

## Simulation 3D de la pollution à Paris

Dans le cadre du projet Aircity, Airparif et ses partenaires\* ont élaboré un prototype permettant de calculer la pollution à Paris avec une résolution de 3 mètres.

Comment représenter précisément la dispersion de la pollution, rue par rue, en fonction du vent et des bâtiments environnants ? La pollution peut par exemple se trouver confinée entre les bâtiments dans les rues étroites, car la vitesse du vent y est plus faible. Au contraire, les larges avenues favorisent un meilleur brassage de l'air. Les travaux de simulation effectués au quotidien par Airparif, notamment pour les bulletins de prévision pour le jour même et pour le lendemain, permettent une bonne représentation de la qualité de l'air à l'échelle des différents secteurs de la région, mais ne sont pas adaptés pour une représentation locale aussi détaillée. Une réponse a été apportée par Aircity, projet

coordonné par Aria Technologies, l'objectif étant de cartographier les niveaux de dioxyde d'azote et de particules en tout point de Paris, avec une résolution de l'ordre de quelques mètres. Le projet s'appuie sur l'utilisation d'un logiciel, nommé PMSS, déjà utilisé par le CEA dans le cadre de la défense civile. **Ce modèle permet de prendre en compte la dispersion physique de l'air en fonction des champs de vent et des obstacles.** Deux ans de travaux ont été nécessaires pour adapter le logiciel au domaine de la pollution atmosphérique et pour permettre une représentation cartographique en 3D. Dans une première phase, les calculs ont été menés sur une zone centrale d'environ 4 km<sup>2</sup>, « l'hyper centre » de Paris,

### Quelques chiffres

- Résolution : 3 m
- 2 zones : l'hyper centre (2,3 km par 2,3 km) et Paris tout entier (12 km par 10,5 km)
- 4 stations de mesure Airparif sur l'hyper centre, 20 stations sur l'ensemble de Paris
- Émissions du trafic routier réparties sur 38 000 portions d'axe pour tout Paris
- Découpage de la ville en 120 zones de calcul
- Temps de calcul pour une journée : environ 10h sur l'hyper centre, 14h sur tout Paris
- Moyens de calcul : 24 processeurs pour l'hyper centre, 500 processeurs pour tout Paris soit l'équivalent de 500 ordinateurs personnels

puis ils ont été étendus à toute la capitale comme démonstrateur (plus de 160 km<sup>2</sup> pris en compte). Ces zones centrales ont été privilégiées car c'est au cœur de l'agglomération parisienne que la pollution et le réseau de mesure d'Airparif sont les plus denses. Un critère de choix majeur pour une meilleure comparaison entre calculs et mesures.



Le prototype Aircity prend en compte l'influence des bâtiments pour mieux évaluer la dispersion de la pollution par le vent.  
(source Aircity - bâti 3D IGN)  
Site web : [www.aria.fr/projets/aircity](http://www.aria.fr/projets/aircity)

Airparif a d'abord apporté son expertise pour affiner les données d'entrée du modèle. En effet, la représentation du trafic nécessitait d'être précisée pour suivre très exactement les axes routiers parisiens tels qu'ils sont tracés dans la cartographie élaborée par l'IGN. Il a fallu également assurer que les conditions aux limites, c'est-à-dire l'import de pollution dans le domaine, étaient correctement renseignées grâce au modèle Chimere utilisé à l'échelle de la région. Enfin, Airparif a validé la cohérence du résultat final par rapport aux données de ses stations de mesure réparties dans la capitale.

Station trafic Boulevard Haussmann



Station trafic Avenue des Champs Élysées



Station trafic Place de l'Opéra



Station trafic Rue Bonaparte



Les stations d'Airparif situées dans l'hypercentre de Paris, le long du trafic, ont permis de valider les résultats des calculs.

