



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

ADEME



AGENCE DE LA
TRANSITION
ÉCOLOGIQUE



PRIMEQUAL

Programme de recherche interorganisme
pour une meilleure qualité de l'air



ILS L'ONT FAIT

Pollution de l'air en ville : nouvelles connaissances pour réduire les expositions



Ce document est édité par l'ADEME

ADEME

20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Coordination technique : Nathalie Poisson, Nadine Dueso

Rédacteur : agence Pierrot avec la collaboration
des porteurs de projets et d'ingénieurs de l'ADEME

Crédits photo : porteurs de projet, Oby1 (Balade de mesure
en 2018 dans le cadre d'Ambassad'Air), Shutterstock.com

Création et exécution graphique : opixido

Brochure réf. 012256-1

ISBN web : 979-10-297-2200-4

Dépôt légal : ©ADEME Éditions, Septembre 2023

RÉPONDRE AUX ENJEUX DE POLLUTION DE L'AIR EN VILLE

L'Agence de la transition écologique (ADEME) conduit des programmes de recherche et d'expérimentation en faveur de l'amélioration de la qualité de l'air. Elle accompagne également les collectivités pour définir des plans d'action et les mettre en œuvre dans les territoires « en contentieux ».

En 2017 a été lancé l'**appel à projets de recherche « Villes et qualité de l'air – Gouvernance et approches intégrées des dynamiques urbaines en faveur de la qualité de l'air »** dans le cadre du programme **PRIMEQUAL** (programme de recherche inter-organisme pour une meilleure qualité de l'air), co-piloté par le Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires et l'ADEME. Cette action s'inscrit dans le cadre du PREPA (plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques).

Le présent recueil rassemble les résumés des six projets lauréats de cet appel à projets, ainsi que de neuf autres projets sur la même problématique soutenus par des programmes complémentaires, dont AACT-AIR (Aide à l'action des collectivités territoriales en faveur de la qualité de l'air) et DIQACC (Données individuelles de la qualité de l'air et changement de comportements). Organisés sous la forme de fiches illustrées, ils ont vocation à rendre accessibles les principaux résultats de ces projets à un public non scientifique, et à favoriser leur appropriation par les acteurs concernés par la pollution de l'air en ville.

SOMMAIRE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | AGIR SUR LA MOBILITÉ | 6 |
| | CEPEM | |
| | Caractérisation des épisodes de pollution et évaluation des mesures mises en place par les pouvoirs publics pour les limiter | 7 |
| | POLL-EXPO | |
| | Politiques publiques, Organisation urbaine et Logistique comme Leviers de l'EXPOSITION | 11 |
| | QAMECS-MOBILAIR | |
| | Qualité de l'air dans la métropole grenobloise | 15 |
| | QAMECS-SHS | |
| | Représentations, perceptions et pratiques de mobilité : quelles implications pour les politiques publiques ? | 17 |
| 2 | TRANSFORMER ET AMÉNAGER LA VILLE | 20 |
| | AIRMES | |
| | Modélisation microscopique prédictive des effets du trafic routier sur les émissions et concentrations de polluants atmosphériques | 21 |
| | MODELAIURBA | |
| | Modéliser la qualité de l'air dans un secteur d'urbanisation contraint | 25 |
| | CHAC Annecy | |
| | Mobiliser les acteurs du BTP sur la qualité de l'air – Élaboration d'une charte de réduction des émissions de polluants sur les chantiers du BTP | 27 |
| | EPMC | |
| | Émissions de Particules lors de Chantiers Urbains et Évaluation des Mesures de Prévention | 29 |



CARTHAGE

Contribution de l'Air dans les Risques et Transferts associés aux HAP
en Agricultures urbaines : Gestion et Évaluation 31

Sésame

Services écosystémiques rendus par les arbres,
modulés par l'essence 35

sTREET

Impact of sTress on uRban trEEs and on ciTY air quality 37

3

MOBILISER LES CITOYENS 40

DIQACC

Données Individuelles de la Qualité de l'Air
et Changement de Comportements 41

CAPCI

Étude de cas sur les trois premières saisons de l'initiative
Ambassad'Air de la Ville de Rennes 43

CheckBox

Sociologie, expérimentation et accompagnement
des mesures citoyennes de particules fines 45

ESUC-Arche

Étude sociologique sur les usages du chauffage au bois –
Mise en place d'un plan d'action et de communication
pour ARCHE Agglo 49



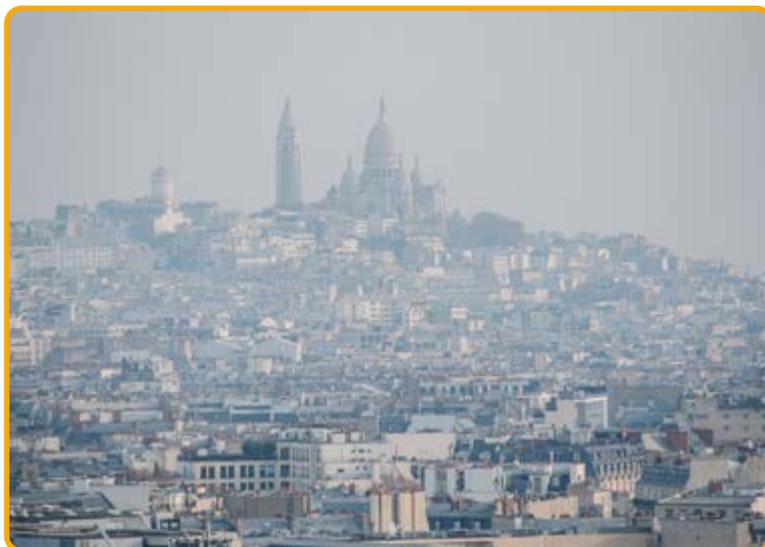
1 AGIR SUR LA MOBILITÉ



AGIR SUR LA MOBILITÉ

CEPEM

Caractérisation des épisodes de pollution et évaluation des mesures mises en place par les pouvoirs publics pour les limiter



CE QU'IL FAUT RETENIR

À propos du projet :

Peu de projets ont ciblé spécifiquement les périodes de pics de pollution pour déterminer si elles avaient un impact sanitaire spécifique. Le projet CEPEM a étudié les particularités épidémiologiques de ces épisodes de pollution et les mécanismes en lien avec les événements météorologiques extrêmes comme les vagues de chaleur. Le projet a aussi évalué l'efficacité des mesures d'alerte en lien avec les épisodes aux particules (PM₁₀) sur le Grand Paris. Enfin, le projet CEPEM a également recensé plusieurs mesures de politiques publiques visant à réduire à long terme les niveaux de pollution sur plusieurs territoires en France métropolitaine.

Résultats marquants :

- Suite à leur révision en 2012, les mesures d'alerte en lien avec les épisodes aux particules (PM₁₀) permettent de prévenir plusieurs centaines de décès prématurés chaque année sur le Grand Paris.
- Mise en évidence du bénéfice d'un abaissement du seuil de 120 µg/m³ en vigueur pour l'ozone.
- 175 mesures portant sur des actions sur les transports et les mobilités documentées.
- Explications sur la répartition des impacts sanitaires, économiques et sociaux potentiels et proposition d'une panoplie d'actions inspirantes à mener sur les territoires.

CONTEXTE & ENJEUX

Certaines conditions météorologiques sont favorables à l'apparition de **pics de pollution**. Ces épisodes sont définis en fonction du **dépassement d'un certain seuil de concentration** pour plusieurs polluants atmosphériques incluant les **particules fines (PM_{2,5} et PM₁₀)**, le **dioxyde d'azote (NO₂)** et l'**ozone troposphérique (O₃)**.

Les effets sur la santé en lien avec la pollution atmosphérique sont nombreux et il est possible de distinguer les **effets à court terme** (exacerbations d'asthme, infarctus du myocarde, etc.) des **effets à long terme** (incidence de l'asthme, maladie d'Alzheimer, cancer des poumons, diminution de l'espérance de vie, etc.).

OBJECTIFS

Les objectifs du projet CEPEM étaient :

- D'analyser d'une part comment les **effets de la pollution atmosphérique sont exacerbés durant des épisodes de températures extrêmes**, et, d'autre part, comment les **impacts sanitaires survenant durant des épisodes de pic de chaleur sont exacerbés lorsque les niveaux de pollution atmosphérique sont élevés**.
- De **démêler le rôle de l'ozone formé grâce à la chaleur des effets de la chaleur elle-même sur la mortalité prématurée**. Il s'agit du premier projet au niveau international qui a quantifié ces mécanismes.
- D'évaluer les **effets des mesures prises durant les pics de pollution à Paris** en 2008 et 2012, en analysant les particularités épidémiologiques selon les seuils de pollution. Les **bénéfices sanitaires et économiques** de ces mesures ont également été calculés.

- D'évaluer des mesures à une échelle temporelle plus longue visant des modifications urbaines plus durables, en recensant les mesures spécifiques à la pollution liée au trafic en France et en comparant l'impact sanitaire de la mesure ZFE-m à Paris avec celui des mesures prises pendant les épisodes de pollution.

MÉTHODOLOGIE

Le projet CEPEM a été réalisé en trois axes, avec une méthodologie différente pour chacun.

Le premier axe avait pour but la **compréhension des particularités épidémiologiques des épisodes de pollution en France**.

Plusieurs types de données ont été utilisés : données épidémiologiques collectées auprès des **hôpitaux**, données météorologiques récupérées auprès de **Météo France**, données de concentration de polluants de l'air récupérées auprès des **AASQA** (Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air).

Le deuxième axe a consisté en une **évaluation des politiques de lutte contre la pollution durant les pics de pollution à Paris**.

Des données supplémentaires concernant les mesures prises pendant les pics de pollution ont été collectées auprès de la Préfecture de Paris.

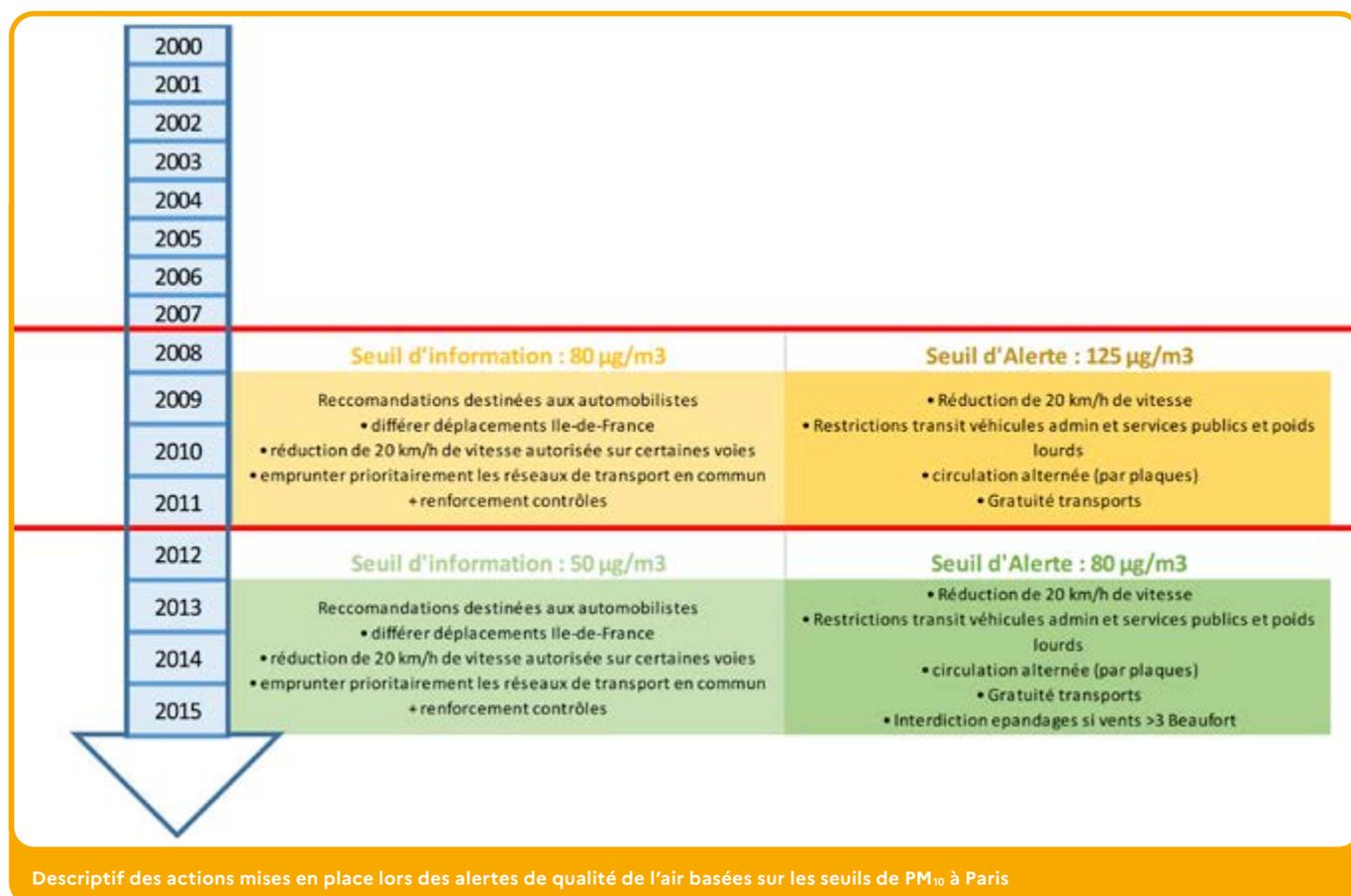
Le troisième et dernier axe était une **évaluation des mesures à une échelle temporelle plus longue** visant des modifications urbaines plus durables.

