



AIRLAB

SOLUTIONS
POUR
**NOTRE
AIR**



**Challenge
microcapteurs
2021**

Octobre 2021

Challenge AIRLAB microcapteurs 2021

Airparif et AIRLAB ont dévoilé le 13 octobre 2021 les lauréats du Challenge AIRLAB microcapteurs 2021 lors d'un atelier international sur les microcapteurs mesurant la qualité de l'air. Les résultats du Challenge montrent une progression globale des performances de ces outils de mesure, particulièrement en air intérieur. L'air extérieur est lui aussi de mieux en mieux mesuré avec ces solutions de microcapteurs, donnant lieu, pour la première fois depuis le lancement du Challenge en 2018 à une remise de prix.

Pourquoi ce Challenge ?

La qualité de l'air représente un enjeu sanitaire, économique et sociétal majeur. La pollution de l'air, extérieur et intérieur, est responsable de 7 millions de décès anticipés par an dans le monde selon l'Organisation mondiale de la santé. En réponse à cet enjeu, les attentes des citoyens et des décideurs politiques et économiques évoluent vers une demande d'informations personnalisées de plus en plus précises en matière de qualité de l'air. Ces dernières années, les améliorations techniques sur les capteurs de pollution (miniaturisation, connectivité,...) entraînent le développement de nouveaux réseaux en équipant des logements, du mobilier urbain, des véhicules ou des citoyens.

Le Challenge microcapteurs AIRLAB

Le Challenge international microcapteurs AIRLAB vise à évaluer régulièrement les progrès en matière d'efficacité et de fiabilité de ces nouvelles technologies de mesure de la qualité de l'air. Ces microcapteurs connaissent un large essor depuis cinq ans du fait de progrès technologiques et de la prise en compte croissante des impacts de la qualité de l'air extérieur et intérieur sur la santé. Des projets de

normes encadrant ces appareils sont en cours d'officialisation au niveau européen. Airparif participe d'ailleurs au groupe d'experts de l'Association française de normalisation pour la mise en application de ces futures normes européennes. En parallèle à ces nouvelles normes, Airparif et AIRLAB donnent, à travers ce concours, la possibilité aux fabricants qui le souhaitent de faire évaluer leurs solutions par un jury d'experts internationaux indépendants aussi bien sur des aspects métrologiques qu'ergonomiques. C'est également l'occasion d'éclairer les utilisateurs potentiels sur l'adéquation entre les performances des capteurs, les usages et les avantages mis en avant : facilité d'utilisation par tout un chacun, information simplifiée et coût abordable, pour la plupart d'entre eux. Avec une justesse suffisante même si aucun ne répond aux exigences européennes imposées aux analyseurs, en matière de fiabilité et de justesse, employés par les organismes agréés de surveillance de la qualité de l'air.

Ce Challenge, qui en est cette année à sa **troisième édition**, expose les performances individuelles de ces appareils et permet, de manière globale, un état des lieux de ces derniers, afin de favoriser l'innovation. Le « marché de l'air » est émergent et dispose d'une portée mondiale, qui incite de nombreux acteurs économiques à investir cette thématique. Le développement des technologies environnementales, la convergence numérique, l'essor des objets connectés et le leadership de la France sur ces sujets laissent entrevoir de nouvelles opportunités, tant pour la surveillance que pour les actions d'amélioration ou l'information du public.

Les **objectifs** du Challenge sont donc triples :

- Analyser les performances des microcapteurs afin de répondre à la demande des partenaires pour instrumenter bâtiments, villes et citoyens ;

- Renseigner les utilisateurs sur l'adéquation des capteurs avec les usages envisagés ;
- Mettre en avant les performances individuelles de ces appareils et les voies d'amélioration afin de favoriser l'innovation et de contribuer au développement de ce marché émergent.

Le **principe** du Challenge s'appuie sur une évaluation collective et indépendante du microcapteur dans sa globalité, une évaluation basée sur le volontariat.

L'édition 2021

Pour cette troisième édition du Challenge, **59 solutions** ont été proposées par **35 entreprises**. Le jury a retenu 54 solutions.

Durant 3 mois, le laboratoire de métrologie d'Airparif, en collaboration avec Atmo Hauts-de-France, a examiné ces solutions sur plus de 42 points d'évaluation.

