



Trois  
phases  
d'études



Des sources  
de pollution  
multiples



Un excès  
de pollution  
autour de Roissy



# AIRPARIF

## Actualité

N° 21 - FÉVRIER 2004

SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'AIR EN ÎLE-DE-FRANCE

Le trafic aérien en Ile-de-France a connu un essor important et en 40 ans le nombre de passagers a été multiplié par 20. L'impact potentiel sur la qualité de l'air des rejets de polluants, émis par le trafic aérien proprement dit et par toutes les activités induites par le fonctionnement d'un aéroport, a déjà été souligné, notamment en 2000, lors de la publication du Plan Régional de la Qualité de l'Air (PRQA).

La problématique de la qualité de l'air autour des aéroports est à replacer dans le contexte particulier du trafic aérien francilien : le trafic commercial de passagers se répartit entre les aéroports d'Orly (pour 1/3 des passagers) et de Roissy-Charles de Gaulle (CDG, pour les 2/3 restants soit plus de 48 millions de passagers). L'aviation d'affaire se concentre sur l'aéroport du Bourget (54 000 mouvements d'avions et plus de 80 000 passagers en 2002) tandis que onze aérodromes (dont un hélicoptère à Issy-les-Moulineaux) assurent l'aviation légère. En 2002, l'aéroport de Roissy-CDG a assuré, à lui seul, 502 000 mouvements aériens commerciaux et plus de 600 000 sont prévus en 2006 (d'après Aéroport de Paris, ADP<sup>1</sup>). Selon le Conseil International des Aéroports (ACI, Airports Council International), de par le nombre de passagers transportés, Roissy-CDG est le 3<sup>ème</sup> aéroport européen (derrière l'aéroport de Londres Heathrow et l'aéroport de Francfort en Allemagne) et le 8<sup>ème</sup> mondial.

<sup>1</sup> Source : Statistiques de trafic, ADP (2002)