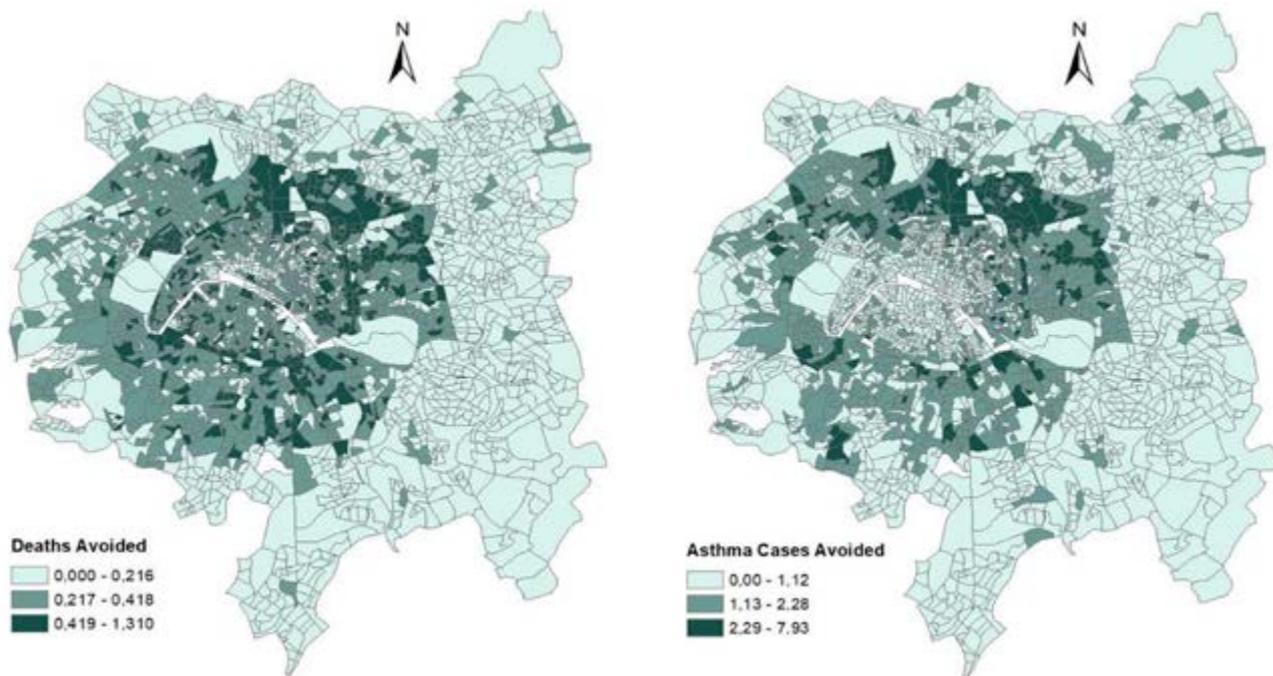
Pour cette dernière partie, une collecte de données de simulation numérique d'Airparif a été réalisée à l'échelle du quartier (Ilots Regroupés pour l'Information Statistique: IRIS) pour ensuite quantifier les effets sanitaires et bénéfiques associés à la mise en place de la ZFE-m. Dans le but d'inclure des considérations de **justice environnementale**, le modèle de calcul a été sensible aux **conditions socio-économiques spécifiques à chaque quartier** étudié.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Particularités épidémiologiques des épisodes de pollution en France

Pour la majorité des polluants (**PM₁₀**, **PM_{2,5}** et **NO₂**), à partir d'un certain seuil d'exposition à ces polluants, le **niveau de**





Distribution spatiale des bénéfices sanitaires (pour décès et asthme) en lien avec une réduction de NO₂ attribuable à la mise en place de la ZFE-M dans le Grand Paris avec des restrictions hautes

risque n'augmente plus à mesure que les concentrations s'élèvent. En revanche, pour l'ozone, le projet a mis en évidence un effet de seuil avec une augmentation importante du risque pour la plupart des indicateurs seuil au-delà de 90 µg/m³, ce qui est en dessous du seuil réglementaire en vigueur pour l'ozone (120 µg/m³).

Les calculs ont indiqué que le risque de mortalité associée à une même augmentation des particules fines et de l'ozone est plus important l'été et particulièrement pendant les fortes chaleurs. Ces résultats appellent à diminuer les concentrations de particules fines et d'ozone en été, même lorsqu'elles sont déjà en deçà des seuils réglementaires. Enfin les travaux ont souligné que, dans certaines villes comme Nantes, Grenoble ou Rouen, lors des vagues de chaleur, jusqu'à un quart des décès attribuables à la chaleur sont en fait dus à l'augmentation des concentrations d'ozone induite par cette vague de chaleur.

Évaluation des politiques de lutte contre la pollution durant les pics de pollution à Paris

Descriptif des actions mises en place lors des alertes de qualité de l'air basées sur les seuils de PM₁₀ à Paris :

Le choix initial en 2008 d'une première baisse des valeurs seuils n'a pas montré de bénéfices sur la santé de la population à Paris. Par contre, l'abaissement de la valeur des

seuils en 2012 a montré qu'en moyenne, 163 décès par an avaient pu être évités. Cela correspond à des bénéfices économiques équivalents à 14,1 millions d'euros par an.

Suite à la révision à la baisse des seuils d'information et d'alerte pour les particules, nous avons montré que 163 décès en moyenne étaient évités chaque année, correspondant à des bénéfices économiques s'élevant autour de 14 millions par an.

Évaluation des mesures à une échelle temporelle plus longue

Le projet a démontré que les **mesures restreignant la circulation des véhicules de façon permanente**, comme dans le cadre de la ZFE-m, ont des **bénéfices largement supérieurs aux mesures ponctuelles** mises en place dans la région Parisienne.

L'inventaire des mesures de réduction à long terme des émissions de pollution atmosphérique liées à la mobilité fait ressortir **une multitude d'acteurs et d'initiatives locales durables pour l'amélioration de la qualité de l'air**. Les **mesures** recensées ont pu être classées en fonction de cinq thématiques : zones à faibles émissions mobilités ; transports en commun ; politique cyclable ; marche et apaisement de l'espace public ; sensibilisation et bonnes pratiques.

En contraste avec les mesures ponctuelles d'alerte, **la mise en place de la ZFE-m dans le cadre du scénario le plus ambitieux** visant le Grand Paris (intra A86), et en considérant à la fois les réductions des niveaux de NO₂ et de PM_{2,5}, pourrait contribuer à **réduire jusqu'à 811 décès et 3 203 cas d'asthme par an**.

Cette dernière **permet de réduire les inégalités sociales de mortalité et de morbidité** attribuables à la pollution atmosphérique. Les **bénéfices économiques des mesures se situent entre 523 et 1 210 millions d'euros** selon les scénarios.

RECOMMANDATIONS

Pour l'**ozone**, la mise en évidence d'un **seuil de 90 µg/m³** pour plusieurs indicateurs de santé suggère des bénéfices en lien avec un **abaissement des seuils de 120 µg/m³ en vigueur**.

Pour certaines villes, lorsque des **vagues de chaleur** surviennent, **l'augmentation des concentrations d'ozone augmente le risque de mortalité**. Cela pourrait mener à des actions visant à **réduire les émissions de précurseurs d'ozone (notamment en lien avec le trafic)** lors des vagues de chaleur, en combinaison avec les mesures habituelles.

Le rapport suggère également de déterminer dans quelle mesure **introduire des seuils variables selon les saisons et les niveaux de température** permettrait de minimiser les risques pour la santé des populations. En ce qui concerne le **NO₂ et les PM_{2,5}**, les résultats du projet ne mettent pas en évidence des **effets de seuil**, ce qui implique que **toute réduction des niveaux de pollution aura des impacts bénéfiques pour la santé**, même à de **faibles niveaux d'exposition** de la population. **La ZFE-m mise en oeuvre de manière durable aurait des bénéfices sur le long terme sur la santé, l'équité et l'économie**. Il sera important de mener des évaluations empiriques au fur et à mesure que la ZFE-m s'implémente pour confirmer les projections.

Enfin le projet a recensé **175 mesures** visant à **réduire de manière durable les émissions de polluants** liés à la mobilité sur l'ensemble du territoire national. Il serait important de faire un **suivi** pour, à terme, **expérimenter de nouvelles mesures, ainsi que de mener plusieurs travaux d'évaluation d'efficacité de ces mesures sur la réduction des niveaux de pollution atmosphérique** et les potentiels **bénéfices pour la santé**.

Au sujet du projet :
consultez les documents en ligne
dans la **Librairie ADEME**



Au sujet du programme



Coordinateurs du projet :

Tarik Benmarhnia

Institut National de la Santé
et de la Recherche Médicale
tbenmarhnia@ucsd.edu



Basile CHAIX

Institut National de la Santé
et de la Recherche Médicale
et Sorbonne Université
basile.chaix@iplesp.upmc.fr

Partenaires :



AGIR SUR LA MOBILITÉ

POLL-EXPO

Politiques publiques, Organisation urbaine et Logistique comme Leviers de l'EXPOsition



CE QU'IL FAUT RETENIR

À propos du projet :

Le projet POLL-EXPO a simulé, sur la région parisienne, plusieurs scénarios mettant en jeu différentes configurations de mobilité et d'occupation du territoire. Les données de sortie sont des bilans d'émission, mais aussi des diagnostics de qualité de l'air et d'exposition des populations dans différentes configurations régionales.

Résultats marquants :

- L'ensemble des scénarios prospectifs d'émissions étudiés (Volontariste, ZFE et MobFret) conduit à une réduction des émissions du trafic routier par rapport au scénario tendanciel 2030.
- L'amplitude des améliorations apportées par les mesures prises en compte dans les scénarios est significative lorsqu'il s'agit d'une évolution imposée, comme c'est le cas avec la mise en place d'une ZFE.
- Les actions en faveur des changements de comportement et de mode de vie, ainsi que les efforts pour une plus grande attractivité des modes actifs, sont une voie incontournable pour accompagner l'évolution technologique et renforcer notre maîtrise de la qualité de l'air et de l'exposition.