Les catégories

Dans le contexte du Challenge, la catégorie d'un capteur est définie comme étant son type d'utilisation ou son application prévue. Les catégories de ce Challenge sont au nombre de huit. Comme lors de l'édition précédente, les catégories ont été organisées en trois groupes principaux, basés sur le domaine d'application visé : air extérieur, air intérieur et air citoyen. Ce dernier domaine concerne les applications qui ciblent l'air auquel les individus sont personnellement exposés au cours de leurs activités quotidiennes.

Les 8 catégories d'utilisation regroupées en 3 classes en fonction de l'environnement d'application

Air Extérieur (OA)

Surveiller (OA-M)
Sensibiliser (OA-A)
Véhicule (OA-V)

- OA-M : Surveiller la qualité de l'air extérieur
- OA-A : Sensibiliser à la qualité de l'air extérieur
- OA-V : Capteurs pour équiper les véhicules
- IA-M : Surveiller la qualité de l'air intérieur
- IA-A : Sensibiliser à la qualité de l'air intérieur

Air Intérieur (IA)

Surveiller (IA-M)
Sensibiliser (IA-A)
Piloter (IA-P)

- IA-P : Piloter et gérer l'air dans un bâtiment
- CA-E : Connaître son exposition individuelle lors de déplacements
- CA-A : Faire de la science participative, sensibiliser le public

Air Citoyen (CA)

Exposition (CA-E)
Sensibilisation (CA-A)

Le Challenge microcapteurs AIRLAB adopte une approche globale de l'évaluation des capteurs de qualité de l'air en combinant des critères portant sur :

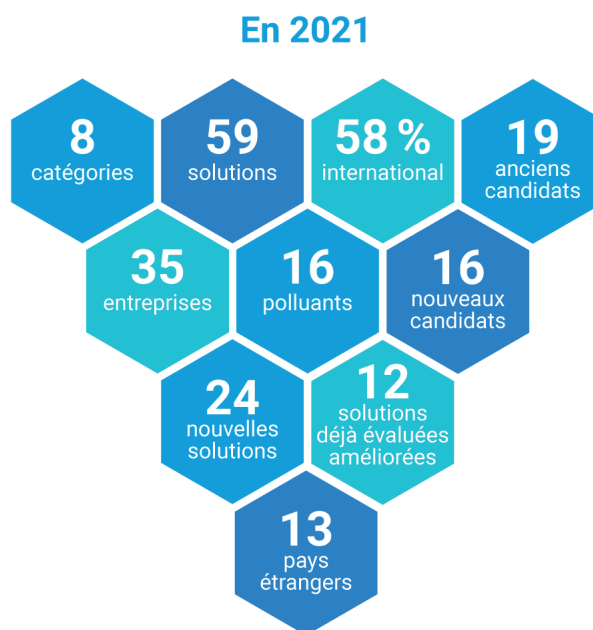
- L'exactitude
- L'utilité
- La facilité d'utilisation
- La portabilité
- Le coût

Le nouveau protocole d'évaluation comporte une analyse plus fine de l'utilité et de la facilité d'utilisation des solutions candidates, avec des définitions pour ces deux critères qui s'adaptent à l'usage ciblé.

Un sous-critère de justesse a été intégré dans le critère d'exactitude : il permet de différencier les solutions simplement corrélées avec les mesures de référence de celles qui sont corrélées et justes. Un autre sous-critère de reproductibilité des solutions proposées a également été ajouté.

Les sites d'évaluation

Pour couvrir les différentes catégories du Challenge, trois différents types de sites d'évaluation ont été utilisés : un site extérieur ; un site intérieur, le laboratoire de métrologie d'Airparif à Paris ; et un site mobile. Dans le contexte du Challenge, le site mobile est défini comme l'ensemble des vecteurs de mobilité utilisés pour l'évaluation des capteurs mobiles. Il s'agit notamment d'une installation sur un véhicule d'Airparif et d'un certain nombre de volontaires pour les tests de microcapteurs portables. Pour les essais en air extérieur, le consortium a opté pour un site différent des éditions précédentes. Il s'agit d'un site de fond urbain situé à Lille, présentant des niveaux de concentration plus typiques de la moyenne française que le site alors utilisé pour les éditions 2018-2019. Une meilleure performance des capteurs pour l'air extérieur a ainsi été observée dans ce contexte, particulièrement en ce qui concerne les mesures des particules.