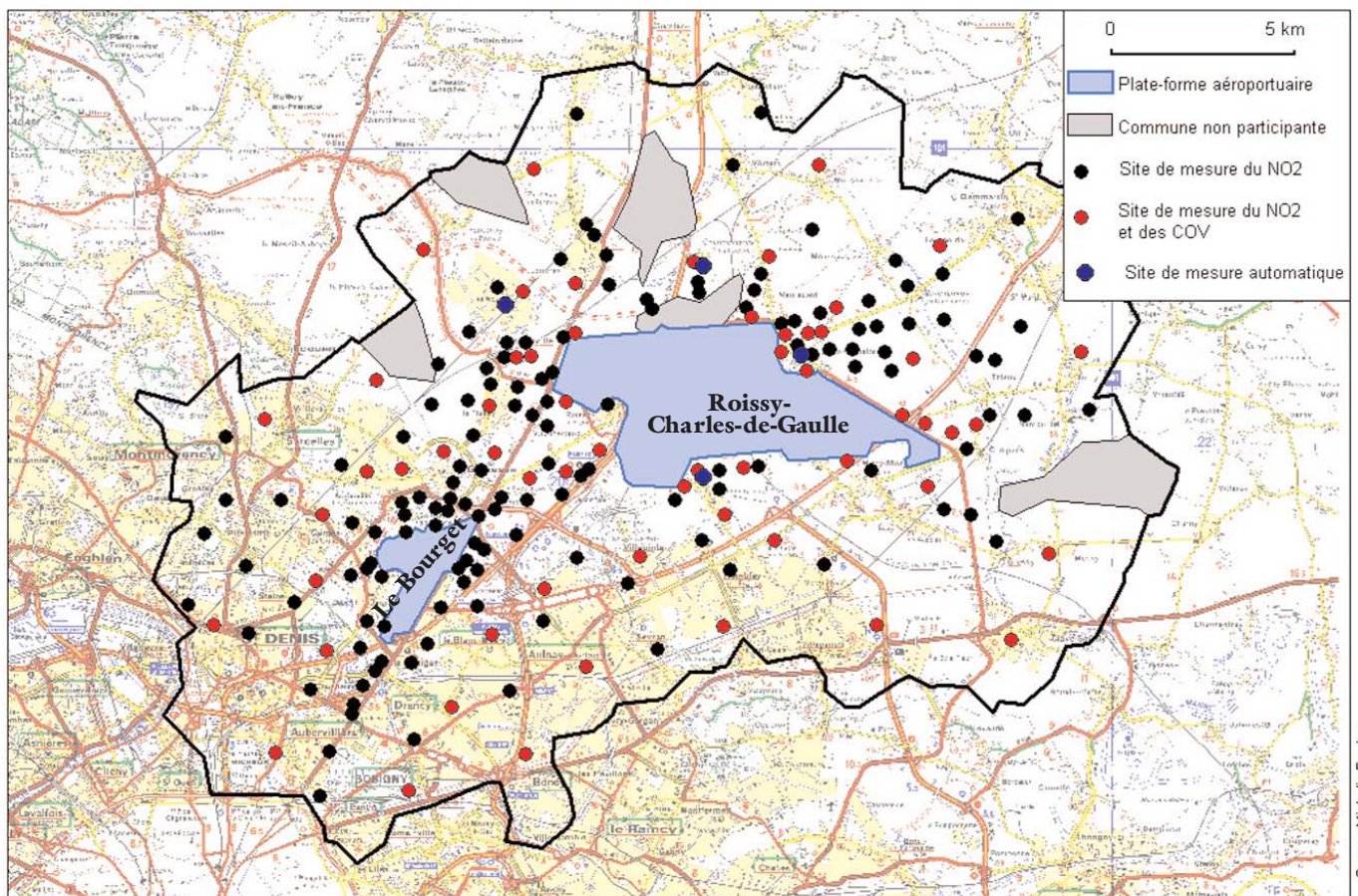
Cliché AIRPARIF

▲ Les aéroports de Roissy-CDG et du Bourget ont assuré un total de près de 560 000 mouvements aériens au cours de l'année 2002.

## LA QUALITÉ DE L'AIR AUTOUR DES PLATES-FORMES AÉROPORTUAIRES DE ROISSY- CHARLES DE GAULLE ET DU BOURGET

En plus des nuisances sonores liées aux décollages et atterrissages d'avions, la proximité immédiate d'une plate-forme aéroportuaire peut-elle dégrader la qualité de l'air ? Depuis quelques années, les riverains des grands aéroports et les collectivités locales concernées s'en inquiètent.

Régulièrement sollicité par le public sur cette problématique émergente, Airparif a engagé en 2001 un vaste programme d'étude autour des principales plates-formes aéroportuaires d'Ile-de-France, en étroite collaboration avec les communes riveraines. Les résultats, concernant les deux premiers aéroports étudiés, Le Bourget et Roissy-Charles de Gaulle, démontrent aujourd'hui l'existence d'un impact et permettent d'en évaluer l'importance pour les populations riveraines.



▲ Figure 1 : Périmètre de l'étude menée en 2002 avec l'emplacement des sites de mesure (points rouges et noirs) instrumentés par échantillonneurs passifs et la localisation des quatre sites automatiques spécifiques (points en bleu).

Source Michelin Raster

# Un secteur sous l'influence de multiples sources de pollution

## LES PLATES-FORMES AÉROPORTUAIRES

du Bourget et de Roissy-Charles de Gaulle se trouvent dans un secteur complexe à étudier qui a nécessité la mise en place d'une méthodologie spécifique en trois phases successives.

L'étude de l'impact des activités aéroportuaires sur la qualité de l'air en Ile-de-France s'est focalisée, en 2001 et 2002, sur les deux plates-formes franciliennes situées au Nord/Nord-Est de Paris : Roissy-CDG et Le Bourget qui ont assuré, à elles deux, près de 560 000 mouvements aériens au cours de l'année 2002. L'étude s'est poursuivie en 2003 autour de la plate-forme aéroportuaire d'Orly dont les résultats seront disponibles courant 2004 sur le site internet d'Airparif. Peu de données détaillées de qualité de l'air étaient initialement disponibles sur le secteur des plates-formes aéroportuaires ainsi que dans la littérature scientifique

s'agissant notamment de la question d'éventuels polluants spécifiques aux transports aériens. Airparif a ainsi dû développer une méthodologie spécifique et procéder par phases d'étude successives.

Les premières investigations, au printemps 2001, avaient pour objectif principal de mettre en évidence l'existence d'éventuelles concentrations atypiques de polluants dans un secteur très urbanisé proche des aéroports de Roissy-CDG et du Bourget. Elles ont concerné trois communes, progressivement éloignées des plates-formes d'Est en Ouest : Gonesse, Sarcelles et Montmorency. Deux polluants, le dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ) et le benzène, y ont été mesurés à l'aide d'échantillonneurs passifs, dont l'utilisation simple, rapide et fiable, avait déjà fait ses preuves lors de campagnes précédentes. Le dioxyde d'azote est émis par tous les types de trafics routiers motorisés et par le transport aérien. Le benzène, quant à lui, est essentiellement émis par les véhicules à essence. De plus, Airparif avait déjà montré que dans une vaste zone centrale de l'agglomération parisienne concernant près de 4 millions de Franciliens, l'objectif de qualité annuel fixé par la réglementation pour le dioxyde d'azote n'était pas respecté en situation de fond (étude LIFE). Cette première phase a en particulier permis de mettre en évidence des secteurs plus pollués en dioxyde d'azote dans le sud de ces trois communes (plus proches du centre de l'agglomération parisienne).