CONTEXTE & ENJEUX

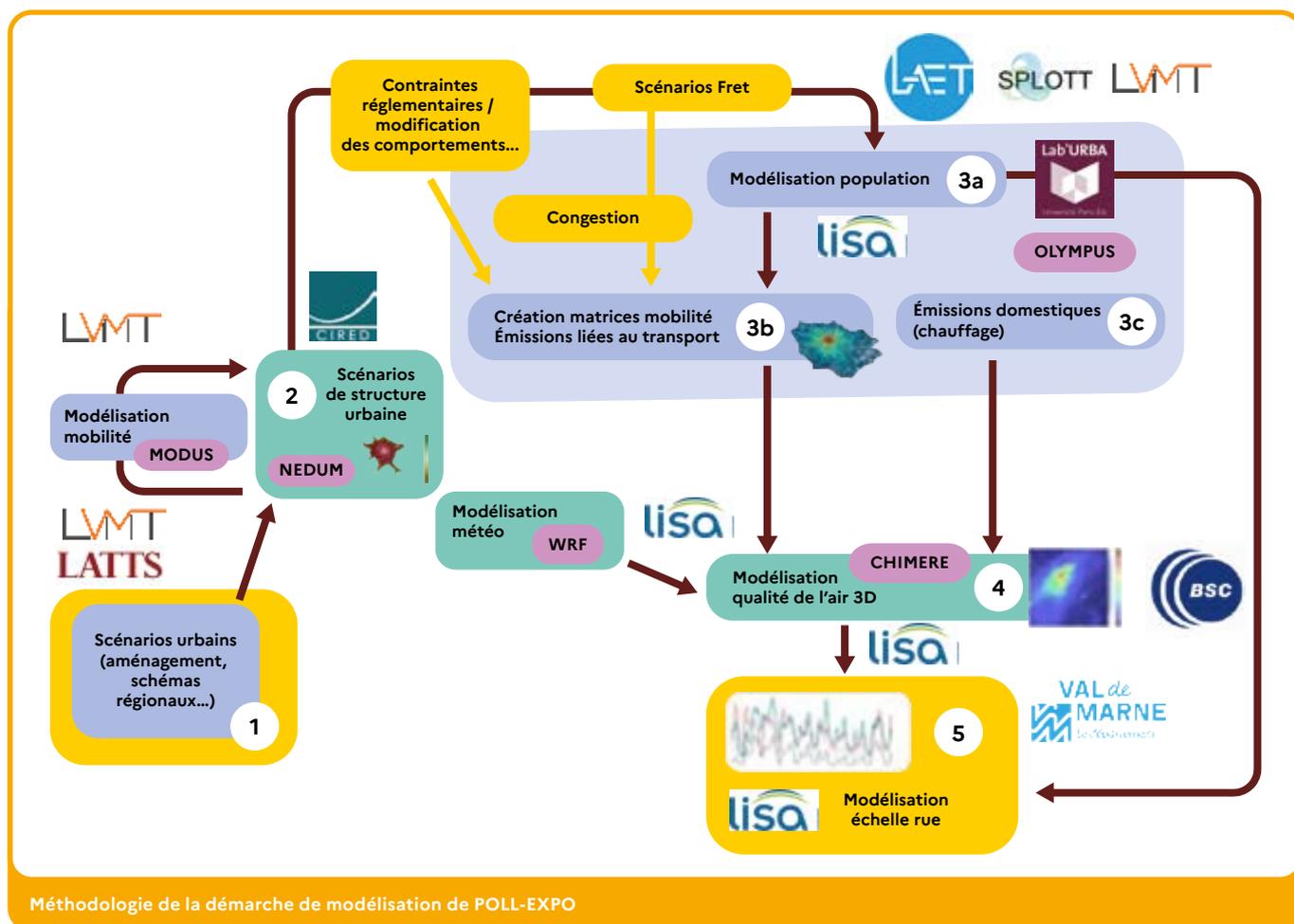
Les stratégies de gestion de la qualité de l'air doivent pouvoir être évaluées par les gains attendus en termes sanitaires, et prendre impérativement en compte la diversité des enjeux politiques, économiques, sociétaux et environnementaux.

Le projet POLL-EXPO a mis en œuvre une plateforme de modélisation innovante et transdisciplinaire, qui simule à l'échelle de l'agglomération les relations entre d'une part le contexte démographique, l'aménagement urbain, la mobilité et les pratiques de consommation d'énergie et d'autre part la qualité de l'air et l'exposition des individus. Au travers de l'exemple de la région parisienne, le projet visait à analyser de façon plus compréhensive et quantitative les déterminants de l'exposition à la pollution de l'air dans les grandes métropoles.

MÉTHODOLOGIE

La démarche de modélisation du projet POLLEXPO a consisté à mettre en œuvre en série un ensemble d'outils de modélisation mono-disciplinaires validés et opérationnels interagissant dans une simulation unique. A partir d'un choix de situation future (décrite dans le bloc ①), la plateforme de modélisation passe par une première étape de représentation de l'espace urbain et de sa population (bloc ②) basée sur deux modèles : NEDUM, un modèle d'interaction transport – usage des sols qui se base sur des principes d'économie urbaine pour définir les choix de localisation des ménages, et MODUS, qui produit une analyse de la demande en transport sur les situations explorées.

Ces données de configuration urbaine alimentent le modèle d'émissions OLYMPUS 1 (bloc ③) qui est l'élément innovant de cette plateforme. OLYMPUS met en œuvre une modélisation statistique des activités des individus dans l'espace urbain au cours de leur journée, et transcrit ainsi les scénarios territoriaux en inventaires d'émissions. Les émissions produites par OLYMPUS sont utilisées en entrée du



modèle de chimie-transport CHIMERE. Une simulation de qualité de l'air (bloc ④) est alors menée afin de produire un diagnostic adapté au scénario simulé par la plateforme. Un raffinement des champs de concentrations produits par CHIMERE a été développé dans POLL-EXPO afin de recréer les gradients de qualité de l'air liés à la proximité au trafic routier, et d'envisager dans le futur de travailler à l'échelle de l'exposition de l'individu (bloc ⑤).

Cette approche innovante a permis de croiser les disciplines pour faire avancer notre compréhension des liens entre les volets urbains, et proposer une réflexion sur les conditions de réussite des politiques publiques.

Le projet POLL-EXPO s'est articulé autour de trois volets interconnectés et menés en parallèle.

Le premier volet pour la conception, la construction et la mise en œuvre de scénarios prospectifs d'émissions autour de l'impact de nouvelles politiques publiques, de formes urbaines et de changement des pratiques liées à la mobilité :

- **Tendancier 2030**, probable situation future inspirée des préconisations du SDRIF sur la densification

des quartiers de gare du Grand Paris, la mise en place du réseau de transport « Grand Paris Express » et une flotte mobile moins polluante telle qu'attendue à l'horizon 2030 ;

- **Volontariste**, favorisant le report modal vers les transports en commun ;
- **ZFE**, « scénario technologique » basé sur un parc roulant dans la métropole de niveau Crit'air 1 ou mieux ;
- **MobFret**, avec changement des pratiques de mobilité proposant une vision du télétravail et une nouvelle organisation du fret.

Un second volet pour l'implémentation d'une représentation innovante et dynamique du fret et de la logistique urbaine dans la plateforme, et pour l'évaluation de leur contribution aux émissions routières. Cette approche inédite utilise l'outil FRETURB pour produire des matrices de fret.

Un dernier volet pour le développement d'une dimension fine échelle pour l'évaluation de la qualité de l'air et *in fine* de l'exposition des individus, en sortie des simulations de CHIMERE. Le calcul de la pollution à l'échelle de la rue

est réalisé par apprentissage avec des données d'observation : il s'agit de corriger les données de CHIMERE en tenant compte de la proximité aux axes routiers et de leur fréquentation.

RÉSULTATS

Les résultats montrent que **l'ensemble des scénarios conduit à une réduction des émissions du trafic routier par rapport au scénario Tendancier**. Toutefois, les amplitudes varient et les leviers de mobilité apparaissent complexes.

L'amplitude des améliorations apportées par les mesures appliquées dans les scénarios est significative lorsqu'il s'agit d'une évolution imposée, comme c'est le cas avec la mise en place d'une ZFE, ou lorsqu'il s'agit de prescrire un fort report modal vers des transports moins polluants comme c'est le cas dans le scénario Volontariste.

Toutefois, **lorsque l'on simule des scénarios mettant en jeu des transformations de pratiques, le modèle prédit des effets spatialisés et des phénomènes de compensation qui limitent l'impact du scénario**. Ainsi, bien que le télétravail concerne 1 travailleur sur 5, la baisse des émissions liées à la mobilité individuelle est beaucoup plus faible, car le télétravail concerne des populations utilisant déjà pour beaucoup les transports en commun, et qu'une baisse de la congestion induit un effet rebond d'augmentation de l'utilisation de la voiture. Enfin, le

modèle continue à assigner aux personnes en télétravail une mobilité non pendulaire.

Par ailleurs, **l'effet levier des scénarios de mobilité diminue logiquement – et fortement – lorsque le scénario de référence contient lui-même une amélioration sensible par rapport à la situation actuelle**, comme c'est le cas du scénario Tendancier 2030 avec une flotte bien moins polluante. De fait, les réductions des flux de trafic ou des rejets moteur des scénarios Volontariste et ZFE (~40%) n'ont qu'un impact modéré sur le total des émissions régionales (~5%) puisque leur contribution est faible. Leur effet sur la qualité de l'air sur une journée moyenne est donc limité (voir Figure). Toutefois, ce constat doit être accompagné de plusieurs considérations. Tout d'abord, il est attendu que les écarts avec le scénario de référence augmentent à fine échelle, du fait de la proximité aux voies routières qui sont la cible des scénarios ; l'impact est donc sous-estimé à l'échelle des simulations CHIMERE. Par ailleurs, les évolutions passées du parc automobile, les crises sociales récentes, ou encore les contestations autour de la ZFE, montrent qu'un renouvellement rapide du parc n'est pas simple. Les actions en faveur des changements de comportement et de mode de vie, ainsi que les efforts pour une plus grande attractivité des modes actifs, ne doivent donc pas être négligés. Ils restent une voie incontournable pour accompagner l'évolution technologique et renforcer notre maîtrise de la qualité de l'air et de l'exposition.