Les nouveautés et résultats de cette édition

Cette nouvelle édition du Challenge microcapteurs a poursuivi son internationalisation, avec dorénavant plus de la moitié des appareils testés proposés par des entreprises extérieures à la France. En tout, ce sont 54 microcapteurs de 35 entreprises qui ont été retenus par un jury indépendant et international. Après plusieurs mois d'analyse, le jury a dévoilé le 13 octobre 91 évaluations complètes ; chaque capteur concourait pour un ou plusieurs usages.

Des microcapteurs toujours plus efficaces en air intérieur, bien que des progrès soient notés en air extérieur

Les résultats de ce nouveau Challenge affichent une nette amélioration de la qualité des microcapteurs participants au concours et de leur capacité à partager leurs données de mesures. Comme lors du précédent Challenge, les microcapteurs examinés se sont particulièrement distingués en matière de mesure de la qualité de l'air intérieur. Des progrès sont notés en air extérieur et en mobilité : une des solutions proposées pour la catégorie air citoyen, à savoir les microcapteurs individuels portables à visée de sensibilisation, a reçu un prix. Le Challenge a pour la première fois décerné des prix pour des microcapteurs de mesure en air extérieur, dont les performances affichent des améliorations notables.

En revanche, les microcapteurs employés pour effectuer des mesures en mobilité sur des véhicules ou des individus

pour caractériser finement l'exposition individuelle, ne présentant toujours pas une justesse de mesure de la qualité de l'air suffisante, due notamment à une trop forte sensibilité à des changements d'environnement, à la variation de l'humidité et de la température, le jury n'a pas pu choisir de lauréat.

Pour les critères d'utilité et de facilité d'utilisation, l'observation montre un marché beaucoup plus mature en ce qui concerne l'interopérabilité des données ; les systèmes qui n'offrent pas de services web de type API REST sont très peu nombreux.

Les microcapteurs « Do It Yourself »

Ces appareils en kit à assembler soi-même faisaient partie des nouvelles solutions testées lors de cette 3^e édition du Challenge. Ils n'ont cependant pas reçu de prix, principalement à cause de problèmes de mise en forme et d'acquisition des données et à une qualité d'assemblage variables rendant leur évaluation difficile. Le protocole et les critères d'évaluation ont également montré des insuffisances pour ce type de solution.

L'ensemble des résultats par capteur est librement mis à disposition sur le site d'AIRLAB (airparif.shinyapps.io/ChallengeResultsFR/) via une plateforme interactive nouvellement créée. Elle propose une navigation parmi les résultats du Challenge, permettant des recherches par critères et des comparaisons entre les différentes solutions.

Atelier international sur les capteurs de qualité de l'air

Prix du Challenge *AIRLAB



- **Capteur multi-polluants avec la meilleure exactitude :**

Extérieur : **KUNAK Air Pro** (Espagne )

Intérieur : **Rubix POD** (France )

- **Air citoyen (toutes catégories) :**

Magnasci uRADMonitor AIR (Roumanie )

- **Air extérieur :**

Surveillance : **Ethera NEMO Extérieur** (France )

Sensibilisation : **Magnasci SMOGGIE** (Roumanie )

- **Air intérieur (toutes catégories) :**

Ethera Mini XT basic+ (France )

- **Meilleure exactitude :**

PM_{2.5} - Extérieur : **Airlabs AirNode** (Royaume-Uni )

PM_{2.5} - Intérieur : **Rubix POD** (France )

NO₂ : **Envea Cairnet** (France )

O₃ : **Bettair Static Node MK2** (Espagne )

CO₂ : **Zaack QAI** (France )

COV : **SGS AirSense Omni** (France )

Les enseignements de cette troisième édition

Chaque microcapteur examiné mesurait un ou plusieurs polluants différents. De manière générale, la mesure du dioxyde d'azote (NO₂) a présenté un haut niveau de performance. La mesure des particules fines PM_{2.5} s'est avérée être toujours plus juste que celle des particules PM₁₀. La mesure des composés organiques volatils (COV), des polluants propres à l'air intérieur s'est, elle, révélée globalement décevante. La mesure du dioxyde de carbone (CO₂), en air intérieur, permettant d'évaluer l'aération des pièces (et facilitant ainsi la mise en place de mesure de ventilation et de lutte contre la propagation du coronavirus) a montré un haut niveau de précision. La mesure de l'ozone (O₃), progresse également.

Dans le cadre de cette édition, une attention toute particulière a été portée aux algorithmes de traitement appliqués aux mesures brutes des capteurs et à leur plus-value. Cette réalisation a été rendue possible grâce à la collaboration des candidats.

