



© Photo by Andrew Gook



# AIREAL

## Rapport de projet

Mise en œuvre du projet : octobre 2020 – octobre 2022



**air** pays de  
la loire  
[www.airpl.org](http://www.airpl.org)

# Sommaire

<b>Introduction .....</b>	<b>3</b>
L'appel à projet .....	3
Objectifs.....	3
Partenaires .....	4
<b>Les grandes phases du projet.....</b>	<b>5</b>
Le projet a été orchestré en 3 principales étapes : .....	5
Un outil de calcul de la qualité de l'air en temps réel.....	5
Une expérimentation au cœur de l'île de Nantes .....	8
NAONAIR : l'application mobile.....	9
<b>Les résultats du projet .....</b>	<b>10</b>
Données disponibles.....	10
Évaluation de l'expérimentation .....	10
Disponibilité de l'application.....	10
<b>Conclusions et perspectives.....</b>	<b>11</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>12</b>

## Contributions

Coordination - Rédaction : Camille Magnan, Mise en page : Bérangère Poussin  
Validation : Lucie Vidal, David Bréhon.

## Conditions de diffusion

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé pour assurer la surveillance de la qualité de l'air dans la région des pays de la Loire, au titre de l'article L. 221-3 du code l'environnement, précisé par l'arrêté du 2 août 2022 pris par le Ministère chargé de l'Environnement.

A ce titre et compte tenu de ses statuts, Air Pays de la Loire est garant de la transparence de l'information sur les résultats des mesures et les rapports d'études produits selon les règles suivantes :

Air Pays de la Loire, réserve un droit d'accès au public aux résultats des mesures recueillies et rapports produits dans le cadre de commandes passées par des tiers. Ces derniers en sont destinataires préalablement.

Air Pays de la Loire a la faculté de les diffuser selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site Internet [www.airpl.org](http://www.airpl.org), etc...

Air Pays de la Loire ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses ou de toute œuvre utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Pays de la Loire n'aura pas donné d'accord préalable.

## Remerciements

Air Pays de la Loire remercie ICLEI pour le financement de ce projet ainsi que tous les partenaires et usagers qui ont pris part à l'élaboration de ce projet ; Nantes Métropole, la Samoa, et le Nantes City Lab notamment.

# Introduction

La qualité de l'air en France et dans les Pays de la Loire s'améliore progressivement depuis 20 ans, notamment grâce aux actions des collectivités, de l'Etat, des industriels et avec la mise en œuvre de normes plus contraignantes concernant les secteurs émetteurs (transports, industries, résidentiels, etc.). Néanmoins, il subsiste des zones localement dégradées, notamment dans les secteurs urbains. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a établi des valeurs guides permettant de mieux protéger la santé humaine. Ces valeurs sont plus ambitieuses que les seuils réglementaires, et les dépassements sont plus nombreux et plus importants, ce qui rend nécessaire la poursuite d'efforts.

C'est dans ce contexte qu'Air Pays de la Loire et ses partenaires ont imaginé le projet Aireal autour des thématiques de la qualité de l'air et des mobilités.

Lancé en 2020, le projet s'est terminé en fin d'année 2022 et a permis le développement d'un outil de détermination de la « qualité de l'air en temps réel », la mise en œuvre d'une expérimentation urbaine et le lancement d'une application mobile « Naonair ».

## L'appel à projet

En 2020, Air Pays de la Loire faisait plusieurs constats :

- la qualité de l'air réside dans le top 3 des préoccupations environnementales des Français.
- l'essor des objets connectés pousse les citoyens à agir dans leur quotidien.
- les politiques publiques évoluent et les collectivités doivent intégrer la qualité de l'air dans leurs planifications.
- le trafic routier est la principale source de pollution dans l'agglomération nantaise.



samo  
Fabrique urbaine & créative  
de l'île de Nantes

Nantes City Lab  
Développement territorial

Nantes  
Métropole

air  
pays de  
la loire  
www.airpl.org

Plus de 35 candidatures

Dont 5 en France : 4 à Nantes, 1 à Strasbourg

6 pays concernés

4 projets déposés à Nantes dont 2 QA

6 villes européennes lauréates dont 3 QA

1 projet lauréat en France, à Nantes

Mobilité *Energies renouvelables*  
Transformation *Qualité de l'air*  
environnementale



Allemagne : Berlin et Hambourg  
Danemark : Copenhague  
Royaume-Uni : Birmingham et Grand Manchester  
France : Nantes

Désireux d'avancer sur la dimension temps réel de l'information, Air Pays de la Loire, Nantes Métropole et la Samoa ont répondu à l'appel à projets d'ICLEI (Conseil international pour les initiatives écologiques locales) qui visait à utiliser des données publiques pour favoriser les processus de décision en faveur de l'environnement.

## Objectifs

Fort de ces constats, Air Pays de la Loire et Nantes Métropole ont été sélectionnés parmi 35 consortiums européens et ont lancé le projet Aireal ayant pour objectif global d'aider les citoyens de Nantes Métropole à mieux connaître la qualité de l'air de leur territoire, et à agir au quotidien pour moins polluer et être moins exposé à la pollution urbaine. Plus spécifiquement, il s'agit de partager une information sur la qualité de l'air en temps réel, de manière géolocalisée, sur toute la métropole nantaise afin que les citoyens puissent adapter leurs déplacements et activités en fonction de la qualité de l'air.