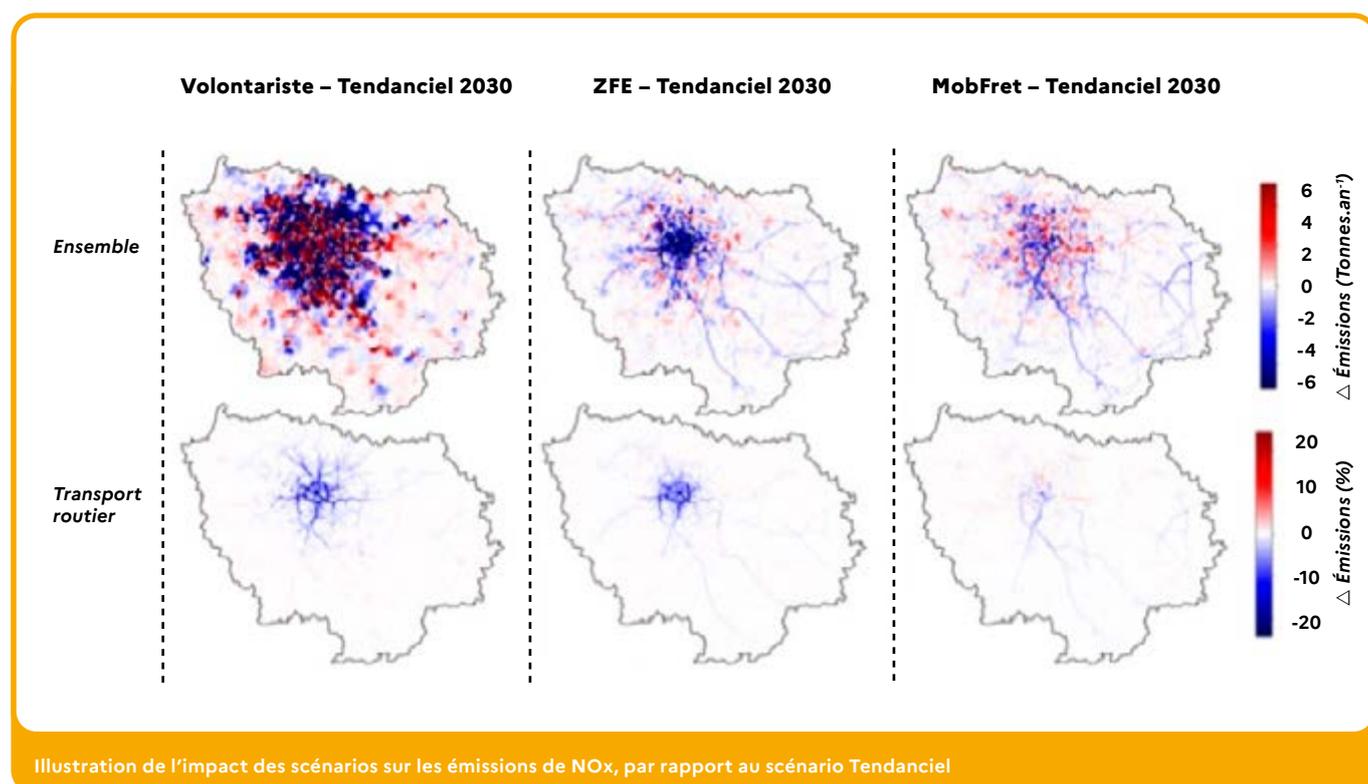


Illustration de l'impact des scénarios sur les émissions de NOx, par rapport au scénario Tendancier

Volontariste – Tendancier 2030

ZFE – Tendancier 2030

MobFret – Tendancier 2030

NO₂

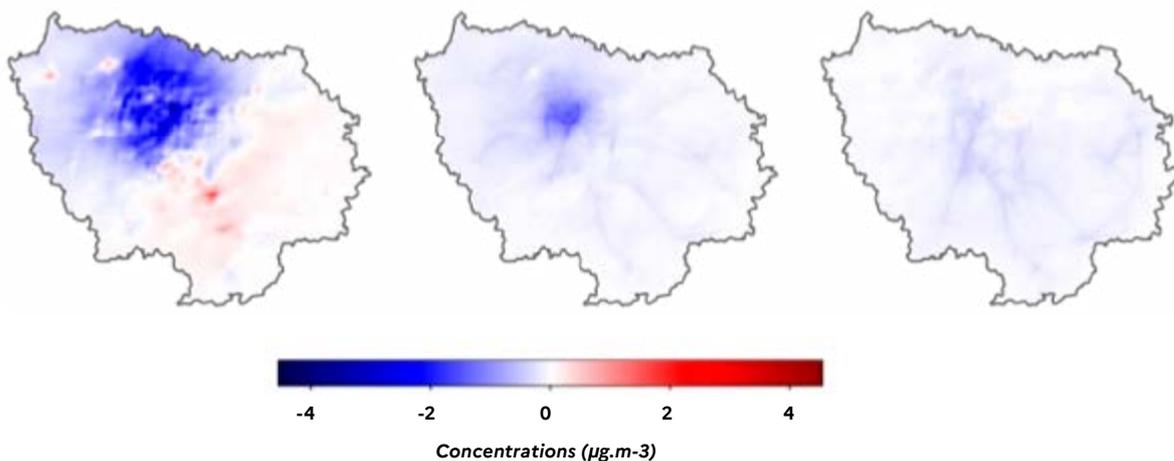


Illustration de l'impact des scénarios sur les concentrations moyennes de NO₂, par rapport au scénario Tendancier 2030

En termes de perspectives, ces résultats appellent à approfondir les scénarios sur plusieurs points :

- Raffiner, spatialement et en termes d'exposition individuelle, les sorties des scénarios;
- Explorer les inégalités sociales et territoriales;
- Mieux comprendre les effets de report, les effets rebonds, et les transferts d'utilité des modes de transport associés aux choix d'action publique.

Enfin, des travaux sont en cours sur l'exposition individuelle au cours de la journée, un paramètre rendu accessible par OLYMPUS (mobilité journalière des individus) et par les développements réalisés dans POLL-EXPO (raffinement des concentrations à l'échelle de l'individu). Il met en avant la nécessité de raffiner notre connaissance des expositions dans les espaces intérieurs (publics et privés) pour compléter l'évaluation de l'impact des scénarios sur l'exposition des populations urbaines aux polluants de l'air.

POUR EN SAVOIR PLUS

Au sujet du projet :
consultez les documents en ligne
dans la **Librairie ADEME**



Au sujet du programme



Coordinatrice du projet :
Isabelle COLL

Université Paris Est Créteil – LISA
isabelle.coll@lisa.u-pec.fr

Partenaires :



QAMECS-MOBILAIR

Qualité de l'air dans la métropole grenobloise



CE QU'IL FAUT RETENIR

À propos du projet :

Le projet interdisciplinaire QAMECS-MOBILAIR a associé des spécialistes de la pollution de l'air, de la modélisation, des mesures environnementales, des projets d'impact sanitaire et des analyses coûts-bénéfices travaillant de concert avec les collectivités territoriales de la métropole grenobloise pour agir sur la qualité de l'air.

Résultats marquants :

- Développement d'une méthode d'identification et d'évaluation de scénarios de politiques publiques visant à réduire l'impact sanitaire de la pollution de l'air ambiant.
- Identification de trois combinaisons de scénarios d'actions sur le trafic routier et le chauffage au bois domestique, permettant de réduire de respectivement 33 %, 50 % et 67 % la mortalité attribuable aux particules fines (PM_{2,5}).

CONTEXTE & ENJEUX

L'agglomération grenobloise fait partie des agglomérations françaises dont la situation est préoccupante du point de vue des polluants atmosphériques. Le chauffage au bois individuel non performant et le trafic routier constituent les principaux leviers d'amélioration de la qualité de l'air sur ce territoire.

Cette pollution atmosphérique a un effet sanitaire majeur sur la morbidité et la mortalité, et le coût économique de ces effets sanitaires est très important pour la société dans son ensemble.

OBJECTIFS

Les objectifs du projet QAMECS-MOBILAIR étaient les suivants :

1. Fournir un état des lieux de la situation de la métropole grenobloise du point de vue de la qualité de l'air, de son impact sanitaire et des coûts économiques associés ;
2. Réaliser une évaluation ex-ante des actions « ville respirable » prévues ainsi que des propositions de scénarios afin de permettre des décisions publiques maximisant le bénéfice sanitaire ;

3. Réaliser un suivi avant/après du plan d'action « ville respirable » (non détaillé ici).

La finalité du projet était également d'apporter des éléments scientifiques, techniques, économiques et sociaux d'aide à la décision.

MÉTHODOLOGIE

La méthodologie développée, de type *backward-forward*, reposait sur la construction d'objectifs sanitaires avec les décideurs locaux, et sur l'identification de mesures pour les atteindre. Un outil original, MECANO, a été développé pour évaluer les scénarios d'actions en termes de concentration de particules fines PM_{2,5} et d'exposition de la population.

Pour chaque scénario d'action identifié, une évaluation de l'impact sanitaire a été réalisée, ainsi qu'une évaluation des coûts. Le suivi de la qualité de l'air a reposé sur les mesures de l'observatoire Atmo Auvergne-Rhône-Alpes dans la métropole grenobloise, mesures qui ont permis une analyse du potentiel oxydant des particules. Les données ont également servi à étudier les contributions spécifiques de la combustion de biomasse et du trafic routier à la pollution atmosphérique.

RÉSULTATS

Le projet QAMECS-MOBILAIR, en comparant l'exposition moyenne dans la métropole grenobloise aux $PM_{2,5}$ de $13,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la période 2015–2017 avec le seuil de référence OMS-2021 de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a estimé à **145 le nombre de décès évitables chaque année, pour des bénéfices économiques associés de 495 millions d'euros**. Trois objectifs de réduction de l'impact sanitaire lié à l'exposition aux $PM_{2,5}$ ont été retenus par les décideurs locaux, correspondant à des réductions de respectivement 33%, 50% et 67% de la mortalité attribuable aux particules fines ($PM_{2,5}$). Grâce à MECANO, trois combinaisons de scénarios d'actions sur le trafic routier et le chauffage au bois domestique permettant d'atteindre ces objectifs sanitaires ont été identifiées.

Jusqu'à 273 décès évitables chaque année dans l'agglomération de Grenoble en appliquant le scénario le plus ambitieux sur le chauffage au bois non performant et le trafic routier.

Ces travaux ont montré qu'il est **possible d'atteindre à terme une division par trois de la mortalité attribuable aux particules fines**. Pour cela, il est nécessaire de combiner des actions sur le chauffage au bois (remplacement des appareils de chauffage individuels au bois non performants) et sur le trafic routier (application d'une ZFE). Sur l'ensemble des scénarios testés, ceux favorisant les reports modaux de la voiture thermique vers les modes actifs (marche, vélo classique ou vélo à assistance électrique) sont les plus intéressants des points de vue sanitaire (co-bénéfices liés à l'accroissement de l'activité physique) et économique.

Ces résultats illustrent l'**importance de promouvoir la transition vers les modes de transport actifs dans une démarche durable de santé publique**.

Par ailleurs, le projet QAMECS-MOBILAIR a montré l'**intérêt de prendre le potentiel oxydant (PO) comme métrique complémentaire à la métrique de la masse, pour identifier les sources impactant la santé**. Ainsi les quatre sources qui contribuent de façon majeure aux concentrations massiques de particules (PM_{10}) sont les sources sulfate-rich et nitrate-rich associées au transport longue distance de particules (échelle régionale), puis viennent la combustion de biomasse liée au chauffage au bois résidentiel et le trafic routier (niveau local), tandis que l'analyse du potentiel oxydant de ces particules indique que les premières sources d'intérêt sanitaire sont les sources locales, à savoir la combustion de la biomasse et le trafic routier.

Au sujet du projet :
consultez les documents en ligne



Coordinateur du projet :

Rémy SLAMA

Inserm-Grenoble
remy.slama@inserm.fr

Partenaires :



AGIR SUR LA MOBILITÉ

QAMECS-SHS

Représentations, perceptions et pratiques de mobilité : quelles implications pour les politiques publiques ?



CE QU'IL FAUT RETENIR

À propos du projet :

Le projet QAMECS-SHS visait à identifier les leviers sur lesquels les politiques publiques et les différentes actions peuvent s'appuyer pour favoriser le transfert vers les modes de transports alternatifs à la voiture. Le projet s'intéressait notamment aux modes actifs (marche, vélo, etc.) mais aussi aux transports en commun, toujours dans l'objectif de favoriser l'efficacité et l'acceptabilité des mesures mises en place.

Résultats marquants :

- Les **perceptions positives de l'impact d'une zone à faibles émissions (ZFE)** sont les principaux déterminants de son acceptabilité par la population.
- La **motivation autonome** (i.e. sentiment de plaisir, croyance dans l'utilité et l'importance du report modal) est positivement corrélée à des habitudes de mobilité active plus élevées et des intentions de report modal.
- La **motivation contrôlée** (i.e. pression sociale, peur d'être critiqué ou jugé) est au contraire négativement corrélée aux habitudes de mobilité active et n'influence pas significativement les intentions de report modal.