Le jury a par ailleurs relevé une nette amélioration des solutions proposées dans l'accessibilité aux données par rapport aux deux premières éditions ; les données sont plus facilement exploitables. Des progrès sont également notés sur la RSE, notamment concernant les éléments de fabrication et le stockage des données, les coûts de maintenance des appareils étant pris en compte dans l'évaluation.

Les perspectives : de l'évaluation des capteurs à la mise en œuvre opérationnelle

À noter que l'Organisation mondiale de la météorologie, l'Organisation mondiale de la santé et le Programme des Nations unies pour l'environnement indiquent que les capteurs à faible coût ne sont

pas un substitut direct aux mesures de référence, en particulier pour des enjeux réglementaires, même s'ils représentent une source complémentaire d'information, à condition qu'un appareil approprié soit utilisé¹. Par ailleurs, les résultats de ces évaluations permettent de tirer des leçons sur les qualités intrinsèques de chaque capteur mais ne peuvent être extrapolées à la performance d'un réseau opérationnel de mesure qui serait composé de ces microcapteurs. Pour les utilisateurs d'un tel réseau, des études complémentaires doivent être menées pour évaluer leur coût/efficacité en fonction du contexte local, tant pour le déploiement que pour la gestion et la maintenance « grandeur nature ».

À titre d'exemple en Île-de-France, Airparif et ses partenaires s'attachent particulièrement à ces travaux, notamment à travers le projet Mesures et perceptions de la région Île-de-France. Actuellement en cours, ce projet expérimente l'utilisation de plusieurs centaines de microcapteurs pour la mesure de la qualité de l'air à grande échelle, dont une partie en mobilité. Les expérimentations menées par Airparif avec la Ville de Paris et Bloomberg Philanthropies ont elles aussi porté sur ce sujet dans les écoles. Dans les deux cas, la contribution potentielle d'un réseau conséquent de microcapteurs au renforcement du dispositif de surveillance de la qualité de l'air en place a été testée. Ces études mettent par ailleurs en évidence que ce type de réseau nécessite de pouvoir s'appuyer sur des mesures de référence tant pour le recettage des microcapteurs avant leur installation, avec parfois des enjeux d'industrialisation lors du passage de microcapteurs individuels à un réseau, que pour leurs étalonnages, le suivi de la qualité des données et le renforcement des algorithmes.

Les résultats ont démontré la nécessité de disposer d'outils de référence pour le recettage des appareils, leurs étalonnages, l'amélioration des algorithmes et la

validation permanente des données produites².

Une nouvelle édition du Challenge est prévue pour 2023. Dès l'automne 2021, les

capteurs les plus performants de l'édition 2021 seront déployés dans le cadre de projets AIRLAB dans les domaines des bâtiments connectés et de la participation citoyenne.

Résultats par usage

Les résultats par capteur pour ces catégories sont présentés dans les tableaux synthétiques ci-dessous :

Surveiller la qualité de l'air extérieur (OA-M)



marque	nom	étoile
• ENVEA	CAIRNET	★★★★★
• Vaisala	AQT530	★★★★★
• bettair	BETTAIR_STATIC_NODE_MK2	★★★★★
• SouthCoast	Praxis_OPCube	★★★★★
• AGRISCOPE	AIRSCOPE	★★★★★
• eLichens	eLos	★★★★★
• ADDAIR	AQMesh	★★★★★
• TSI	BlueSky	★★★★★
• Airlabs	AirNode_2	★★★★★
• VOCsSens	EnviCam	★★★★★
• IQAir	AirVisual_Outdoor	★★★★★
• RUBIX	WT1	★★★★★
• KUNAK	Kunak_Air_Pro	★★★★★
• nexelec	PMO	★★★★★
• ATMOTRACK	Atmo02-FPNO2	★★★★★
• Ethera	NEMO_Extérieur	★★★★★
• Decentlab	DL-PM	★★★★★
• Ecomesure	ECOMSMART	★★★★★
• Sensirion	Nubo_Air	★★★★★
• Magnasci	uRADMonitor_CITY	★★★★★
• Magnasci	SMOGGIE	★★★★★
• Sensorbee	SB3320	★★★★★
• Magnasci	uRADMonitor_model_A3	★★★★★

¹ [An update on Low-cost Sensors for the Measurement of Atmospheric Composition](#), Organisation mondiale de la météorologie, Organisation mondiale de la santé, Programme des Nations unies pour l'environnement International Global Atmospheric Chemistry, EMEP, décembre 2020