A l'automne de la même année, une seconde phase d'étude a été menée. Des laboratoires mobiles, permettant la mesure heure par heure d'une gamme plus vaste de polluants, ont été implantés dans les secteurs les plus concernés de Gonesse et de Sarcelles. C'est ainsi que des niveaux forts et



atypiques d'oxydes d'azote (et dans une moindre mesure de particules fines) ont été mis en évidence sur le secteur de Gonesse, avec un risque fort de dépassement de l'objectif de qualité annuel pour le dioxyde d'azote. Il n'était toutefois pas possible de distinguer clairement dans cet excédent : la part provenant des émissions issues du trafic routier local, celle imputable à la proximité de l'agglomération parisienne et celle liée à l'activité aéroportuaire ou aux industries locales.

### TROISIÈME PHASE : 200 POINTS DE MESURE ET 4 LABORATOIRES MOBILES

Une étude plus approfondie a alors été mise en œuvre en 2002, tout autour des plates-formes aéroportuaires du Bourget et de Roissy-CDG, dans un domaine de cinq kilomètres autour de ces deux aéroports. Le périmètre d'étude retenu intéresse près d'un million de franciliens répartis dans cinquante-neuf communes. La multiplicité des sources de pollution sur de telles plates-formes a été prise en compte dans le choix des polluants mesurés (voir l'encadré « Trafic aérien et activités aéroportuaires : faire la part des émissions »).

Deux campagnes distinctes de mesures intensives, chacune d'une durée de six semaines (une hivernale de mi-janvier à fin février 2002 et une estivale de fin mai à mi-juillet 2002<sup>2</sup>) ont été réalisées avec le soutien actif de 54 communes franciliennes parmi les 59 contactées. Environ 200 sites de mesures provisoires ont été instrumentés avec des échantillonneurs passifs (les communes assurant notamment la pose, le renouvellement et le ramassage des tubes échantillons). Ce dispositif a permis de cartographier les concentrations moyennes de dioxyde d'azote et de composés organiques volatils (COV, correspondant à une quarantaine de polluants communément rencontrés dans les hydrocarbures et les solvants, dont le benzène) sur l'ensemble du domaine d'étude durant les différentes périodes de mesure. Le choix de mesurer une large gamme de composés organiques volatils avait été fait dans l'objectif initial d'identifier un traceur spécifique de l'activité aérienne. Malheureusement, l'étude a montré que les produits de la combustion du carburateur (carburant uniquement destiné à l'alimentation des avions à réaction) ressemblaient beaucoup trop à ceux du gazole, largement utilisé par le trafic routier, pour qu'un tel traceur puisse être mis en évidence à ce jour. Ainsi, les travaux visant à caractériser des indicateurs des mouvements aériens, potentiellement associés à l'odeur caractéristique parfois perceptible à proximité des aéroports, restent à poursuivre. Par contre, les six séries de mesure menées sur les 200 sites ont fourni une base de données importante quant à la qualité de l'air sur le domaine d'étude.

En parallèle, des mesures en continu ont été effectuées, à l'aide de 4 laboratoires mobiles placés aux quatre points cardinaux de la périphérie de la plate-forme de Roissy-CDG, sur les communes de Tremblay-en-France, Le Mesnil-Amelot, Chennevières-les-Louvres et Goussainville. Ces laboratoires ont permis la description heure par heure des concentrations de polluants tels que le monoxyde de carbone ou les particules fines, en plus des oxydes d'azote. Toutefois, placés au mieux à 900m des pistes compte-tenu de contraintes logistiques, ces laboratoires n'ont pu mettre

<sup>2</sup> Périodes de mesure des deux campagnes :

- pour la campagne hivernale, du 15 au 29 janvier 2002, du 29 janvier au 12 février 2002 et du 12 au 26 février 2002 ;
- pour la campagne estivale, du 28 mai au 11 juin 2002, du 11 au 25 juin 2002 et du 25 juin au 9 juillet 2002 .

en évidence l'impact ponctuel de chaque décollage. Les émissions d'un avion à cette distance sont en effet déjà très diluées dans l'ambiance générale.

### DES NIVEAUX DE POLLUANTS TRÈS INFLUENCÉS PAR LA PROXIMITÉ DE L'AGGLOMÉRATION DE PARIS ET DÉCROISSANTS AVEC L'ÉLOIGNEMENT

Le résultat des mesures et les cartographies élaborées à partir des deux cents sites de mesure ont permis d'identifier les secteurs géographiques les plus concernés par la pollution atmosphérique. Quelles que soient la saison et les conditions météorologiques rencontrées, ils mettent en évidence l'influence forte de l'agglomération de Paris sur les niveaux de dioxyde d'azote, avec des niveaux qui décroissent lorsque l'on s'éloigne du cœur de l'agglomération et que la densité de l'urbanisme diminue. Toutefois, cette influence, constatée jusqu'à 50 km du centre de Paris, est plus marquée par vents de Sud-Ouest qui placent le secteur d'étude sous le vent de l'agglomération parisienne. Cette influence est également davantage marquée en période hivernale. En effet, en été les réactions photochimiques favorisées par le rayonnement solaire plus intense permettent une consommation du dioxyde d'azote lors de la formation notamment d'ozone, limitant ainsi le transport des émissions d'oxydes d'azote de l'agglomération vers les zones rurales.

