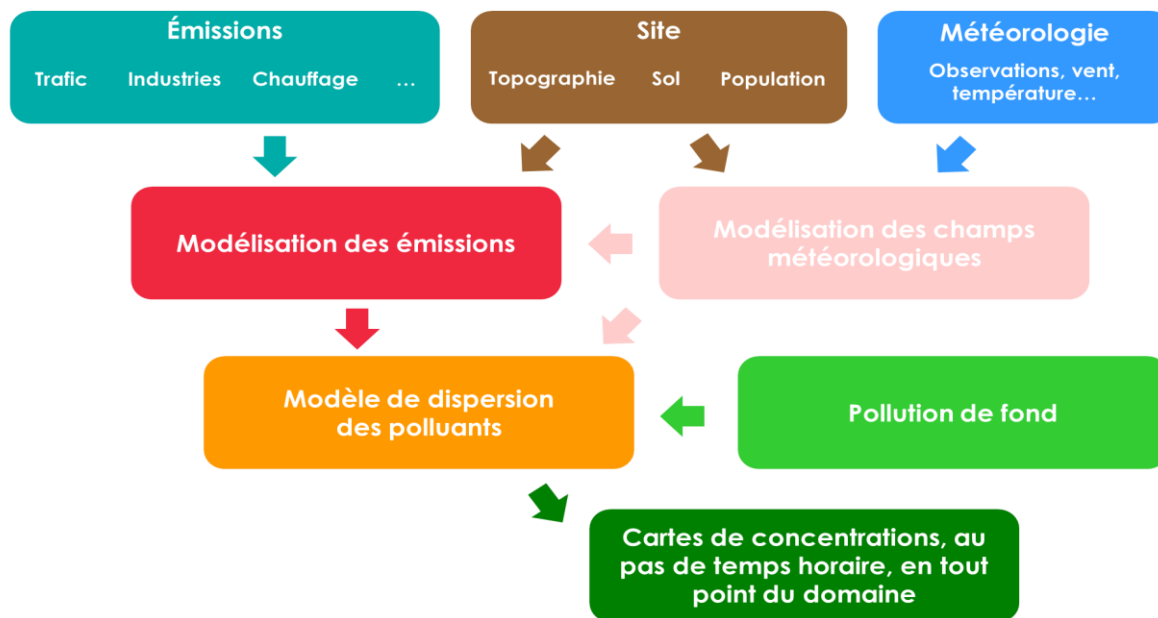


Figure 13 : principe général de la chaîne de modélisation de la qualité de l'air dans le cadre de l'observatoire SURVOL

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 HEAVEN⁵. 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)⁶.

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

⁵ 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).

⁶La 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).

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 14 présente le schéma d'évaluation des émissions liées au trafic routier.