² [Expérimentation pour une meilleure connaissance de la qualité de l'air dans les écoles parisiennes](#), rapport Airparif, 2021

Sensibiliser à la qualité de l'air extérieur (OA-A)



marque	nom	étoile
• Vaisala	AQT530	★★★★☆
• eLichens	eLos	★★★★☆
• nexelec	PMO	★★★★☆
• Airly	Airly_PM+GAS	★★★★☆
• VOCsSens	EnviCam	★★★★☆
• ATMOTRACK	Atmo02-FPNO2	★★★★☆
• Ethera	NEMo_Extérieur	★★★★☆
• Sensirion	Nubo_Air	★★★★☆
• IQAir	AirVisual_Outdoor	★★★★☆
• Magnasci	uRADMonitor_model_A3	★★★★☆
• Magnasci	SMOGGIE	★★★★☆
• NanoSense	QAA	★★★★☆

Capteurs pour équiper les véhicules (OA-V)



marque	nom	étoile
• Ecomesure	ECOMTREK	★★★★☆
• ATMOTRACK	Atmo02-MP	★★★★☆
• ATMOTRACK	Atmo02-RPCONH	★★★★☆

Surveiller la qualité de l'air intérieur (IA-M)



marque	nom	étoile
• Zaack	Zaack_QAI	★★★★☆
• Meo	node_2.0	★★★★☆
• inBiot	MICA_Wall	★★★★☆
• DomNexX	nexxSense_QAI_SEN-04X	★★★★☆
• RUBIX	POD_2	★★★★☆
• nexelec	Carbon	★★★★☆
• Kaiterra	Sensedge_Mini_SE-200	★★★★☆
• ATMOTRACK	Atmo02-FPSO2	★★★★☆
• 3Castagni	AQSens4	★★★★☆
• SGS	AirSense_Omni	★★★★☆
• Ethera	Nemo_Diagnostic	★★★★☆
• Decentlab	DL-PM	★★★★☆
• Ecomesure	ECOMZEN	★★★★☆
• Ecomesure	ECOMZEN_2	★★★★☆
• Ethera	Mini_XT_basic	★★★★☆
• Ethera	Mini_XT_basic+	★★★★☆
• Magnasci	uRADMonitor_model_A3	★★★★☆
• Magnasci	SMOGGIE-CO2	★★★★☆
• NanoSense	P4000NG	★★★★☆
• NanoSense	E4000NG	★★★★☆

Sensibiliser à la qualité de l'air intérieur (IA-A)



marque	nom	étoile
• Sensilla	Sensilla_Gen1	★★★★☆
• Zaack	Zaack_QAI	★★★★☆
• ATMOTRACK	Atmo02-FPCONHSO2	★★★★☆
• Ecomesure	ECOMLITE_2	★★★★☆
• inBiot	MICA_Wall	★★★★☆
• nexelec	Carbon	★★★★☆
• nexelec	ATMO	★★★★☆
• Kaiterra	Sensedge_Mini_SE-200	★★★★☆
• 3Castagni	AQSens4	★★★★☆
• Ethera	Nemo_Diagnostic	★★★★☆
• Ethera	Mini_XT_basic	★★★★☆
• Ethera	Mini_XT_basic+	★★★★☆
• Magnasci	uRADMonitor_model_A3	★★★★☆
• Magnasci	SMOGGIE-CO2	★★★★☆
• NanoSense	P4000NG	★★★★☆
• NanoSense	E4000NG	★★★★☆

Piloter et gérer l'air dans un bâtiment (IA-P)



marque	nom	étoile
• ATMOTRACK	Atmo02-RPCO	★★★★☆
• Meo	node_2.0	★★★★☆
• inBiot	MICA_Wall	★★★★☆
• DomNexX	nexxSense_QAI_SEN-04X	★★★★☆
• nexelec	ATMO	★★★★☆
• Kaiterra	Sensedge_Mini_SE-200	★★★★☆
• Ethera	Mini_XT_basic	★★★★☆
• Ethera	Mini_XT_basic+	★★★★☆
• Ecomesure	ECOMLITE_2	★★★★☆
• Magnasci	uRADMonitor_model_A3	★★★★☆
• NanoSense	P4000NG	★★★★☆
• NanoSense	E4000NG	★★★★☆