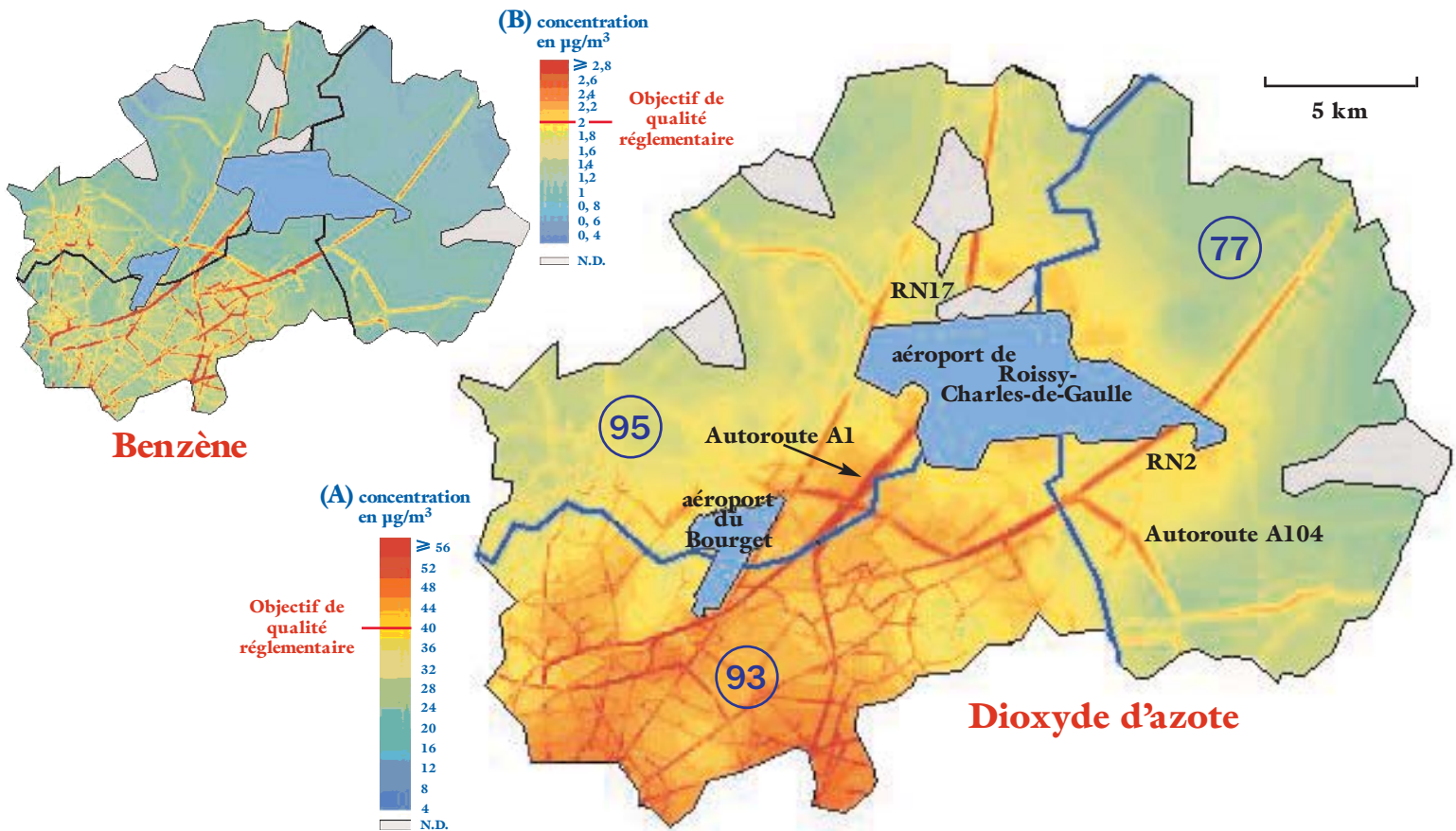
### UNE INFLUENCE FORTE DES AXES ROUTIERS MAJEURS SUR LES NIVEAUX DE POLLUTION LOCAL

Des hétérogénéités locales ont été mises en évidence à proximité des sources d'émission importantes comme les secteurs industriels, les plates-formes aéroportuaires ou encore le réseau routier. Par exemple, les niveaux de dioxyde d'azote et de benzène sont bien plus élevés à proximité immédiate des grands axes autoroutiers : autoroutes A1, A3 et A104. L'influence, clairement mise en évidence, des axes routiers majeurs peut être très importante. Ainsi, des niveaux de dioxyde d'azote supérieurs d'environ 50% ont été constatés jusqu'à un ou deux kilomètres au voisinage de l'autoroute A1 (203 000 véhicules par jour). En zone rurale, les niveaux de dioxyde d'azote, à plus de 700m de cette autoroute, peuvent atteindre ceux du centre de Paris, et les excéder notablement au plus près de l'autoroute. Un surcroît localement important de pollution de fond existe tout au long de cet axe autoroutier mais bien évidemment le long d'autres axes routiers importants dans le domaine d'étude et plus généralement en Ile-de-France.