### COHÉRENCE DES RÉSULTATS LE LONG DES AXES ET DIFFICULTÉS POUR LES PLACES

La validation a été effectuée sur l'hyper centre de la capitale, les résultats des calculs horaires pour les oxydes d'azote étant comparés pendant plus d'un mois à quatre stations d'Airparif situées le long du trafic, au niveau du boulevard Haussmann, des Champs-Élysées, de la place de l'Opéra et de la rue Bonaparte. Cette confrontation statistique a montré que les concentrations étaient bien reproduites le long des axes routiers. Au niveau de la place de l'Opéra, les émissions de pollution du trafic nécessiteraient d'être affinées, étant donnée la complexité de la

circulation dans un tel environnement. Par ailleurs, les résultats pour les particules ont été testés sur une journée : ils pourraient être améliorés en prenant en compte la remise en suspension et les réactions chimiques associées à ce polluant. C'est une constante dans la plupart des modèles compte tenu de la diversité des sources de particules. Ces résultats prometteurs mériteraient d'être validés sur de plus longues périodes. Mais ils offrent déjà de nombreuses perspectives. Très haute résolution, temps de calcul raisonnables, bonne reconstitution physique du vent et de la dispersion, représentation graphique en trois dimensions...

Les performances atteintes permettent

d'envisager une utilisation pour des études locales détaillées, rue par rue par exemple, ou même à l'échelle d'une commune entière afin de mieux illustrer le volet « air » d'un PLU (plan local d'urbanisme) ou d'un SCOT (Schéma de cohérence territoriale). On peut aussi envisager l'utilisation de cet outil de modélisation dans les projets d'urbanisme ou de rénovation sur les quartiers fortement exposés à la pollution atmosphérique afin de privilégier des options d'aménagement permettant de réduire cette exposition.

\* Partenaires : Aria Technologies, CEA, Leosphere et Airparif. Financement Feder et Conseil général de l'Essonne, labellisé Advancity.



### Plus de 10 ans de modélisation en Île-de-France

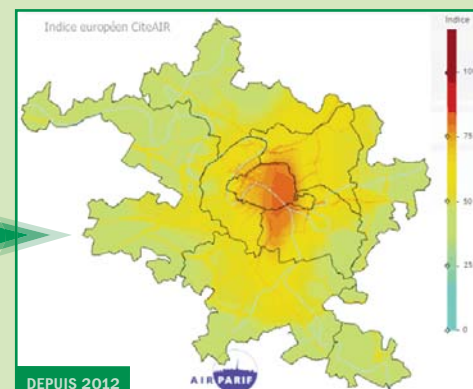
Airparif cartographie la qualité de l'air régionale depuis 2002. Les travaux ont d'abord porté sur la pollution ambiante, loin des sources de polluants, avec des cartes quotidiennes et annuelles. Ces cartes s'appuient sur les outils de modélisation qui décrivent sous forme d'équations mathématiques les phénomènes physiques régissant la pollution de l'air. Sont pris en compte : les rejets de polluants à partir de l'inventaire des émissions d'Airparif, les conditions météorologiques, les phénomènes de transport de polluants, les réactions chimiques dans l'atmosphère et la topographie. La zone géographique est quadrillée suivant un maillage de points de calcul répartis à intervalle régulier. Le modèle régional Chimere, également utilisé par Aircity pour décrire la pollution ambiante, a par exemple une résolution de 3 km ([www.esmeralda-web.fr](http://www.esmeralda-web.fr)).

En parallèle, des cartes annuelles, puis journalières, intégrant la pollution le long du trafic ont été développées par Airparif, à l'échelle de l'Île-de-France ou de l'agglomération parisienne. Elles s'appuient notamment sur le projet européen Heaven (For a healthier environment through the



Les rejets de pollution du trafic routier, évalués par la chaîne de calcul Heaven, sont utilisés par Airparif pour la modélisation régionale et pour des projets comme Aircity. (Source Airparif)

abatement of vehicle emissions and noise) pour le calcul des rejets du trafic routier. Heaven est également utilisé par Aircity comme donnée d'entrée. Enfin, Airparif a contribué à plusieurs travaux de modélisation à l'échelle de quartiers. On peut retenir par exemple l'utilisation du modèle Sirane pour une étude concernant la pollution près du trafic dans le sud-est de Paris, sur une zone au



Exemple de carte journalière à l'échelle de l'agglomération parisienne, intégrant pollution ambiante et proximité au trafic routier. (Source Airparif)

croisement de l'A4 et du Boulevard périphérique. Ou encore la mise en œuvre du modèle ADMS Urban pour représenter la qualité de l'air en temps réel dans le centre de Paris (projet Votre Air - [votreair.airparif.fr](http://votreair.airparif.fr)).

Comme pour Aircity, tous ces travaux sont validés avec des données de mesure de capteurs fixes ou de campagnes de mesure.