“ Un projet de R&D, une expérimentation et une application

Citoyen.ne.s



Informers les citoyens en **temps réel sur la qualité de l'air** et les aider à agir quotidiennement



Sensibiliser les citoyens à **l'impact des mobilités sur la qualité de l'air**



Proposer des **itinéraires alternatifs aux utilisateurs** pour aller d'un point A à un point B afin de **diminuer leur exposition aux polluants**

Nantes  
Métropole



Proposer des données **géolocalisées et en temps réel** pour pouvoir informer les citoyens



Mettre à disposition de la métropole des **données d'aide à la décision temps réel** et des statistiques annuelles



Réaliser une **expérimentation d'usages** pour faire **changer les habitudes de transport en sensibilisant les usagers à la qualité de l'air**

# Partenaires

## Nantes Métropole

Dans le cadre de cet appel à projet, Nantes Métropole faisait partie des territoires européens identifiés par ICLEI et susceptibles d'y répondre. C'est donc naturellement que la métropole s'est engagée auprès d'Air Pays de la Loire comme partenaire du projet Aireal. Au vu des thématiques abordées, ce sont les équipes de la direction animation de la transition écologique et du Nantes City Lab qui ont œuvrées aux côtés d'Air Pays de la Loire pendant ces 2 années.

Francky Trichet, vice-président de Nantes Métropole délégué à l'innovation, au numérique et aux relations internationales : « *Naonair incarne notre volonté d'accompagner les nantais.es dans la prise de conscience des enjeux de santé environnementale et de faire que chacun puisse agir pour l'intérêt de tous. Une application mobile du quotidien pour faire de Nantes une ville en pleine santé !* ».

### Zoom sur le Nantes City Lab

Pour accompagner les expérimentations, Nantes Métropole s'appuie sur le Nantes City Lab. Ce dispositif permet d'expérimenter concrètement l'innovation au service de la ville et des usagers.

**Nantes City Lab**  
L'expérimentation grandeur nature

C'est l'un des premiers dispositifs du genre à voir le jour en France. Nantes Métropole accompagne les acteurs dans la mise en place de l'expérimentation de projets sur le territoire, grâce à un point de contact unique.

Pour en savoir plus sur le Nantes City Lab : <https://metropole.nantes.fr/nantes-city-lab>

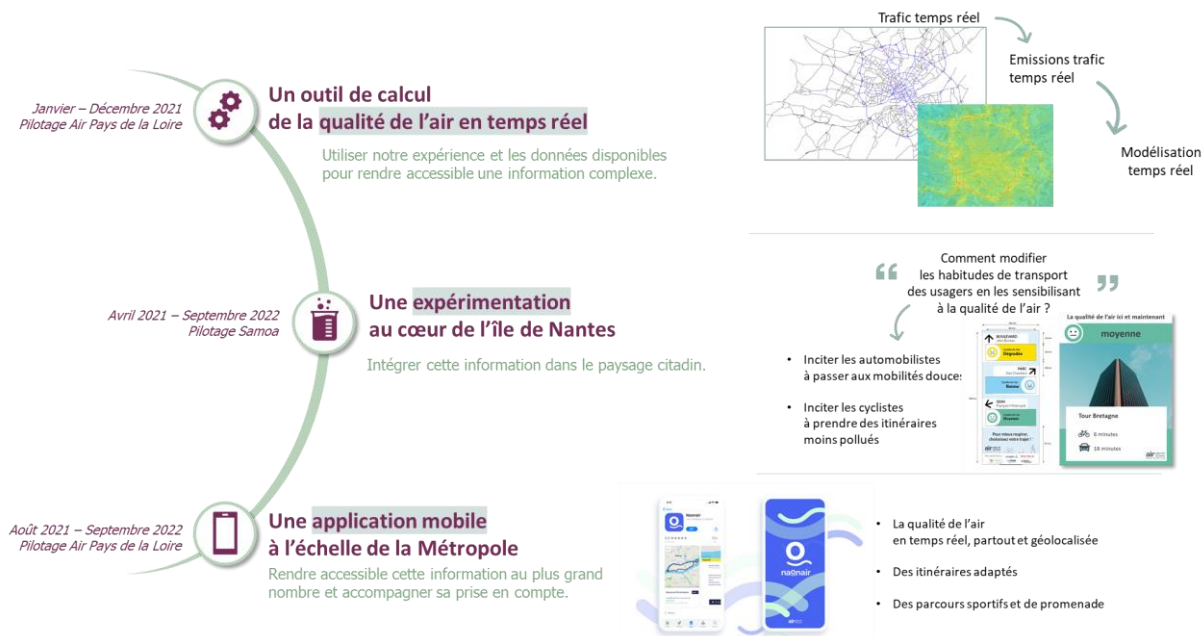
## Samoa

La Samoa, société publique locale, est une équipe composée d'une quarantaine de personnes répartie en 2 entités, un Pôle Urbain en charge de l'aménagement des 340 Ha de l'Île, un Pôle Économique dont la mission principale est le développement des industries culturelles et créatives, tous deux ayant pour mission commune de fabriquer la ville urbaine et créative. De façon plus détaillée, la Samoa assure la conduite des études préopérationnelles, la réalisation des aménagements des espaces publics, la maîtrise foncière d'anciennes emprises industrielles, ou encore la réalisation des actions de communication de l'opération globale. Au travers de son pôle économique, la Samoa agit comme un catalyseur d'idées, de réalisations, d'expérimentations sur espaces publics ou privés et se fixe l'ambition de devenir un acteur incontournable de l'Open Innovation enrichissant la vision d'innovation par les usages auprès de porteurs de projet grâce à l'approche singulière des industries culturelles et créatives.