CONTEXTE & ENJEUX

En France, l'usage dominant de la voiture représente un problème majeur. En 2019, 81% des Français privilégient la voiture pour leurs déplacements quotidiens, dont 60% sont munies de moteurs diesel. Le trafic routier entraîne des externalités négatives et génère des émissions de NO_x, nuisibles à la santé et responsables de maladies respiratoires et cardiaques.

Promouvoir des modes actifs, comme la marche et le vélo, réduit non seulement ces problèmes, mais combat également la sédentarité en augmentant l'activité physique. Baisse de la pollution et activité physique, grâce au déploiement des modes alternatifs à la voiture, sont autant de leviers qui pourraient contribuer à diminuer le risque de maladies cardiovasculaires qui est aujourd'hui de l'ordre de 30% dans la population française.

Des **Zones à Faibles Émissions (ZFE)** sont progressivement mises en place dans certaines grandes villes pour restreindre la circulation des véhicules les plus polluants. Les mesures pour réduire l'usage de la voiture sont cependant difficiles

à mettre en œuvre. Les impacts potentiels de ces mesures sur les modes de vie nécessitent une évaluation préalable de leur acceptabilité par la population et de ses déterminants.

En parallèle, **comprendre les motivations derrière les choix de transport alternatif** est crucial. La psychologie suggère que l'intention, basée sur la motivation individuelle, est clé pour changer le comportement. La théorie de l'autodétermination explique les motivations allant de l'autonomie au contrôle externe et influençant la satisfaction des besoins psychologiques. Les habitudes jouent aussi un rôle majeur, avec un impact fort sur la perception des alternatives de transport.

Enfin, les préoccupations de santé publique et individuelle peuvent influencer le choix de modes de transport moins polluants et plus actifs.

OBJECTIFS

Dans un objectif général de soutien aux politiques publiques, les trois questions auxquelles QAMECS-SHS a tenté de répondre étaient :

- Quels sont les déterminants de l'acceptabilité d'une ZFE en amont de son instauration ?
- Les motivations et les habitudes déterminent-elles les intentions de choisir des modes de transport moins polluants ? Et si oui, comment ?
- Dans quelle mesure des informations sur les bénéfices sanitaires individuels et collectifs influencent-elles le choix modal ?

MÉTHODOLOGIE

La Métropole de Grenoble, qui a mis en place une ZFE, a constitué un terrain d'étude privilégié pour le projet avec la réalisation de deux enquêtes auprès de la population : une enquête téléphonique et une enquête en ligne.

Enquête téléphonique

L'objectif était de **recueillir des informations** relatives à cinq dimensions :

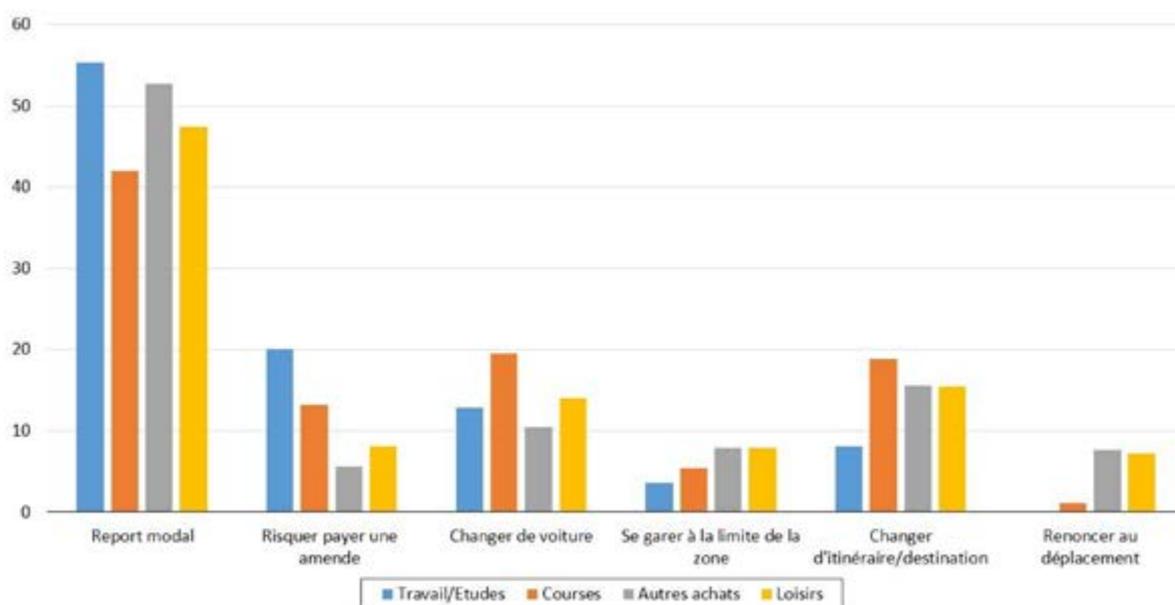
1. sociodémographie et caractéristiques du/des véhicule(s) privé(s) ;
2. qualité de vie et état de santé perçue ;

3. connaissances sur la qualité de l'air et la pollution à Grenoble ;
4. acceptabilité de différentes mesures et questions psychologiques sur les intentions, les habitudes, les motivations et le bien-être pour évaluer l'impact de ces dimensions sur les perceptions et l'acceptabilité des mesures visant à améliorer la qualité de l'air ;
5. habitudes et pratiques de mobilité.

L'enquête a été déployée au printemps 2019 et a permis de récolter 1 304 réponses complètes. Le recrutement des personnes a été effectué sur la base de quotas pré-calculés. Les 49 communes de l'agglomération ont été divisées en trois zones, A - ville de Grenoble, B - « cœur urbain » de l'agglomération et C - territoires périurbains et ruraux ou de montagne, auxquelles s'ajoute la zone D située en dehors de l'agglomération mais adjacente à celle-ci, composée du Grésivaudan et du Voironnais.

Sur la base de ces données, **l'acceptabilité a été évaluée** à l'aide de statistiques inférentielles et de régressions logit binaire. Les déterminants de l'acceptabilité ont été organisés en trois catégories : 1) les facteurs sociodémographiques tels que le sexe ou l'âge, 2) les caractéristiques liées au véhicule possédé comme la vignette Crit'Air, et 3) les facteurs psychologiques tels que les attitudes et les perceptions.

Ces données ont également permis de **tester un modèle théorique de motivation des intentions de changement modal** à l'aide d'un modèle d'équation structurelle. La motivation autonome a été distinguée de la motivation contrôlée.



Changement de comportement déclaré en cas de mise en place d'une ZFE

Enquête en ligne

L'enquête en ligne visait à **évaluer l'impact sur les choix modaux d'informations sur les bénéfices sanitaires** (baisse du risque de maladies cardiovasculaires) liés au choix de modes de transports alternatifs à la voiture. Ces bénéfices sanitaires sont de deux sortes : liés à la baisse de la pollution pour l'ensemble de la population d'une agglomération, et liés à l'activité physique au niveau individuel du fait de la pratique des modes actifs (marche ou vélo) ou l'utilisation des transports en commun.

Ceci a été réalisé sous la forme de **cartes de choix**. Différents scénarios ont été présentés aux répondants en fonction du mode de transport (voiture, transports publics et vélo), de la durée du trajet, du coût du trajet et du risque cardiovasculaire associé. Les données récoltées auprès de 792 personnes ont permis de déployer un modèle de choix discret pour évaluer le rôle des informations sanitaires sur les intentions de choix de mode de transport.

RÉSULTATS

Les résultats montrent que **le projet de ZFE tous véhicules est accepté par une majorité de 54% des répondants** (contre 28% qui y sont opposés et 17% neutres ou indécis) et que **la perception positive de l'impact de la ZFE est le principal déterminant de cette acceptabilité**.

La perception positive du résultat d'un changement de comportement est définie dans la **Théorie du Comportement Planifié** (TCP – Ajzen, 1991), selon laquelle l'intention dépend de trois variables : la **perception négative ou positive** de ce changement de comportement, la **pression sociale perçue** et la **facilité perçue à pouvoir réaliser** ce changement.

L'enquête confirme que les personnes qui ont un véhicule qui sera interdit dans la ZFE expriment une moins forte acceptabilité, ainsi que les personnes ayant peu d'habitude des mobilités actives. **Les caractéristiques sociodémographiques ne sont pas déterminantes du niveau d'acceptabilité**

individuel. En cas de mise en place de la ZFE, **les reports modaux seraient privilégiés comme solution d'adaptation**, notamment dans le cadre des déplacements domicile-travail, mais **les enjeux d'accessibilité physique, économique et sociale des transports en commun seraient fortement sollicités** pour accompagner la mise en place de la ZFE (voir figure).

Ces résultats ont encouragé les porteurs du projet à étudier les déterminants des intentions de comportements de mobilité active. Ils ont montré que la **motivation autonome** (i.e. sentiment de plaisir, croyance dans l'utilité et l'importance du report modal) est **positivement corrélée avec des habitudes de mobilité active plus élevées et des intentions de report modal**. En revanche, la motivation autonome n'a qu'un effet indirect sur les intentions, par rapport à la **forte influence qu'ont les habitudes de mobilité** sur le changement de comportement. Au contraire, la **motivation contrôlée** (i.e. pression sociale, peur d'être critiqué ou jugé) est **négativement corrélée aux habitudes de mobilité active et n'influence pas significativement les intentions de report modal**.

Enfin, les résultats du modèle de choix discret montrent que la **communication d'informations sur les risques** sanitaires (maladies cardiovasculaires), liés à la fois à la pollution atmosphérique et au manque d'activité physique, influence les intentions de choix modal.

La communication d'informations sur les risques sanitaires influence les intentions de choix modal.

Au sujet du projet :
consultez les documents en ligne
dans la **Librairie ADEME**