### UN IMPACT RÉEL MAIS MODÉRÉ DE LA PLATE-FORME IDENTIFIABLE EN FONCTION DES DIRECTIONS DE VENT

De par son imbrication au sein même de l'agglomération parisienne et d'un réseau routier local très dense, l'impact éventuel de la plate-forme du Bourget, avec un nombre de mouvements aériens dix fois plus faible qu'à Roissy-CDG<sup>1</sup>, s'est avéré impossible à identifier clairement.

En revanche, l'influence de l'ensemble des activités émettrices de la plate-forme de Roissy-CDG a pu être précisément quantifiée sur la base des mesures horaires issues des laboratoires mobiles et des moyennes relevées par les tubes passifs, lorsque les régimes de vents mettaient ces équipements sous l'influence directe de l'aéroport (par exemple dans les communes rurales à la périphérie Nord-Est de Roissy-CDG par vent de Sud-Ouest ou sur les communes au sud de Roissy par vent du Nord).



▲ Figures 2 : Cartographies du niveau moyen annuel de dioxyde d'azote (A) et de benzène (B) modélisés pour la période du 01/10/2001 au 30/09/2002 sur le domaine d'étude.

# Mise en évidence d'un impact à la périphérie de la plate-forme de Roissy-CDG

Les niveaux de dioxyde d'azote à la périphérie de la plate-forme se sont révélés élevés par rapport à leur environnement essentiellement rural et à leur éloignement du cœur de l'agglomération, des axes routiers et des émetteurs industriels. Des régimes de vents influençant à tour de rôle les différents secteurs aux abords de Roissy CDG, ces niveaux sont très variables d'un endroit à l'autre du pourtour de la plate-forme, avec parfois des écarts de 30 à 40 %. Des niveaux de fond de dioxyde d'azote supérieurs de 20% à ceux observés au cœur de l'agglomération parisienne (historiquement les plus élevés d'Ile-de-France) ont ainsi ponctuellement été enregistrés.

Plus généralement, l'impact aéroportuaire a également été mis en évidence pour le monoxyde d'azote et le monoxyde de carbone, malgré les faibles niveaux observés lors de l'étude.

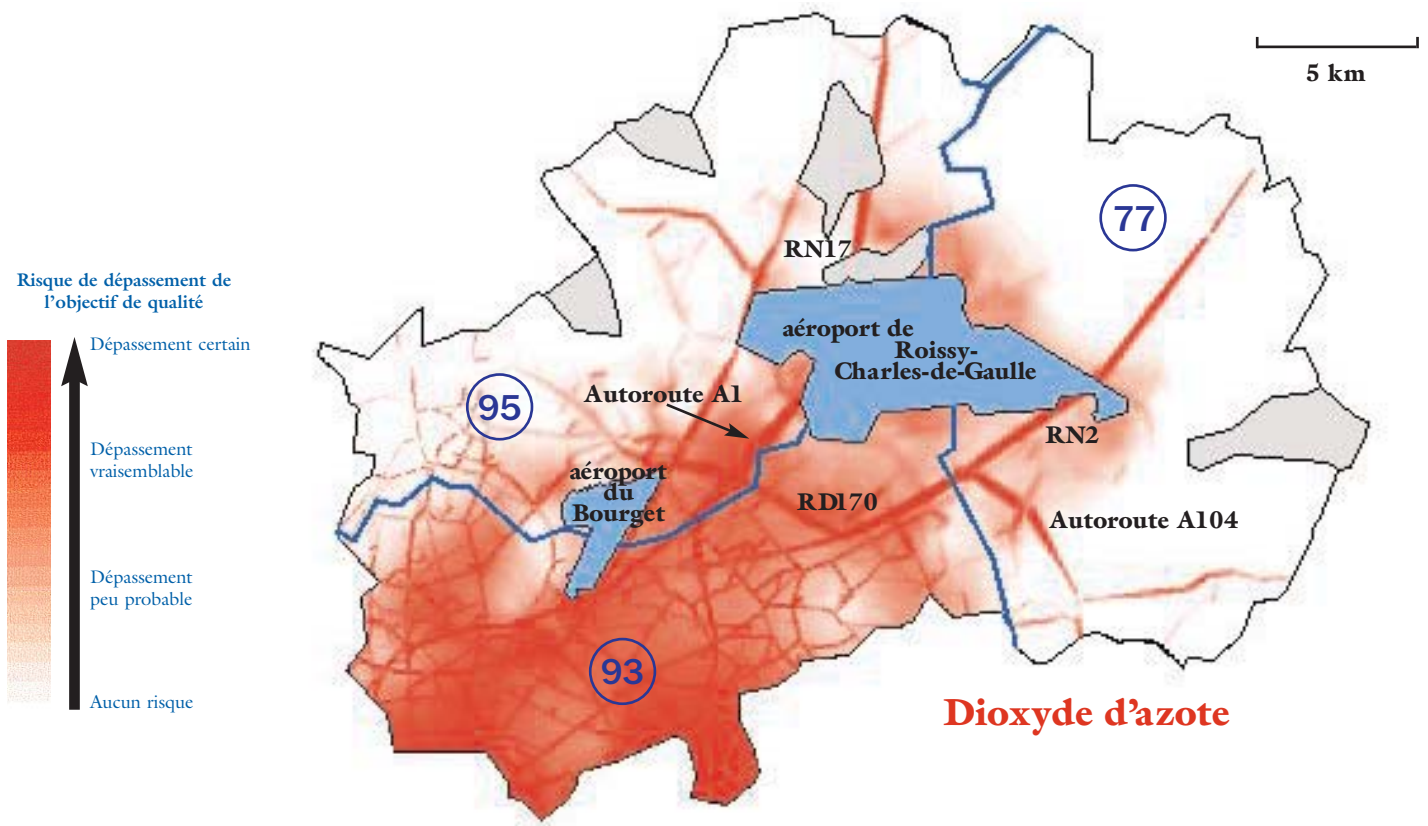
L'évolution des concentrations de dioxyde d'azote relevés sous le vent de la plate-forme a également montré que l'impact des émissions aéroportuaires sur la qualité de l'air n'était pas perceptible au-delà de 4 km à partir de la limite extérieure de la plate-forme.