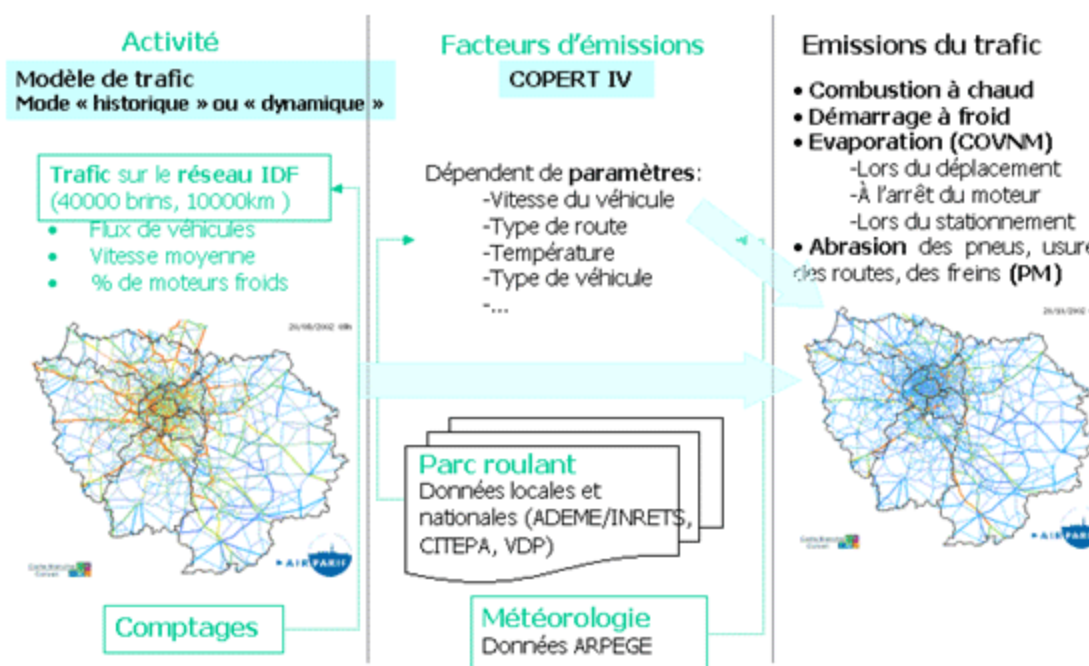


Figure 14 : schéma de fonctionnement de la chaîne de calcul des émissions routières

Sur la base de matrices « origine-destination »⁷ 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

⁷ Données issues de l'Enquête Globale des Transports (EGT) fournies par l'INSEE et le STIF (IDF Mobilités).

intégrer plus finement les brins au voisinage des plateformes aéroporutaires. 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 15, ce cycle standard se décompose en quatre phases : l'approche (descente), le roulage (vers et depuis l'aérogare), le décollage et la montée.

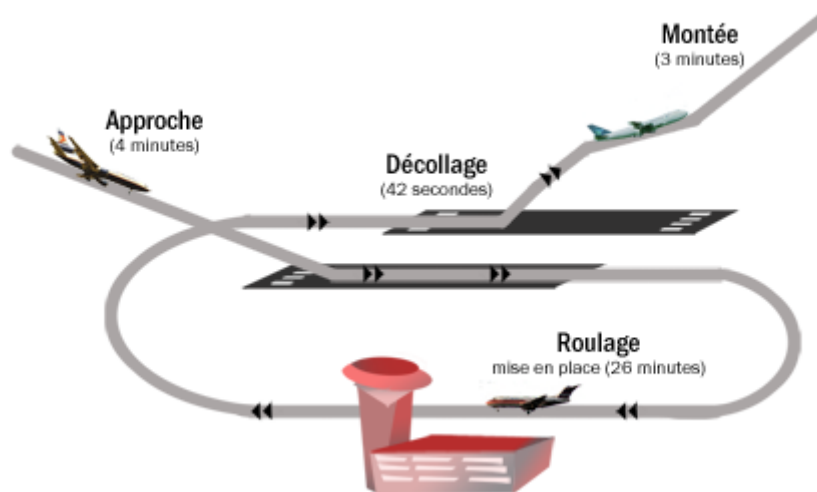


Figure 15 : schéma des différentes phases d'un cycle LTO (source : OACI)

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 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. Les recommandations de l'OMS ont été révisées ; les nouvelles valeurs ont été publiées en Septembre 2021.

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 2005 associés aux polluants suivis dans cette étude sont synthétisés dans les tableaux ci-dessous.

Dioxyde d'azote (NO₂)

Valeur limite annuelle	
Objectif de qualité	40 µg/m ³ en moyenne annuelle
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
	5 µg/m ³ en moyenne annuelle
Recommandations OMS	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 2022 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 d'Orly (94310)** ont été considérés et comparés aux normales.