Au sujet du programme



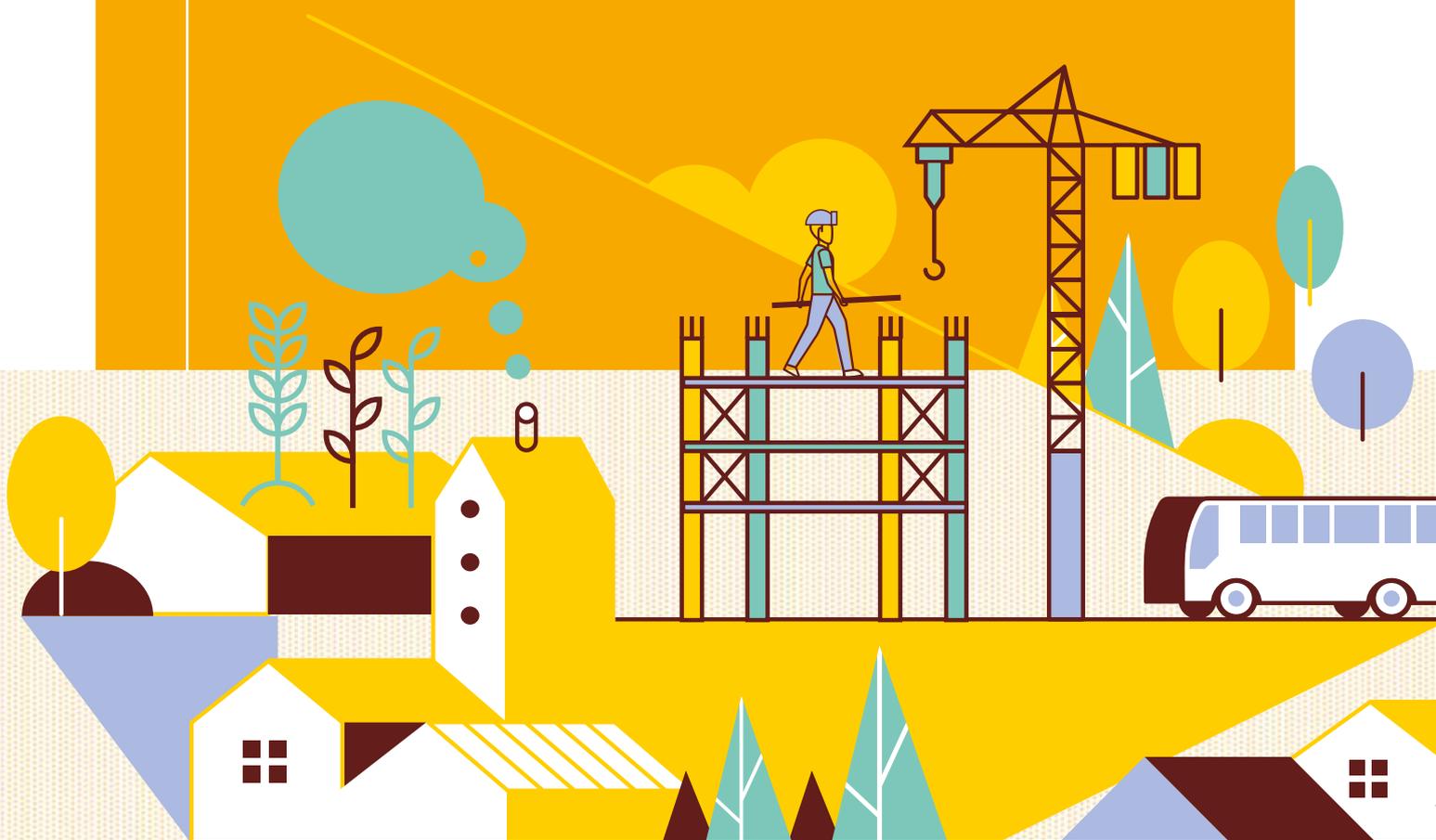
Coordinatrice du projet :
Sandrine Mathy

GAEL – Laboratoire d'Économie
Appliquée de Grenoble
sandrine.mathy@univ-grenoble-alpes.fr

Partenaires :



2 TRANSFORMER ET AMÉNAGER LA VILLE



TRANSFORMER ET AMÉNAGER LA VILLE

AIRMES

Modélisation microscopique prédictive des effets du trafic routier sur les émissions et concentrations de polluants atmosphériques



CE QU'IL FAUT RETENIR

À propos du projet :

Le modèle AIRMES est une méthodologie microscopique destinée au calcul des émissions et des concentrations de polluants dues au trafic routier.

Grâce à l'application Geco air, des données ont été récupérées sur les polluants émis pendant la conduite, ce qui a permis de construire un système prédictif à une échelle de temps et d'espace réduite pour anticiper les endroits où le trafic génère plus d'émissions polluantes.

Résultats marquants :

- Les émissions d'oxydes d'azote (NO_x) et de particules fines (PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$) sont plus élevées lors des pentes et des accélérations qui sont plus nombreuses dans les épisodes de congestion, dans les croisements de route régulés par des feux, au niveau de ralentisseurs.
- Une conduite adaptée permet de réduire ces émissions d'un facteur allant jusqu'à 4.

CONTEXTE & ENJEUX

Le secteur des transports routiers représente la source la plus importante d'émissions d'oxydes d'azote, malgré les nombreuses mesures mises en place par les pouvoirs publics et les progrès technologiques dans les systèmes de DeNox.

Les outils actuels de monitoring de la qualité de l'air ne permettent pas d'isoler et d'estimer avec précision la part d'émissions en usage réel due au transport routier, ainsi que leur localisation spatiale. Par conséquent, il s'avère difficile pour les villes de prendre les bonnes décisions en matière d'aménagement de l'infrastructure routière et de réglementation pour améliorer la qualité de l'air sans avoir à disposition des outils précis d'évaluation et de projection d'impact des mesures envisagées sur les émissions et les concentrations de polluants du transport routier.

OBJECTIFS

L'objectif du projet AIRMES était de concevoir et développer de nouvelles méthodologies pour la modélisation des émissions et des concentrations en polluants atmosphériques en se basant sur les données d'usage réel des véhicules collectées grâce à l'application Geco air.

La finalité de ces nouveaux outils est d'être capable de modéliser les émissions à l'échappement, puis les concentrations de polluants, avec une résolution spatiale (10 mètres) et temporelle (5 minutes) fine, afin de permettre aux villes de comprendre et d'identifier les zones critiques en matière de polluants, ainsi que l'impact de la réglementation et de l'infrastructure.

MÉTHODOLOGIE

Le projet AIRMES a consisté en une collecte de données, d'une part de données de trafic et de données cartographiques, d'autre part de données de pollution liées à la circulation, dans le but d'élaborer un **modèle mathématique prédictif pour mesurer les effets du trafic sur la qualité de l'air**.

Les données de conduite en usage réel ont été acquises à haute fréquence (1 Hz) par le capteur GPS du smartphone et collectées sur le territoire français par les utilisateurs de l'**application Geco air** (développée par IFPEN avec le soutien de l'ADEME). L'expérimentation du projet a été effectuée dans le quartier Euroméditerranée (Euromed) de Marseille.

Grâce aux données récupérées, la première partie du projet a permis d'élaborer une **modélisation des profils de vitesse véhicule sur chaque segment de route**, puis une modélisation microscopique des émissions de NO_x, de PM et de CO₂¹ à l'échappement, pour enfin modéliser la dispersion de ces polluants.

Ensuite, les modèles obtenus ont été appliqués au quartier d'Euromed à Marseille, selon différents scénarios et en analysant la dissémination au niveau local des particules polluantes pour chacun d'entre eux. Les modèles obtenus ont été testés et comparés avec l'**état de l'art COPERT**

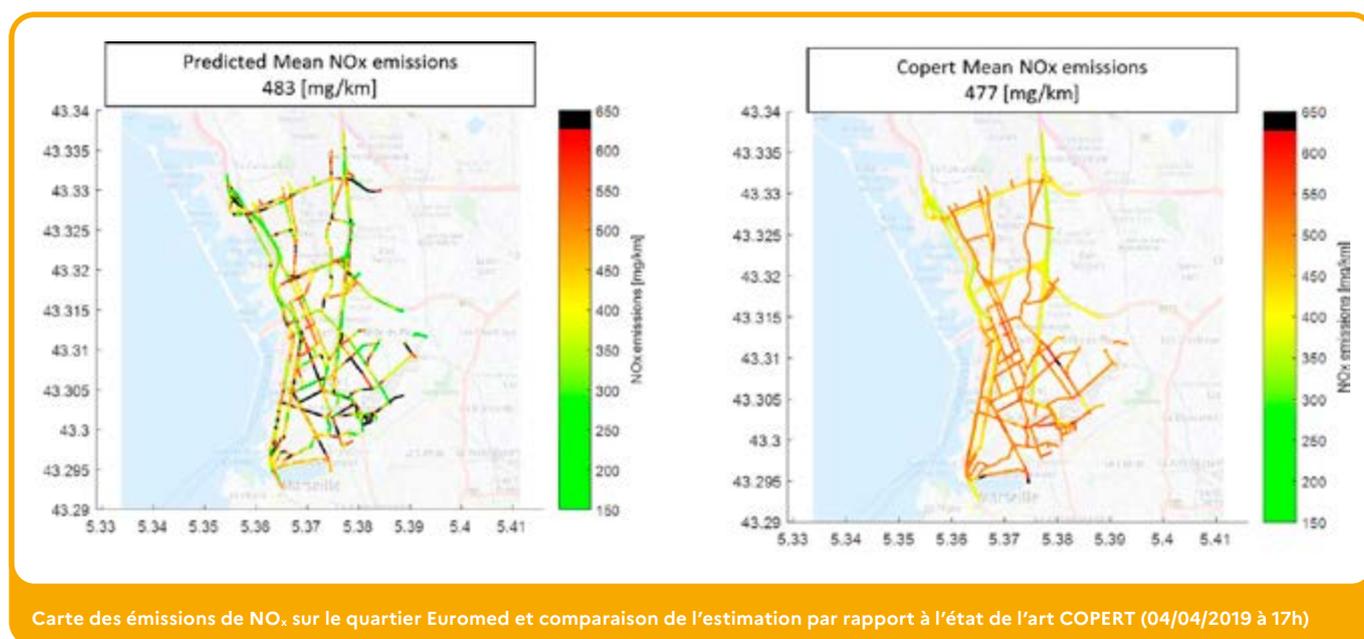
(modélisation de la pollution liée au trafic à échelle macroscopique), pour définir leur marge d'erreur et leur fiabilité dans des « zooms », c'est-à-dire à échelle microscopique comme à l'endroit des feux de circulation.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Ces modélisations ont permis la construction d'une base de données de conduite en temps réel des automobilistes et des émissions liées dans le quartier d'Euromed, ainsi que la mise en place d'une campagne de sensibilisation des conducteurs.

Le projet a permis de mettre en évidence la **forte sensibilité des émissions polluantes aux conditions de conduite, liées aux propriétés de la route** (pente, congestion, courbure, etc.) **et de son aménagement** (signalisation, intersections, etc.). L'utilisation d'un modèle microscopique permet de capter la sensibilité aux accélérations. L'impact de l'infrastructure devient alors visible. Les différentes **technologies de motorisation et de dépollution des véhicules** ont également été prises en compte dans les algorithmes de calcul.

L'ensemble de ces travaux a permis de montrer que l'on pouvait être plus précis dans le calcul des émissions de particules et de NO_x par rapport aux méthodes de référence qui ne tiennent pas compte de ces différents paramètres et sous-estiment le plus souvent les émissions.



Carte des émissions de NO_x sur le quartier Euromed et comparaison de l'estimation par rapport à l'état de l'art COPERT (04/04/2019 à 17h)

1. Les oxydes d'azote et les particules sont des polluants atmosphériques ayant un impact sanitaire. Le CO₂ est un gaz à effet de serre ayant un impact sur le dérèglement climatique.

AIRMES

Modélisation microscopique prédictive des effets du trafic routier sur les émissions et concentrations de polluants atmosphériques



Moyenne journalière des concentrations en NO₂ calculées avec des émissions AIRMES (à gauche) ou COPERT (à droite)

Tous les développements réalisés dans ce projet ont été pensés et conçus pour ne pas nécessiter de phase préalable de collecte de données, ce travail pouvant s'avérer long et contraignant pour les opérateurs. Ainsi, ces solutions sont rapides à déployer sur de nouveaux territoires et sont donc reproductibles pour un faible coût.

Les inventaires d'émissions issus des modèles microscopiques ont ensuite été couplés avec succès à un modèle de dispersion atmosphérique haute résolution sur le territoire d'étude, afin de calculer les concentrations de polluants et la qualité de l'air. Les cartographies de la qualité de l'air, calculées à partir d'un modèle microscopique à haute résolution de la dispersion, confirment ainsi la forte influence de déterminants comme la structure du parc roulant, la pente et les conditions de trafic, et permettent d'étudier finement la qualité de l'air de différents micro-environnements. Dans les zones critiques pour la qualité de l'air, il est alors possible de mieux comprendre et de proposer des solutions plus ciblées d'aménagements routiers.

Au-delà des améliorations scientifiques apportées, le projet AIRMES a par ailleurs montré la sensibilité des acteurs (citoyens, entreprises et organisations) du quartier d'Euroméditerranée aux problématiques de la qualité de l'air et leur volonté de mise en œuvre d'actions pour son amélioration.

Les méthodologies AIRMES pourront être couplées à des plateformes de simulation de trafic, dans le but de réaliser des prédictions et de comparer l'impact de différents scénarios d'aménagement de voirie, et ouvrent des possibilités de construire des outils de supervision de la qualité de l'air à fine échelle.