Dans le cadre du projet AIREAL, la Samoa a apporté sa double expertise par la connaissance poussée de l'aménagement sur l'espace urbain, couplée à sa méthodologie éprouvée de pilotage d'expérimentation vouée à tester *in situ* et *in vivo* des solutions.

Hugues Du Puy, chef de projet Design et Open innovation évoque son expérience dans le montage de l'expérimentation : « *Pour l'expérimentation implantée à proximité du pont Anne de Bretagne, la Samoa est intervenue de l'expression des premières idées conceptuelles à l'installation du projet final sur espace public pour Air Pays de la Loire. Notre rôle dans ce cas précis consiste à mettre en œuvre de façon opérationnelle et concrète les axes retenus en agissant comme interface entre les acteurs pluridisciplinaire. C'est ainsi que la Samoa a validé l'accord d'implantation avec Nantes Métropole, les dispositifs technologiques d'affichage avec Lumiplan et l'ensemble du chantier d'installation et de raccordement avec Bouygues Energies & Services. Pour rendre l'impact de cette expérimentation mesurable, la Samoa procède depuis le début de l'été à des séquences d'évaluation qui seront restituées à la rentrée.* »

# Les grandes phases du projet



Le projet a été orchestré en 3 principales étapes :

- Le premier challenge était de permettre le calcul et la diffusion de la qualité de l'air en temps réel à l'échelle de toute la métropole de Nantes. Cette première étape de R&D a été mise en œuvre par Air Pays de la Loire en 2021,
- Le premier outil de sensibilisation visait un public non sensibilisé à la thématique en l'interpellant au cours de ses trajets quotidiens. Cette expérimentation urbaine a vu le jour en mai 2022 et a été installée pendant 5 mois sur l'île de Nantes,
- L'outil final, pérenne et accessible à tou.tes sur l'ensemble de la métropole de Nantes est l'application mobile Naonair lancée en septembre 2022.

## Un outil de calcul de la qualité de l'air en temps réel

C'est à partir du constat réalisé en 2020 lors du premier confinement (baisse de près de 70 % des émissions de dioxyde d'azote en zone urbaine) qu'Air Pays de la Loire et Nantes Métropole ont fait le choix d'axer le projet autour du trafic, levier pour améliorer la qualité de l'air du territoire.

Air Pays de la Loire modélise en effet quotidiennement les niveaux de pollution sur l'ensemble de la région et fournit à chaque EPCI l'indice journalier (indice ATMO) de son territoire.

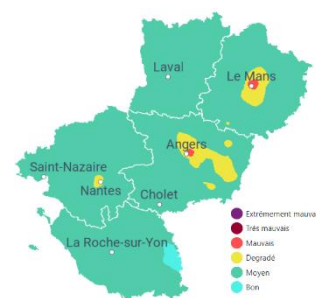


Figure 1 : carte indice du 20/01/23

# L'indice journalier

L'indice ATMO est un indicateur journalier de la qualité de l'air. Il est calculé à partir de plusieurs polluants réglementés et permet d'informer les citoyens sur la qualité de l'air au quotidien. Cet indice s'est vu révisé en janvier 2021 afin d'intégrer un nouveau polluant (les PM2.5) et de proposer une meilleure qualification de la qualité de l'air en lien avec les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé et l'obligation de plan d'action dans les zones en dépassements (plus d'explications : <http://www.airpl.org/Publications/actualites/11-12-2020-nouvel-indice-de-qualite-de-l-air-en-janvier-2021-quelles-nouveautes>).

Les polluants pris en compte dans l'indice ATMO et dans l'indicateur horaire du projet (cf. ci-dessous) sont les suivants :

- / Les particules (PM10)
- / Les particules fines (PM2.5)
- / Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)
- / L'ozone (O<sub>3</sub>)
- / Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