Connaître son exposition individuelle lors de déplacements (CA-E)



marque	nom	étoile
• TERA	Tera_PMSCAN	★★★★☆
• Magnasci	uRADMonitor_AIR	★★★★☆

Faire de la science participative (CA-A)



marque	nom	étoile
• TERA	Tera_PMSCAN	★★★★★☆☆
• ATMOTRACK	Atmo02-Citizen	★★★★★☆☆
• Magnasci	uRADMonitor_AIR	★★★★★☆☆

Résultats par polluant

Seuls les capteurs avec la meilleure exactitude sont présentés ci-dessous :

En air extérieur (OA) >> PM2.5



marque	nom	note
• Airlabs	AirNode_2	9.4 0 10
• Sensirion	Nubo_Air	9.3 0 10
• ATMOTRACK	Atmo02-FPNO2	9.2 0 10

En air extérieur (OA) >> NO2



marque	nom	note
• ENVEA	CAIRNET	8.3 0 10
• KUNAK	Kunak_Air_Pro	7.8 0 10
• Airly	Airly_PM+GAS	7.6 0 10

En air extérieur (OA) >> O3



marque	nom	note
• bettair	BETTAIR_STATIC_NODE_MK2	9 0 10
• KUNAK	Kunak_Air_Pro	8.9 0 10
• ADDAIR	AQMesh	8.6 0 10
• Airly	Airly_PM+GAS	8.6 0 10

En air intérieur (IA) >> PM2.5



marque	nom	note
• RUBIX	POD_2	8.5 0 10
• Kaiterra	Sensedge_Mini_SE-200	8.5 0 10
• ATMOTRACK	Atmo02-FPSO2	8.4 0 10
• Meo	node_2.0	8.4 0 10
• Ethera	Mini_XT_basic+	8.2 0 10
• NanoSense	P4000NG	8.2 0 10

En air intérieur (IA) >> CO2



marque	nom	note
• Zaack	Zaack_QAI	9.7 0 10
• Kaiterra	Sensedge_Mini_SE-200	9.6 0 10
• Ethera	Nemo_Diagnostic	9.5 0 10

En air intérieur (IA) >> COV

marque	nom	note
• SGS	AirSense_Omni	7.8 0 10
• Meo	node_2.0	7.2 0 10
• inBiot	MICA_Wall	7.2 0 10

Faire de la science participative (CA) >> PM2.5

marque	nom	note
• Magnasci	uRADMonitor_AIR	9.2 0 10
• TERA	Tera_PMSCAN	9 0 10
• ATMOTRACK	Atmo02-Citizen	8.3 0 10

Ce Challenge s'inscrit dans les activités d'AIRLAB : lancé par Airparif et ses partenaires, AIRLAB rassemble une communauté qui s'engage pour améliorer la qualité de l'air. Grandes entreprises, PME et start-up, instituts de recherche, collectivités, citoyens : chacun apporte des idées, des compétences, des ressources, des moyens. AIRLAB contribue à protéger la santé des citoyens, à soutenir les entreprises innovantes et à développer l'emploi en favorisant le développement et la mise en œuvre de solutions face à la pollution de l'air à Paris et en Ile-de-France. Il encourage également leur valorisation au niveau national et international. AIRLAB

est soutenu par ses membres fondateurs : Airparif; Région Île-de-France; Mairie de Paris; Métropole du Grand Paris; Préfecture de la Région Île-de-France; Île-de-France Mobilités; SNCF; Véolia; Icade; EDF; Engie ; et l'ensemble de ses partenaires dont la liste est disponible sur son site internet airlab.solutions/fr

Le Challenge AIRLAB Microcapteurs 2021 est organisé par Airparif avec l'appui d'Atmo France, du Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche en Suisse, de la Fédération interprofessionnelle des métiers de l'environnement atmosphérique, de l'Observatoire de la qualité de l'air

intérieur, du Lab'Aireka, d'Incub'Air, du Centre scientifique et technique du bâtiment, du projet Interreg TransfAIR de l'Union européenne et de l'Organisation météorologique mondiale. Il est co-financé par Airparif, l'Agence

française de développement, l'Agence de la transition écologique (ADEME), EDF, le réseau de recherche DIM Qi², Atmo Hauts-de-France, Atmo Normandie, Atmo Grand Est, Atmo Sud, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes et Qualitair Corse.



Plus d'information sur www.airlab.solutions



AGRISCOPE



nexelec

VAISALA

decentLAB





SOLUTIONS
POUR
NOTRE
AIR