Les méthodes de référence
COPERT basées
sur des vitesses moyennes
de circulation **peuvent**
sous-estimer jusqu'à 50 %
les émissions de NO_x
et de particules.

RECOMMANDATIONS

Les méthodologies AIRMES pourront être couplées à des plateformes de simulation de trafic dans le but de **réaliser des prédictions et de comparer l'impact de différents scénarios d'aménagement de voirie.**

Elles ouvrent également des possibilités de **construire des outils de supervision de la qualité de l'air à fine échelle.** Intégrées dans une plateforme numérique SmartCity, elles permettraient d'aider à la décision dans la gestion de la qualité de l'air en ville (avec une vision systémique : gestion dynamique de la circulation, prise en compte de la météorologie, des émissions de polluants pour piloter la qualité de l'air sur le territoire).

Au sujet du projet :
consultez les documents en ligne
dans la **Librairie ADEME**



Au sujet du programme



Coordinateur du projet :
Giovanni De Nunzio
IFP Énergies nouvelles
giovanni.de-nunzio@ifpen.fr

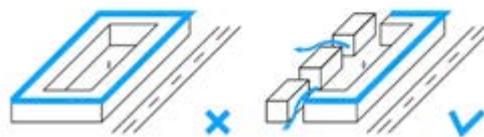
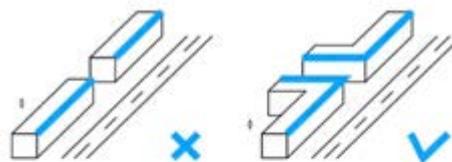
Partenaires :



TRANSFORMER ET AMÉNAGER LA VILLE

MODELAIRURBA

Modéliser la qualité de l'air dans un secteur d'urbanisation contraint



CE QU'IL FAUT RETENIR

À propos du projet :

À partir d'une expérimentation menée à Plaine Commune (Seine Saint-Denis) sur deux projets urbains à des stades d'avancement différenciés, le projet MODELAIRURBA propose des réponses opérationnelles concrètes pour limiter l'exposition à la pollution atmosphérique des habitants et usagers des futurs projets urbains situés aux abords d'axes routiers très pollués.

Résultats marquants :

- **Développement d'une méthodologie complète** : campagnes de mesures, simulations numériques 3D de la pollution atmosphérique, définition de scénarios d'aménagement potentiels, formulation de préconisations.
- Un outil d'aide à la décision qui peut être utilisé par d'autres collectivités **pour concevoir des projets d'aménagement urbain dans des secteurs contraints, tout en respectant l'enjeu majeur de ne pas surexposer les populations à la pollution de l'air.**

CONTEXTE & ENJEUX

La pollution atmosphérique, identifiée par l'OMS comme une menace majeure pour la santé, devient critique, notamment dans les villes denses. En 2019 en Île-de-France, entre 500 000 et 1 million de Franciliens ont été exposés à des niveaux de dioxyde d'azote (NO₂) dépassant les valeurs limites réglementaires.

Pour Plaine Commune, le projet MODELAIRURBA s'inscrit dans une demande politique préexistante. Dès le PLUi de 2019, des recommandations avaient été émises pour aborder ces enjeux, particulièrement pour les établissements sensibles, au travers d'une Orientation d'Aménagement et de Programmation (OAP) dédiée « Environnement et Santé ». L'année suivante, MODELAIRURBA est devenue un nouvel outil pour mieux intégrer qualité de l'air et conception des projets, analysant finement la dispersion des polluants pour prévenir leurs impacts sur la santé des résidents.

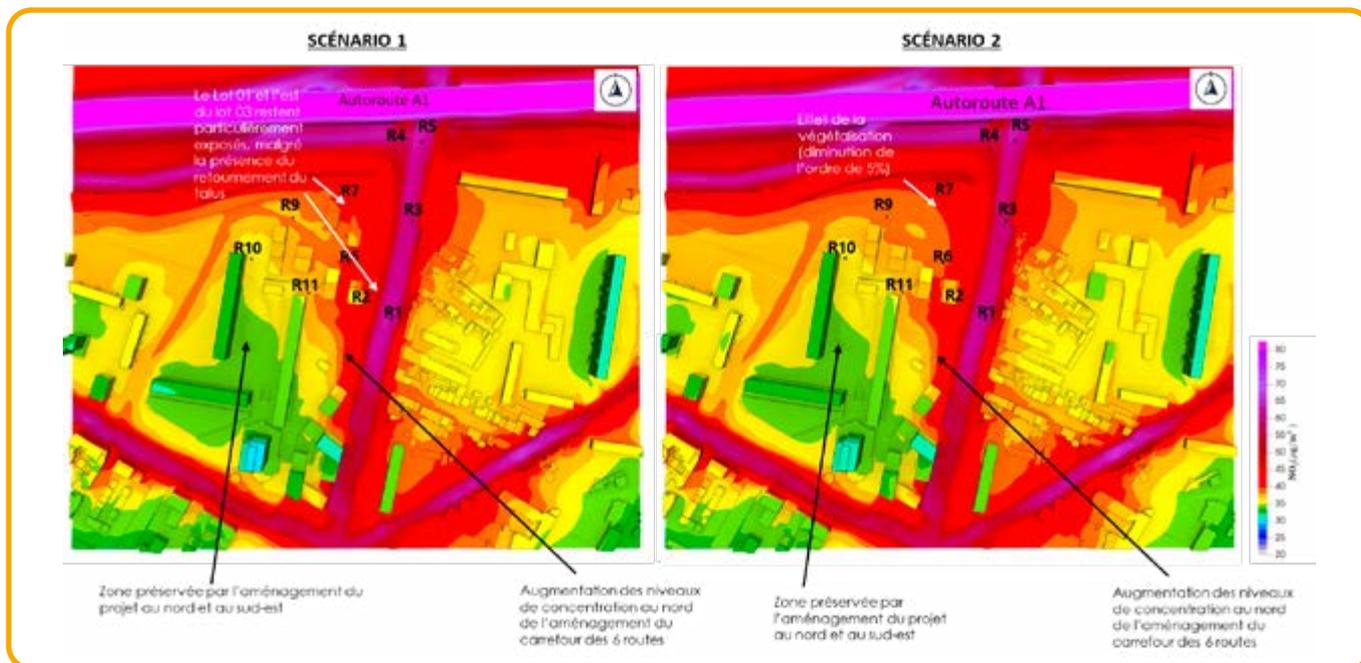
OBJECTIFS

Le projet visait à objectiver les enjeux de pollution à partir de données locales (campagne de mesures, données météorologiques, trafic, etc.) ajustées à une maille très fine par une modélisation 3D du projet, puis à proposer des solutions concrètes pour réduire l'exposition à la pollution atmosphérique.

Il s'est déroulé en quatre phases avec trois objectifs majeurs : évaluer la pollution actuelle dans les secteurs des Six-Routes et de la Porte de la Chapelle, affiner les scénarios d'aménagement urbain pour réduire l'exposition et formuler des recommandations pour intégrer la qualité de l'air dans les projets d'aménagement et les politiques publiques de Plaine Commune.

METHODOLOGIE

Le projet MODELAIRURBA résulte d'une **collaboration inédite entre un territoire (élus et équipes techniques), un aménageur, des équipes de conception urbaine, des bureaux d'études et des experts en qualité de l'air.**



Deux zones d'aménagement près de l'autoroute A1 ont été choisies comme sites d'expérimentation. Des modèles 3D haute résolution ont permis de cartographier les niveaux initiaux de pollution en dioxyde d'azote NO₂, particules fines PM₁₀/PM_{2,5} et benzène. En s'appuyant sur ces données et sur une analyse multidimensionnelle, deux scénarios d'aménagement ont été créés, puis comparés en termes d'impact sur la qualité de l'air, guidant ainsi les politiques publiques de Plaine Commune.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Le projet MODELAIRURBA montre que le dioxyde d'azote (NO₂), principalement émis par les véhicules routiers, demeure le polluant le plus préoccupant dans les deux zones étudiées.

Les scénarios « protecteurs », favorisant la distance aux voies et la création de fronts bâtis hauts, ont été retenus pour protéger les habitants. Des recommandations détaillées en aménagement paysager, ventilation et maintenance ont été formulées.

Les projets futurs, aménagements et plans directeurs s'inspireront de l'approche « Éviter, Réduire, Protéger, Informer, Inciter » testée au cours du projet dans les deux secteurs pilotes, qui invite à prendre en compte la qualité de l'air comme donnée d'entrée. L'objectif de Plaine Commune est d'utiliser les enseignements tirés de MODELAIRURBA pour enrichir les documents-cadres du territoire tels que le Plan Local d'Urbanisme Intercommunal, le Plan Local de Mobilité et le Plan Climat Air Énergie Territorial. Enfin, ce travail partagé des recommandations pouvant être reprises par d'autres secteurs et d'autres territoires.

POUR EN SAVOIR PLUS

Au sujet du projet :
consultez les documents en ligne
dans la **Librairie ADEME**



Au sujet du programme



Coordinatrice du projet :
Mélanie ECK

Délégation générale à la transformation
écologique et la résilience de Plaine Commune
Melanie.ECK@plainecommune.fr

Partenaires :



TRANSFORMER ET AMÉNAGER LA VILLE

CHAC Annecy

Mobiliser les acteurs du BTP sur la qualité de l'air – Élaboration d'une charte de réduction des émissions de polluants sur les chantiers du BTP



CE QU'IL FAUT RETENIR

À propos du projet :

Le projet CHAC Annecy a fédéré les acteurs locaux du BTP pour la formulation d'actions concrètes en faveur de la prise en compte de la qualité de l'air.

Résultats marquants :

- la co-rédaction d'une charte « Chantiers Air Climat »;
- la formulation d'actions concrètes en faveur de la prise en compte de la qualité de l'air par les acteurs du BTP (voirie, réseaux, construction, etc.);
- l'adoption de la charte par plus de trente donneurs d'ordres et entreprises du territoire du Grand Annecy;
- vocation à être utilisée dans la commande publique et privée.

CONTEXTE & ENJEUX

La communauté d'agglomération du Grand Annecy est confrontée à la préservation de sa qualité de l'air. La part de pollution atmosphérique attribuée au secteur du Bâtiment et Travaux Publics (BTP) est essentiellement liée au transport, mais aussi aux activités de démolition, aux « poussières » liées aux opérations de terrassement, à la circulation sur terre non revêtue, ou encore à l'utilisation de certains matériaux.

Le Grand Annecy s'est engagé dans la préservation de sa qualité de l'air, notamment au moyen de son Plan Climat Air Énergie Territorial (PCAET) en 2021, dont l'une des actions vise à réduire les émissions de polluants atmosphériques dans le secteur du BTP.

C'est dans ce cadre que la démarche « Chantiers Air Climat » a été lancée.

OBJECTIFS

L'objectif principal du projet était de mobiliser tous les acteurs du BTP du territoire autour de bonnes pratiques permettant de faire baisser les émissions polluantes de ce secteur. La charte Chantiers Air Climat propose de

décider, en amont du chantier et selon les enjeux identifiés, des conditions d'action qui seront ensuite retranscrites dans les documents contractuels liés à l'opération. En raison de la multitude d'acteurs à impliquer, un des enjeux de la démarche est d'identifier, de diagnostiquer et de fédérer tous les acteurs de la filière autour du projet.

MÉTHODOLOGIE

Pour la réalisation de ce projet, le Grand Annecy s'est fait accompagner par la société Durabilis.

Le projet s'est déroulé selon les étapes suivantes :

- Une **phase de benchmark** a consisté en une recherche documentaire et une sollicitation du réseau d'acteurs pour collecter des informations sur la pollution de l'air générée et les actions permettant de réduire les émissions polluantes sur chantiers.
- Un **diagnostic des acteurs et des chantiers** du territoire avait pour objectif principal d'inventorier les différentes pratiques sur les chantiers en cours sur le Grand Annecy. Il a ainsi permis d'identifier les organismes susceptibles d'appliquer la charte.