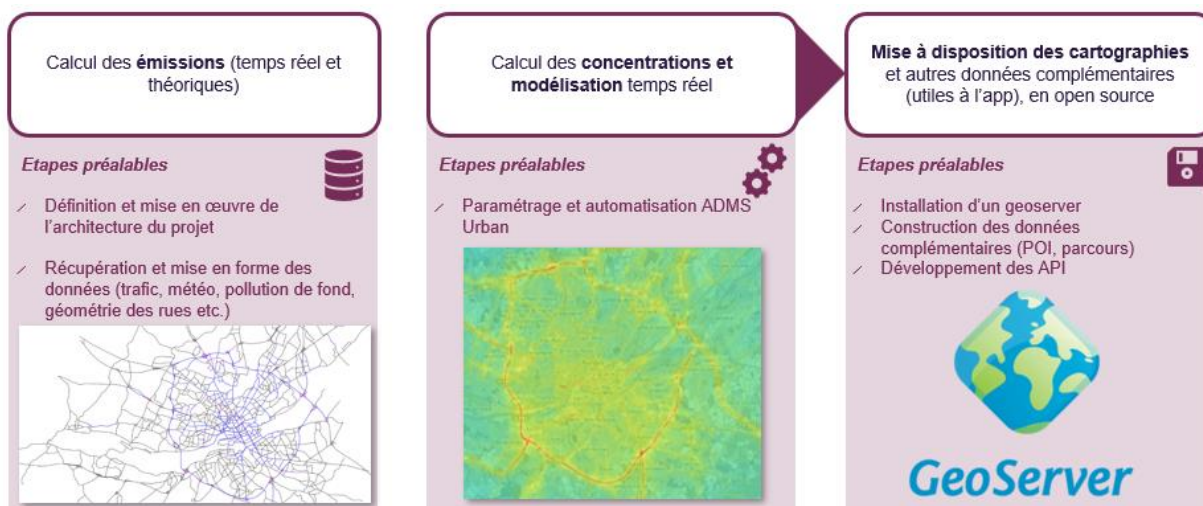
# L'indicateur du projet

L'objectif du projet était de fournir une information plus précise (temporellement et géographiquement) ; Air Pays de la Loire a donc construit un indicateur local de la qualité de l'air en temps réel, basé sur l'indice ATMO.

Cet indicateur, basé sur l'indice ATMO, est calculé en tout point du territoire métropolitain à partir d'une modélisation de la qualité de l'air à partir de la météo, de la pollution de fond et de la topographie des rues, particulièrement des rues canyons. Les mesures des stations du réseau permanent d'Air Pays de la Loire sont également prises en compte. En complément, pour préciser l'impact du trafic routier sur la qualité de l'air, Air Pays de la Loire a travaillé sur l'intégration des données temps réel de trafic routier (issues de l'open data de Nantes Métropole et de la DIR Ouest<sup>1</sup>) dans cette modélisation. Cela passe par le calcul des émissions, en temps réel, liées au trafic routier.

Afin d'anticiper toute panne du réseau alimentant les données de trafic, ou celle de l'outil qui transforme les données de trafic temps réel en émissions temps réel, Air Pays de la Loire a construit une donnée théorique des émissions de trafic routier qui s'appuie sur les profils horaires de la métropole (ceux-ci prennent en compte les heures de la journée, les jours de la semaine, les vacances scolaires ...) et sur l'inventaire des émissions Basemis. De la même façon, un indicateur de qualité de l'air temps réel est ensuite calculé à partir de ces données d'émissions et des autres données utiles.

Ces étapes sont illustrées dans le schéma ci-dessous :









Les données résultantes de l'outil, disponibles en open data sont :

- / Cartographie temps réel de la qualité de l'air sur la métropole Nantaise (fréquence 30min, précision 7m)
- / Indice de qualité de l'air temps réel (et détail des sous polluants) sur environ 80 lieux emblématiques
  - / Niveau de pollution sur environ 30 parcours de sport et de promenade

<sup>1</sup> Direction interdépartementale des routes Ouest

Les qualificatifs et couleurs utilisés dans le cadre du projet, sont les mêmes que ceux de l'indice ATMO :

Valeur indicateur	Qualificatif associé	Couleurs associées
1	Bon	
2	Moyen	
3	Dégradé	
4	Mauvais	
5	Très Mauvais	
6	Extrêmement Mauvais	

Enfin, la cartographie temps réel présente cet indicateur selon cette même échelle, avec un dégradé de 90 couleurs afin de prendre en compte les niveaux de pollution intermédiaires. Celle-ci est mise à jour toutes les 20 minutes avec une granularité de 7m.



Figure 2 : carte de l'indicateur qualité de l'air du 17/01/2023 à 9h



Figure 3 : zoom sur la carte de l'indicateur qualité de l'air du 14/02 à 17h20



# Une expérimentation au cœur de l'île de Nantes

## Résumé de l'expérimentation

Pilotée par la Samoa avec l'appui d'Air Pays de la Loire, une expérimentation d'usages a vu le jour à proximité du pont Anne de Bretagne sur l'île de Nantes entre mai et septembre 2022. Celle-ci prenait la forme de panneaux connectés et visait à diffuser sur la place publique des messages de sensibilisation sur la thématique « mobilités et qualité de l'air ».

Ainsi, qu'ils soient automobilistes ou utilisateurs de mobilités actives, les citoyen·nes ont pu s'informer sur l'air qu'ils·elles respirent en temps réel, adapter leur comportement pour améliorer la qualité de l'air et être moins exposé·es à la pollution.

### Des panneaux connectés pour informer en temps réel

Deux panneaux connectés étaient installés sur le boulevard Léon Bureau, à proximité du pont Anne de Bretagne.