Faute de traceur spécifique, et du fait d'une évolution très similaire en volume du trafic routier et des mouvements aériens au cours de la journée, il n'a pas été possible, dans l'évaluation de l'impact global des activités aéroportuaires, de déceler un impact caractéristique des seuls mouvements aériens.

## IMPACT À L'ÉCHELLE DE L'ANNÉE ET RESPECT DES NORMES

Le cumul, à l'échelle annuelle, des impacts ponctuels des activités aéroportuaires sur la qualité de l'air avoisinant conduit à un surcroît notable de la pollution chronique sur certains secteurs de la périphérie de la plate-forme de Roissy-CDG. L'impact annuel peut atteindre 20% pour le dioxyde d'azote au plus près de la plate-forme. Quant au benzène, très peu présent dans les carburants majoritairement utilisés sur la plate-forme, les niveaux faibles observés dans les communes au plus près de Roissy-CDG sont conformes au caractère périurbain ou rural de ces communes. Pour ce polluant, aucun impact lié au fonctionnement de l'aéroport n'a été décelé.

S'agissant du respect des normes de qualité de l'air, la situation est variable selon le polluant considéré. Pour le dioxyde d'azote, conformément aux observations des stations fixes d'Airparif, il existe un dépassement certain de l'objectif de qualité annuel de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en situation de fond au sein de l'agglomération parisienne et tout particulièrement au voisinage immédiat de l'ensemble des axes routiers importants. Il faut désormais ajouter que, dans les zones rurales, un risque non négligeable de dépassement de cet objectif annuel de qualité existe à la périphérie de la plate-forme de Roissy CDG, jusqu'à une distance de quelques kilomètres, lorsque les vents dominants placent ces zones



▲ Figure 3 : Cartographie du risque de dépassement de l'objectif de qualité annuel ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pour le dioxyde d'azote sur la période du 1<sup>er</sup> octobre 2001 au 30 septembre 2002.

#### sous le panache des polluants émis par l'aéroport.

Le risque de dépassement de l'objectif de qualité de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le **benzène** est essentiellement constaté le long des axes routiers. Dès lors que l'on s'éloigne de ces derniers ou d'autres sources locales, le risque de dépassement de cette norme est très faible même au sein de l'agglomération parisienne. L'objectif annuel de qualité de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les **particules fines** est respecté en situation de fond sur le réseau francilien et, au vu du comportement homogène de ce composé, le serait probablement en situation de fond sur le secteur d'étude. Par contre, en situation d'influence directe par un trafic routier important, cette norme pourrait ne pas être respectée.

Les très faibles valeurs de fond de **monoxyde de carbone** et de **dioxyde de soufre** relevées tout au long de cette étude conduisent à conclure au respect certain des normes de qualité de l'air associées à ces composés dans le domaine d'étude et plus généralement en Ile-de-France, y compris le long des axes routiers.