L'année 2022 a été l'année la plus chaude jamais enregistrée en France depuis le début du XXe siècle. Elle a été jalonnée d'épisodes de chaleur et de douceur remarquables

Thermométrie et ensoleillement :

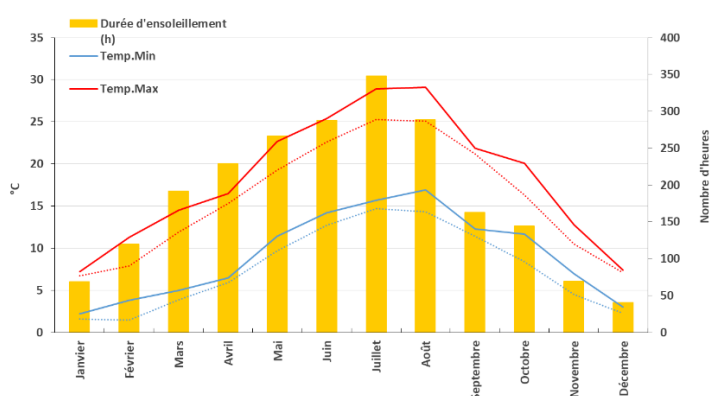


Figure 16 : températures minimales/maximales et durée d'ensoleillement mensuelles à Orly en 2022 (source : Météo-France)

En 2022, les températures moyennes ont été très douces voire chaudes : les 12 mois de l'année ont présenté des températures supérieures à la normale (Figure 16).

L'été 2022 a été ponctué par trois vagues de chaleur du 15 au 19 juin, du 12 au 25 juillet puis du 31 juillet au 13 août, remarquables notamment par leur intensité et par leur durée. De plus l'année a connu un épisode tardif de chaleur exceptionnel du 15 au 31 octobre. Les épisodes de froid quant à eux ont été rares cette année.

La durée d'ensoleillement a été supérieure à la normale sur l'ensemble de l'Île-de-France.

Pluviométrie :

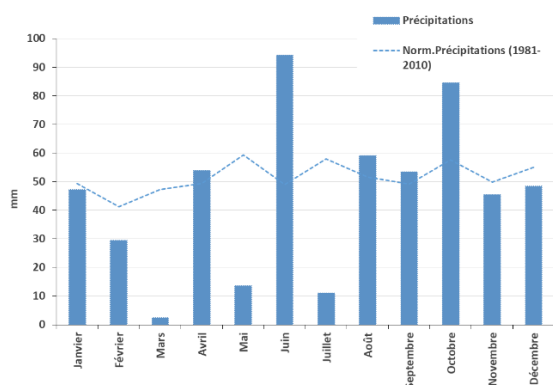
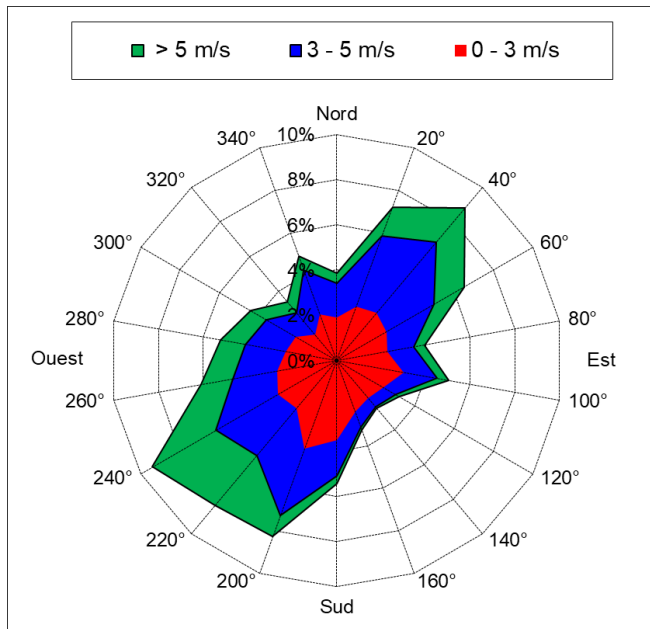


Figure 17 : hauteurs mensuelles de précipitations à Orly en 2020 (source : Météo-France)

Sur l'ensemble de l'année 2022, **la quantité de précipitations a été déficitaire en Ile de France comme sur le reste de la France**

Le printemps et l'été ont été plutôt secs tandis que les mois de juin et d'octobre ont été très pluvieux. (Figure 17).

Direction et vitesse de vent :



En 2022, la station Météo-France de Roissy-en-France a été balayée par les **deux principaux secteurs de vent** suivants (Figure 18) :

- **le secteur sud-ouest** (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).