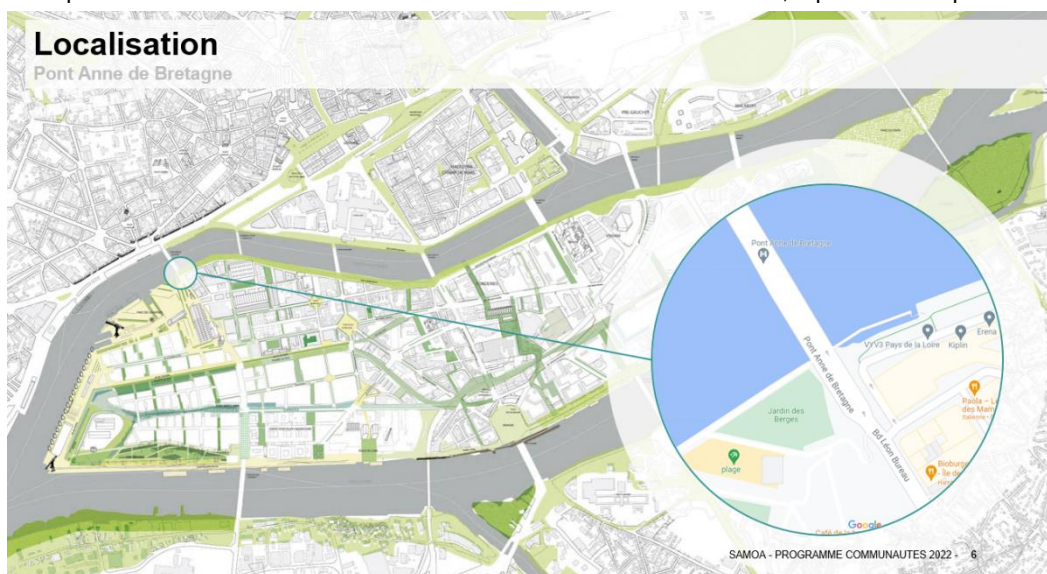


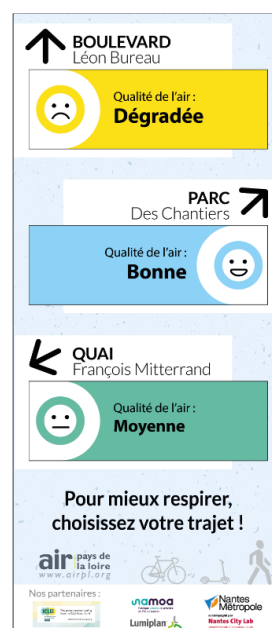
Figure 4 : emplacement de l'expérimentation

L'un, pour les automobilistes dans le sens sud-nord, diffusait l'indice de qualité de l'air de cet emplacement (allant de bon à extrêmement mauvais) ainsi que des messages variables pour utiliser différemment la voiture ou changer de moyen de transports.

L'autre, pour les cyclistes dans le sens nord-sud, indiquait la qualité de l'air sur trois itinéraires cyclables au départ du pont (boulevard Léon Bureau, Parc des Chantiers et quai François Mitterrand) et permettait de se rendre compte des variations de la qualité de l'air en fonction des jours et des heures de la semaine et de faire un choix sur son trajet en fonction de cette information.



Panneau « automobilistes »



Panneau « cyclistes »

## Le résultat d'une co-construction

Cette expérimentation a vu le jour en mai 2022 suite à une année de co-construction avec les partenaires et les citoyen.ne.s.

Les messages et les visuels diffusés sur les panneaux ont été co-construits avec un groupe de 15 citoyens lors d'un atelier au mois de janvier 2022, afin de répondre à leurs besoins et leurs attentes, et d'avoir le plus d'impact possible lors de la diffusion des messages.

De plus, la Samoa a piloté cette étape du projet en partageant son expertise sur la conception, la réalisation et l'évaluation d'expérimentations sur l'espace public. Cette évaluation est présentée ci-après.

# NAONAIR : l'application mobile

## Un outil à portée de main pour être moins exposé-es à la pollution

Cette application répond à l'intérêt croissant des français·es sur le sujet de la qualité de l'air. En effet, ce sujet se classe désormais dans les 3 premières préoccupations environnementales des français.es.

Naonair permet aux citoyen·nes nantais·es de :

- **Connaître l'état de la qualité de l'air** autour d'eux en temps réel,
- **Limiter leur exposition à la pollution** de l'air en organisant leurs activités du quotidien,
- **Découvrir des parcours sportifs** et des promenades pour respirer un air meilleur.

Le choix de ces fonctionnalités est issu d'une enquête publique lancée en 2021 pour mieux connaître la cible du projet. 200 réponses ont permis de révéler une cible nantaise, sportive et possédant un smartphone. Les résultats de cette enquête sont présentés en annexe 1.

Ses fonctionnalités s'appuient sur une cartographie en temps réel de la qualité de l'air modélisée à partir de la pollution de fond, de la météo, de la topographie des rues et du trafic routier en temps réel (à Nantes, le trafic routier est responsable de 68 % des émissions d'oxydes d'azote – source [Basemis](#)). Les mesures des stations du réseau permanent d'Air Pays de la Loire sont également prises en compte.

En naviguant sur l'interface, les utilisateur·ices ont la possibilité de se géolocaliser et de se déplacer sur la carte pour connaître la qualité de l'air sur l'ensemble de la métropole nantaise.

Elle est représentée par une échelle de couleur adaptée à l'indice de qualité de l'air allant de « bon » à « extrêmement mauvais ». Les utilisateur·ices peuvent également avoir cette information pour des dizaines de lieux emblématiques de la métropole : lieux sportifs, lieux culturels, etc.

Enfin, Naonair permet aux utilisateur·ices de choisir des itinéraires, des parcours sportifs et des promenades moins polluées.



Figure 5 : lancement de Naonair le 23 septembre 2022

Durant l'été 2022, un panel de 30 citoyen.ne.s volontaires a accepté de tester l'application et de faire un retour aux équipes en charge du développement pour réaliser les derniers ajustements et mieux tenir compte des besoins et attentes des usagers.

Après cette phase de bêta-test, l'application a été proposée en téléchargement dès fin septembre 2022. Elle est référencée et téléchargeable sur l'AppStore pour les téléphones iOS et sur le Play Store pour les téléphones Android.