Cette importante étude a permis d'affiner la documentation de la qualité de l'air au voisinage des deux aéroports de Roissy et du Bourget, mais surtout d'évaluer l'impact des activités aéroportuaires sur les niveaux de pollution observés à proximité des plates-formes et d'en déterminer l'emprise géographique. De façon plus générale, le projet a également été l'occasion de confirmer l'intérêt et l'utilité de ce type de campagne de mesure intensive, nécessitant une coopération étroite entre les collectivités locales et Airparif. Seule une telle approche permet de discriminer finement l'impact potentiel d'une plate-forme aéroportuaire étendue comme celle de Roissy-CDG, complexe à caractériser de par sa proximité à l'agglomération de Paris et d'axes routiers fortement fréquentés. La méthodologie mise au point à l'occasion de cette étude a par ailleurs d'ores et déjà été reproduite sur l'aéroport international de Santiago du Chili

dans le cadre d'une collaboration entre les régions de Santiago et d'Ile-de-France.

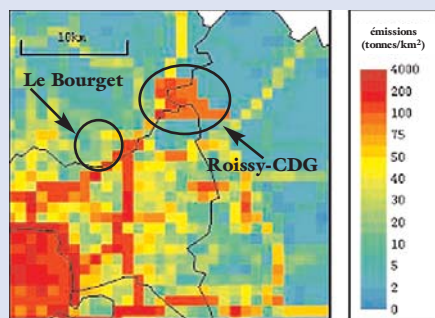
Les résultats obtenus ont permis de mieux connaître la répartition dans l'espace de la pollution atmosphérique sur ce large secteur d'Ile-de-France et de confirmer ainsi la pertinence des résultats antérieurs, mais aussi de renforcer la surveillance permanente d'Airparif par l'ouverture d'ici fin 2004 d'une station de fond dans le secteur de Gonesse.

Au-delà, 2004 verra aussi la mise en œuvre par Airparif d'un programme spécifique relatif à l'étude des « suies et imbrûlés » potentiellement mis en évidence à proximité des grands aéroports franciliens.

Airparif remercie les 54 communes ainsi que les Conseils Généraux des départements de Seine-et-Marne, de Seine-Saint-Denis et du Val d'Oise, qui ont apporté un soutien tout particulier à ce programme aéroportuaire :

Arnouville-les-Gonesse, Aubervilliers, Aulnay-sous-Bois, Bobigny, Bondy, Bonneuil-en-France, Chennevières-les-Louvres, Claye-Souilly, Compans, Dammartin-en-Goële, Drancy, Dugny, Fontenay en Paris, Garges-lès-Gonesse, Gonesse, Goussainville, Gressy, Groslay, Juilly, La Courneuve, Le Blanc-Mesnil, Le Bourget, Le Mesnil-Amelot, Le Thillay, Longperrier, Louvres, Marly la Ville, Mauregard, Messy, Mitry-Mory, Montmagny, Moussy-le-Neuf, Moussy-le-Vieux, Nantouillet, Pantin, Pierrefitte-sur-Seine, Puiseux-en-France, Roissy-en-France, Saint-Brice-Sous-Forêt, Saint-Denis, Saint-Mard, Saint-Witz, Sarcelles, Sevran, Stains, Thieux, Tremblay-en-France, Vaudherland, Vemars, Villeneuve-sous-Dammartin, Villeparisis, Villepinte, Villetaneuse et Villiers-le-Bel.

# Trafic aérien et activités aéroportuaires : faire la part des émissions



▲ Figure 4 : Répartition spatiale des émissions annuelles (en t/km<sup>2</sup>) d'oxydes d'azote (NOx) autour des plates-formes du Bourget et de Roissy-CDG. Les limites administratives des départements sont indiquées par les traits noirs.  
Source : DRIRE Ile-de-France / AIRPARIF.

Que sait-on de la part du trafic aérien dans les émissions polluantes de l'ensemble de la Région Ile-de-France ? Airparif a conduit, dans le cadre de l'élaboration du Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) un travail d'inventaire des émissions franciliennes pour l'année 2000. Ce travail a permis d'évaluer que **le trafic aérien contribue à hauteur de 4 % des émissions régionales d'oxydes**

**d'azote (NOx), soit l'équivalent par exemple des émissions d'oxydes d'azote générées par les activités d'incinération des ordures ménagères de la région.** A lui seul, le trafic aérien de Roissy émet des tonnages de d'oxydes d'azote et de composés organiques volatiles (COV) comparables à ceux générés par le trafic automobile du boulevard périphérique.

Une plate-forme aéroportuaire génère, en plus des émissions directes du trafic aérien, d'autres émissions qui sont liées au fonctionnement même de l'aéroport ainsi qu'aux activités industrielles connexes. L'activité dominante reste cependant le transport, qu'il soit routier ou aérien.