# Les résultats du projet

## Données disponibles

### Un projet open source

#### Les cartographies qualité de l'air en temps réel

Toutes les cartographies temps réel sont disponibles via un geoserveur :

[https://api.naonair.org/geoserver/web/wicket/bookmarkable/org.geoserver.web.demo.MapPreviewPage?0&filter=alse\\*](https://api.naonair.org/geoserver/web/wicket/bookmarkable/org.geoserver.web.demo.MapPreviewPage?0&filter=false*)

#### Développements

Les développements de l'application Naonair (application, API, développements spécifiques ...) sont diffusés en open source :

- App, API & Back Office : <https://github.com/lonestone/naonair>
- Calcul d'itinéraires : <https://github.com/lonestone/graphopper>

## Évaluation de l'expérimentation

### Contexte de l'évaluation

La Samoa a réalisé une évaluation 360° et a fait appel à la société Sensipode pour alimenter la dimension usages. Ces usages ont été évalués au cours de 10 séquences d'interview, entre les mois de juin 2022 et d'août 2022 sur le lieu de l'expérimentation. Ces interviews quantitatives et qualitatives ont totalisé plus de 1 500 réponses et ont permis d'établir une synthèse des axes d'amélioration du dispositif.

### Les principaux enseignements

« L'évaluation quantitative des deux dispositifs nous permet de dire que les usagers disent avoir vu les informations, les avoir moyennement comprises, qu'elles les ont fait réfléchir mais qu'elles ne leur ont pas permis de changer de comportement. Les données qualitatives nous permettent d'affirmer que les dispositifs nécessitent des ajustements structurels dans le cas d'une deuxième version : dispositif de changement de direction avant le pont, panneau d'information à la forme singulière.

L'expérimentation a permis de valider l'usage détourné d'une solution Lumiplan existante ; le totem. Les retours des usagers ont confirmé l'intérêt de disposer de telles solutions dans l'espace public. Toutefois, dans le cadre d'un usage à visée environnementale, un travail sur les optimisations énergétiques serait apprécié (mobilière-paper, panneau photovoltaïque, ...) pour plus d'acceptabilité sociale.

La durée d'expérimentation n'a pas été suffisamment longue pour atteindre des changements de comportement. L'expérimentation a permis de tester 2 solutions dans l'espace public qui restent à optimiser d'un point de vue usage (design pour l'intelligibilité et l'action) et performance (pilotage, gestion des pannes). Le site pourrait par ailleurs faire l'objet d'une différenciation selon la cible vélos/voitures. »

*Ces éléments sont extraits du rapport d'évaluation de la Samoa.*

## Disponibilité de l'application

Les informations de téléchargement et de disponibilité sont détaillées sur la page web dédiée à l'application :

<https://www.naonair.org/>

### Disponible sur Android et iOS

#### iOS

Naonair est disponible pour iOS et téléchargeable au lien suivant :

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Aireal&hl=fr>

#### Android

Naonair est disponible pour Android et téléchargeable au lien suivant :

<https://apps.apple.com/fr/app/naonair/id1613891601>

# Conclusions et perspectives

Rendu complexe par la technicité des informations, le sujet de la qualité de l'air est néanmoins une préoccupation majeure des français.es et ses enjeux sont nombreux : santé, mobilités, sport, climat...etc.

Le projet Aereal vise à simplifier la compréhension du sujet, le rendre plus accessible en innovant, testant, et construisant une donnée de qualité de l'air en temps réel et en mettant à disposition une application mobile intuitive.

Le lancement de cette application Naonair marque le début d'une meilleure appropriation citoyenne sur le sujet de la qualité de l'air.

Il appartient dorénavant aux acteurs du territoire de s'emparer de ces outils, de les faire vivre et de les améliorer, pour poursuivre le travail de sensibilisation initié à travers le projet Aereal.

# Annexes

- annexe 1 : résultats de l'enquête citoyenne
- annexe 2 : Air Pays de la Loire
- annexe 3 : polluants

# Annexe 1 : résultats de l'enquête citoyenne

## Résultats de l'enquête qualité de l'air et transport

Enquête réalisée dans le cadre du projet Aireal auprès des citoyen.nes de Nantes Métropole pour mieux identifier leurs connaissances sur la qualité de l'air et leurs habitudes de transport.



\*Enquête réalisée auprès de 230 personnes

### Qui sont les répondant.es à l'enquête ?



habitent à Nantes



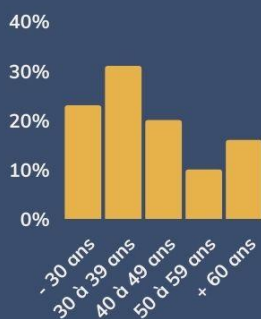
font du sport



ont des problèmes respiratoires



possèdent un smartphone



98%

des répondant.es s'intéressent à la qualité de l'air

Pour être moins exposé.es à la pollution, ils.elles sont prêt.es à



adapter leur comportement



décaler leur activité



ajouter 5 min ou plus à leur trajet quotidien



Pour en savoir plus visitez [www.airpl.org](http://www.airpl.org)

# Annexe 2 : Air Pays de la Loire

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé par le Ministère de l'Environnement pour assurer la **surveillance de la qualité de l'air de la région des Pays de la Loire** 24h/24 et 7j/7.

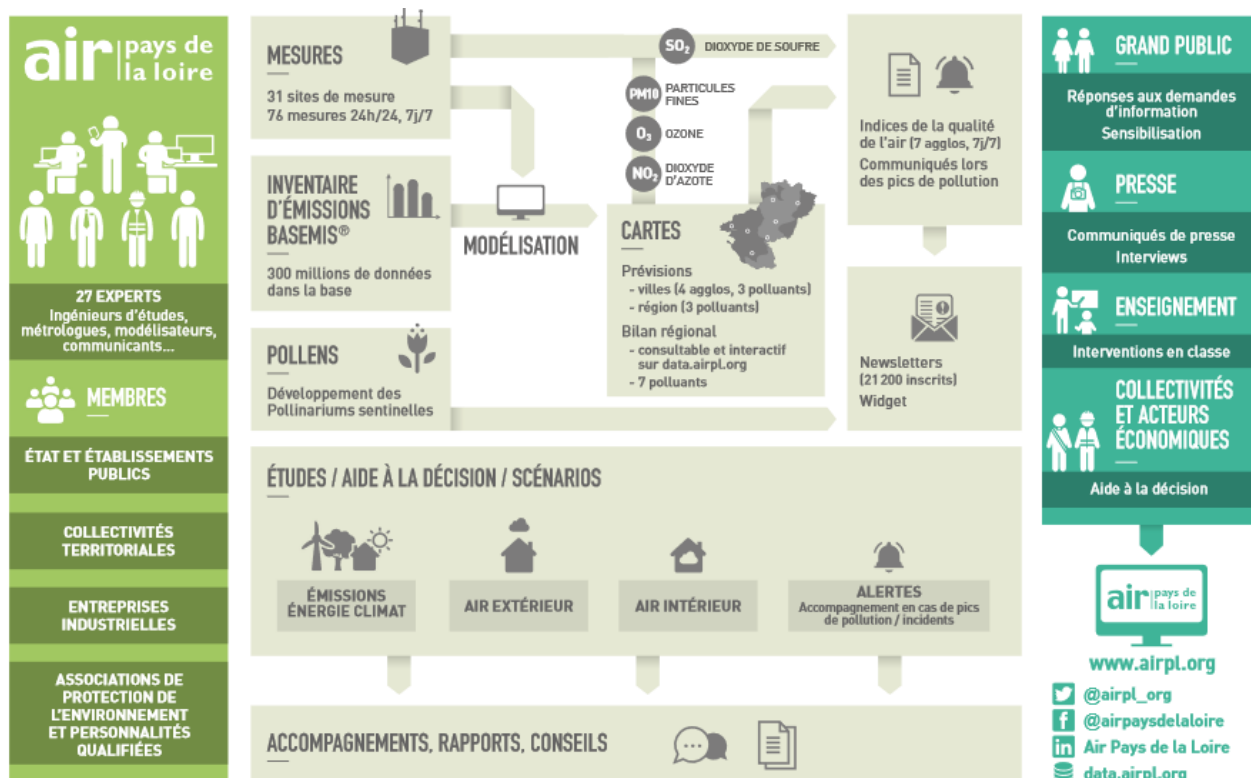
Air Pays de la Loire met quotidiennement à disposition de tous des informations sur la qualité de l'air :

- sur [www.airpl.org](http://www.airpl.org) : mesures en temps réel, prévisions régionales et urbaines, rapports d'études, actualités...
- via des newsletters gratuites : indices de qualité de l'air du jour et du lendemain, alertes pollution et alertes pollens ;
- sur Twitter (@airpl\_org) et Facebook (Air Pays de la Loire)

Ses domaines d'expertise portent sur :

- **qualité de l'air extérieur** : mesures en temps réel, prévisions de qualité de l'air, cartographies, études autour d'industries, dans des zones agricoles...
- **qualité de l'air intérieur** : mesures dans des établissements recevant du public, appui aux collectivités dans les constructions de bâtiments, études spécifiques...
- **émissions, énergie, climat** : inventaire régional des émissions de polluants, gaz à effet de serre et des données énergétiques (BASEMIS®), aide à la décision pour les collectivités (plans climat air énergie territoriaux)...
- **pollens** : diffusion en temps réel des résultats sur la région.

Organisé sous forme pluri-partenaire, Air Pays de la Loire réunit quatre groupes de partenaires : l'Etat, des collectivités territoriales, des industriels et des associations de protection de l'environnement et de défense des consommateurs.



# Annexe 3 : polluants

## L'ozone (O<sub>3</sub>)

C'est le polluant secondaire majeur qui se forme par l'action des ultraviolets du soleil sur les polluants primaires, directement émis par les sources, que sont les oxydes d'azote, les composés organiques volatils et le monoxyde de carbone. C'est un polluant chimique présent au niveau du sol : on parle d'ozone troposphérique que l'on distingue de l'ozone stratosphérique, observé à une vingtaine de kilomètres d'altitude et qui forme la couche d'ozone.

Capable de pénétrer profondément dans les poumons, l'ozone provoque à forte concentration une inflammation et une hyperréactivité des bronches. Des irritations du nez et de la gorge surviennent généralement, accompagnées d'une gêne respiratoire. Des irritations oculaires sont aussi observées.