D'après les données produites pour le site de Roissy-CDG<sup>3</sup> par Air France (mouvements de ses avions, trafic routier dans un rayon de plusieurs dizaines de kilomètres autour de l'aéroport, moteurs auxiliaires de ses avions au sol, production fixe d'énergie sur la plate-forme), on peut évaluer qu'à l'intérieur du périmètre d'une plate-forme comme Roissy, les émissions du trafic aérien représentent entre 75 % et 85 % des émissions totales selon le composé considéré.

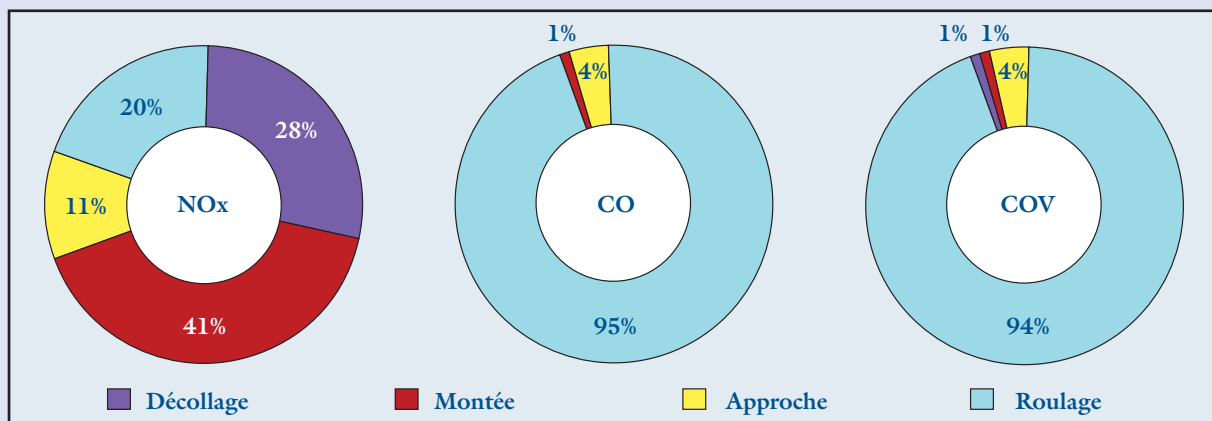
## OÙ ET QUAND UN AVION POLLUE-T-IL LE PLUS ?

Les mouvements aériens se décomposent en 4 séquences qui forment un cycle standard, dit cycle « LTO » (Landing-Take Off<sup>4</sup>) : 4 minutes d'approche (descente), 26 minutes

de **roulage** à l'arrivée et au départ (vers et depuis l'aérogare), 42 secondes lors de la phase de **décollage**, enfin près de 3 minutes de montée. Ce cycle LTO permet, notamment, de **quantifier les émissions du trafic aérien en-dessous d'environ 1000 m** au sein même de la couche de mélange, où nous respirons et où les émissions ont un effet direct sur la qualité de l'air à l'échelle locale ou régionale. L'inventaire des émissions de la région Ile-de-France de l'année 2000 montre que pour chaque polluant, les émissions varient fortement lors de chacune des séquences du cycle LTO. Ainsi, à Roissy-CDG, la **phase de décollage**, qui ne dure que 42 secondes (poussée maximum des moteurs) sur les 43 minutes d'un cycle complet (plus long à Roissy avec 35 minutes de roulage), est responsable de **28% des émissions totales d'oxydes d'azote du cycle.** La moitié des émissions d'oxydes d'azote du trafic aérien est émise au niveau du sol pendant les phases de roulage (moteurs au ralenti) et de décollage. Les composés organiques volatils et le monoxyde de carbone (CO) sont presque exclusivement émis pendant les phases d'approche (poussée minimale des moteurs) et surtout de roulage au sol. Globalement les mouvements d'avions (et donc l'importance des émissions polluantes) sont plus nombreux en semaine que pendant le week-end, et dans le créneau horaire 6h-20h, avec cependant des pointes périodiques (à 9h, 12h, 15h, 18h et 20h). Bien évidemment, au-delà de 1000 m d'altitude et de la description du cycle standard de décollage et d'atterrissage, le trafic aérien contribue également à l'émission de polluants atmosphériques. Toutefois, ces émissions sont peu impliquées dans les phénomènes de pollution locale. Elles constituent cependant un enjeu premier au plan global, s'agissant tout particulièrement des émissions de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>), principal gaz à effet de serre.

<sup>3</sup> Source : Rapport environnement 2002-03, Air France.

<sup>4</sup> Cycle théorique d'atterrissage et de décollage défini par l'Organisation Internationale de l'Aviation Civile



◀ Figure 5 : Émissions des différents polluants lors d'un cycle LTO à Roissy-CDG. Source : DRIRE Ile-de-France / AIRPARIF.