Les enfants dont l'appareil respiratoire est en plein développement, les asthmatiques, les insuffisants respiratoires chroniques et les personnes âgées sont souvent plus sensibles à la pollution par l'ozone.

Les effets de l'ozone se trouvent accentués par les efforts physiques intenses, lesquels en augmentant le volume d'air inspiré, accroissent celui d'ozone inhalé.

## Les oxydes d'azote (NOx)

Les NOx comprennent essentiellement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Ils résultent de la combinaison de l'azote et de l'oxygène de l'air à haute température. Environ 95 % de ces oxydes sont la conséquence de l'utilisation des combustibles fossiles (pétrole, charbon et gaz naturel). Le trafic routier (53 %) en est la source principale. Ils participent à la formation des retombées acides. Sous l'action de la lumière, ils contribuent à la formation d'ozone au niveau du sol (ozone troposphérique).

Le monoxyde d'azote présent dans l'air inspiré passe à travers les alvéoles pulmonaires, se dissout dans le sang où il limite la fixation de l'oxygène sur l'hémoglobine. Les organes sont alors moins bien oxygénés.

Le dioxyde d'azote pénètre dans les voies respiratoires profondes. Il fragilise la muqueuse pulmonaire face aux agressions infectieuses, notamment chez les enfants. Aux concentrations rencontrées habituellement, le dioxyde d'azote provoque une hyperréactivité bronchique chez les asthmatiques.

## Les particules

Les particules constituent en partie la fraction la plus visible de la pollution atmosphérique (fumées). Elles ont pour origine les différentes combustions, le trafic routier et les industries. Elles sont de nature très diverse et peuvent véhiculer d'autres polluants comme des métaux lourds ou des hydrocarbures. De diamètre inférieur à 10 µm (PM10), elles restent plutôt en suspension dans l'air. Supérieures à 10 µm, elles se déposent, plus ou moins vite, au voisinage de leurs sources d'émission. Les particules fines, appelées PM2.5 (diamètre inférieur à 2.5 µm) pénètrent plus profondément dans les poumons. Celles-ci peuvent rester en suspension pendant des jours, voire pendant plusieurs semaines et parcourir de longues distances.

La profondeur de pénétration des particules dans l'arbre pulmonaire est directement liée à leurs dimensions, les plus grosses étant arrêtées puis éliminées au niveau du nez et des voies respiratoires supérieures. Le rôle des particules en suspension a été montré dans certaines atteintes fonctionnelles respiratoires, le déclenchement de crises d'asthme et la hausse du nombre de décès pour cause cardio-vasculaire ou respiratoire, notamment chez les sujets sensibles (enfants, bronchitiques chroniques, asthmatiques...).

## Le monoxyde de carbone (CO)

Ce gaz provient des combustions incomplètes. Il est émis en grande partie (60 %) par le chauffage urbain, collectif ou individuel. Le trafic routier, vient en deuxième position avec 31 % des émissions. Dans l'atmosphère, il se combine en partie et à moyen terme avec l'oxygène pour former du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). On le rencontre essentiellement au niveau du sol à proximité des sources d'émission. Il participe avec les oxydes d'azote et les composés organiques volatils, à la formation d'ozone troposphérique.

Le CO est dangereux car non décelable. Son effet toxique se manifeste à de très faibles concentrations en exposition prolongée. Le CO est principalement un poison sanguin. Il se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang conduisant à un manque d'oxygénation du système nerveux, du cœur et des vaisseaux sanguins. Les premiers symptômes de l'intoxication sont les seuls signaux d'alarme : maux de tête, une vision floue, des malaises légers, des palpitations. Si les concentrations de CO sont élevées, l'intoxication se traduit par des nausées, des vomissements, des vertiges ou, plus grave, un évanouissement puis la mort. La gravité de l'intoxication dépend de la quantité de CO fixé par l'hémoglobine. Elle est donc liée à plusieurs facteurs : la concentration de CO dans l'air, la durée d'exposition et le volume respiré.

## Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

C'est le principal composant de la pollution « acide ». Malgré une diminution de 60 % en France entre 1980 et 1990, du essentiellement à la réduction de la production électrique par les centrales thermiques, le SO<sub>2</sub> provient à plus de 80 % de l'utilisation des combustibles contenant du soufre (fuel et charbon).

Le dioxyde de soufre est un gaz irritant, notamment pour l'appareil respiratoire. Les fortes pointes de pollution peuvent déclencher une gêne respiratoire chez les personnes sensibles (asthmatiques, jeunes enfants...). Les efforts physiques intenses accroissent les effets du dioxyde de soufre. Aux concentrations habituellement observées dans l'environnement, une très grande proportion du dioxyde de soufre inhalé est arrêtée par les sécrétions muqueuses du nez et des voies respiratoires supérieures. Le dioxyde de soufre qui atteint le poumon profond, passe dans la circulation sanguine puis est éliminé par voie urinaire. Des études épidémiologiques ont montré qu'une hausse des taux de dioxyde de soufre s'accompagnait notamment d'une augmentation du nombre de décès pour cause cardio-vasculaire.





## **AIR PAYS DE LA LOIRE**

5 rue Édouard-Nignon  
CS 70709 – 44307 Nantes cedex 3  
Tél + 33 (0)2 28 22 02 02  
Fax + 33 (0)2 40 68 95 29  
[contact@airpl.org](mailto:contact@airpl.org)

**air** | pays de  
la loire  
[www.airpl.org](http://www.airpl.org)