CHAC Annecy

Mobiliser les acteurs du BTP sur la qualité de l'air – Élaboration d'une charte de réduction des émissions de polluants sur les chantiers du BTP



Déroulé de l'étude CHAC Annecy

- La **rédaction de la charte** : les acteurs du territoire identifiés au cours des deux premières phases (maîtres d'ouvrage et entreprises du BTP) ont été sollicités pour la rédaction de la charte. Ce travail s'est effectué dans le cadre d'une démarche collaborative sous la forme de trois groupes de travail.
- En parallèle de l'élaboration de la charte, des **chantiers pilotes** ont été sélectionnés et équipés avec des microcapteurs afin d'évaluer l'efficacité des mesures préconisées pour la réduction des émissions de polluants.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Le projet a ainsi abouti à la formulation d'une charte « Chantiers Air Climat ». La **Charte CHAC est à la fois une méthodologie et une boîte à outils** prévoyant un cadre concret pour mettre en place des actions de réduction des émissions à différentes étapes et en distinguant trois catégories de chantiers. Elle est disponible sur le site internet du Grand Annecy : <https://www.grandannecy.fr/france/DT1662985483/page/Chantiers-Air-Climat.html>

Plusieurs recommandations et conclusions ressortent de ce projet. **Pour être efficaces, les mesures doivent être définies dès la conception du projet**, phase pendant laquelle le maître

d'ouvrage doit se saisir des enjeux, les rendre contractuels et se doter de moyens de contrôle pour en faire respecter l'application. Les difficultés que peuvent rencontrer les décideurs pour l'application de cette charte sont :

- Le coût supplémentaire qui peut être induit par certaines mesures ;
- La nécessité d'intégrer des critères environnementaux forts, qui doivent être portés par le maître d'ouvrage et se répercuter sur l'ensemble de la chaîne d'acteurs du chantier (maître d'oeuvre, entreprises du BTP, etc.) ;
- La difficulté de suivi et de contrôle de la bonne application des mesures sur les chantiers.

Pour le Grand Annecy, l'application de la démarche permettra d'inscrire la charte dans un processus d'amélioration continue, afin de la faire évoluer vers la méthode la plus efficace possible pour réduire les émissions de polluants liées au secteur du BTP.

La démarche décrite est reproductible et peut facilement être adaptée par d'autres collectivités et/ou organismes désireux de mettre en place une démarche similaire. Elle présente l'avantage de pouvoir s'appliquer au cas par cas, selon les caractéristiques du chantier considéré.

Au sujet du projet :
consultez les documents en ligne
dans la **Librairie ADEME**



Au sujet du programme



Coordinatrice du projet :
Émilie BELOT

Direction de l'environnement
du Grand Annecy
ebelot@grandannecy.fr

Partenaires :



TRANSFORMER ET AMÉNAGER LA VILLE

EPMC

Émissions de Particules lors de Chantiers Urbains et Évaluation des Mesures de Prévention



CE QU'IL FAUT RETENIR

À propos du projet :

Le projet EPMC (Émissions de Particules lors de Chantiers Urbains et Évaluation des Mesures de Prévention) mené par la ville de Lille en 2021 avait pour enjeu une meilleure évaluation des émissions de particules fines lors de chantiers urbains, avec ou sans mise en œuvre de mesures de réduction de ces émissions.

Résultats marquants :

- Le choix de techniques efficaces de réduction des émissions de poussières dépend du chantier, de son environnement et des conditions météorologiques.
- Importance de préciser les techniques d'abattement et leurs conditions de mise en œuvre dès la conception et la passation des marchés avec les entreprises.

CONTEXTE & ENJEUX

En 2014, les activités de construction (chantier et BTP) représentaient 13% des émissions de Particules Totales en Suspension (TSP) et 8% des émissions nationales de PM₁₀ (particules fines de diamètre aérodynamique inférieur à 10 micromètres) du secteur industriel français. Cependant, les études sur la quantification des émissions issues des chantiers urbains restent principalement axées sur l'exposition des travailleurs.

OBJECTIFS

Les expérimentations menées dans ce projet avaient pour objectifs :

- Une évaluation de l'impact des activités de déconstruction sur les niveaux de concentration des poussières à proximité du chantier.
- Une évaluation de l'efficacité des techniques de réduction des émissions mises en œuvre.
- Une évaluation de la pertinence de différentes instrumentations de mesures et de leur couplage à la modélisation pour la surveillance des émissions de chantiers.

Enfin, un dernier objectif était d'utiliser les enseignements du projet pour émettre des recommandations adaptées à intégrer aux cahiers des charges des chantiers, notamment ceux de démolition.

MÉTHODOLOGIE

L'étude des émissions de particules du chantier de déconstruction choisi dans le projet EPMC s'est déroulée en plusieurs étapes :

- Une campagne de mesures de la concentration en particules a été menée en 2021 à l'aide de microcapteurs déployés dans un rayon de 200 m autour du chantier. Une station sur place avec appareil de mesure de référence a également été mise en place.
- Des mesures LiDAR (radar 3D) et des vols de drones équipés d'instruments pour la mesure ponctuelle de la concentration massique en PM₁₀ ont été réalisés.
- Une modélisation du panache des émissions de particules fines a été menée sur la base des observations réalisées.

Les techniques de réduction des émissions de particules mises en œuvre lors de l'étude sont la brumisation des matériaux à déconstruire (Turboram), l'arrosage à la lance incendie des matériaux à déconstruire et l'arrosage monté sur la tête de pelle de déconstruction.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Bien que les expérimentations n'aient pas permis d'évaluer l'efficacité des techniques de réduction des émissions mises en œuvre (en particulier du fait des conditions météorologiques hivernales et pluvieuses), la campagne de mesure des concentrations a permis d'**identifier les épisodes de génération de poussières** suivants :

- ponctuels (60 à 75 minutes);
- en nombre limité (17 événements sur 20 jours);
- d'amplitude de concentration modérée;
- d'un impact limité à distance (rayon de 75 mètres en aval éolien).

L'information brute donnée par les capteurs peut être difficile à interpréter à cause de l'influence des conditions du chantier. Des mesures sur un pas de temps réduit (plus en phase avec la dynamique des émissions) devraient permettre une meilleure évaluation des émissions de particules. De plus, des données plus objectives fournies par des mesures en amont et en aval permettent de mieux les quantifier.

Le déploiement d'un réseau de capteurs peut être compliqué sur le terrain d'un chantier, car ce dernier est tributaire de leur autonomie limitée en énergie (sauf à pouvoir se raccorder à une infrastructure d'énergie mais plus contraignante pour l'implantation des capteurs). Le LiDAR présente un réel intérêt, mais requiert une expertise élevée pour la manipulation et l'exploitation des données. Les conditions matérielles pour implanter cet équipement sont également un facteur limitant le déploiement. Le drone n'a eu ici qu'un

intérêt limité pour l'intégration spatiale des concentrations, mais représente en revanche un intérêt marqué pour la calibration des données LiDAR.

Les recommandations émises soulignent la **nécessité de mettre en œuvre des techniques de réduction des émissions de polluants sur les chantiers**. En outre, l'implication des donneurs d'ordre et des acteurs du BTP dans la mise en place de bonnes pratiques, en amont et tout au long du suivi de chantier, est nécessaire pour réduire les impacts de ce secteur sur la qualité de l'air.

À l'échelle du territoire de Lille, les émissions du secteur de la construction représentent 10% des émissions de PM₁₀ (14,2 tonnes).

Au sujet du projet :
consultez les documents en ligne
dans la **Librairie ADEME**



Au sujet du programme



Coordinateur du projet :
Olivier SAVY

Commune de Lille
osavy@mairie-lille.fr

Partenaires :



TRANSFORMER ET AMÉNAGER LA VILLE

CARTHAGE

Contribution de l'Air dans les Risques et Transferts associés aux HAP en Agricultures urbaines : Gestion et Évaluation



CE QU'IL FAUT RETENIR

À propos du projet :

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) sont des polluants présents dans les environnements urbains. Le projet CARTHAGE a étudié les mécanismes de transfert de HAP de l'environnement (sols, air...) vers les plantes potagères. A également été étudié l'impact de quatre modalités de cultures et de préparation pour la consommation sur l'exposition et les risques sanitaires liés aux HAP pour les travailleurs et usagers de trois micro-fermes urbaines, ainsi que pour les consommateurs des végétaux cultivés.

Résultats marquants :

- Les serres ne stoppent pas la contamination des végétaux aux HAP;
- Les légumes feuilles sont plus exposés aux sources de pollution que les légumes fruits et racines;
- Le lavage des légumes-feuilles ou l'épluchage des légumes-racines réduit leur teneur en HAP.

CONTEXTE & ENJEUX

Les **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)**, émis lors de combustions incomplètes, sont présents dans l'atmosphère à la fois sous forme de gaz et de particules. La source anthropique principale d'émissions de HAP est le chauffage résidentiel puis dans une moindre mesure le trafic routier. Ces sources sont très présentes dans les zones à forte densité de population. Les HAP émis et présents dans l'atmosphère peuvent provoquer, à des degrés divers, des **troubles respiratoires, des maladies cardiovasculaires, voire des cancers**. Suite à sa revue de la littérature en 2010, le Centre International de Recherche sur le Cancer a classé le benzo(a)pyrène (BaP) comme cancérigène avéré, trois autres HAP comme cancérigènes probables et 11 autres comme cancérigènes possibles. Le benzo(a)pyrène est considéré comme traceur du risque cancérigène lié aux HAP dans l'air ambiant. Les HAP forment des dépôts sur les végétaux et contaminent les sols et les eaux. Ils peuvent s'accumuler dans les végétaux ou les animaux destinés à l'alimentation.

La **végétalisation urbaine à des fins alimentaires** se développe en France via diverses formes (fermes et potagers urbains en plein air, sous serre, sur les toits, etc.), mais les **enjeux**

sanitaires restent peu étudiés. Au-delà des conséquences potentielles sur le rendement des cultures, la contamination des fruits et légumes cultivés peut les rendre impropres à la consommation

OBJECTIFS

Le projet CARTHAGE (2018-2023) réalisé par l'Ineris en collaboration avec AgroParistech, avait pour objet d'évaluer, via la mise en place de différentes modalités d'expérimentations en conditions réelles sur des micro-fermes urbaines en Ile-de-France pendant une à deux années de culture :

- La **contribution de la pollution atmosphérique à la contamination des végétaux** en HAP, en distinguant les **différents mécanismes de transferts** tels que les transferts foliaire et racinaire;
- L'**influence de la localisation des cultures** (urbain/périurbain, trafic routier) sur les **rendements agricoles** et la **qualité sanitaire et organoleptique des végétaux**;
- L'**exposition et les risques sanitaires** liés aux HAP pour les **travailleurs et les usagers des micro-fermes urbaines** ainsi que pour les **consommateurs des végétaux cultivés**.

Plus de 400 échantillons analysés en HAP (sol urbain, dépôts, air, végétaux potagers) – 4 modalités de culture et 3 modes de préparation pour les légumes étudiés

Le projet visait à caractériser et documenter les teneurs en HAP des productions issues des micro-fermes urbaines étudiées. Ces pollutions aux HAP jusqu'ici peu étudiées dans un contexte urbain, sont suivies dans plusieurs matrices telles que les sols superficiels, les végétaux potagers, l'air et les retombées atmosphériques issues d'une part d'éventuelles poussières liées aux sols cultivés, mais aussi aux HAP présents dans l'air ambiant. Il devait permettre d'acquérir des données sur les **transferts des HAP vers les végétaux en contexte urbain**.

MÉTHODOLOGIE

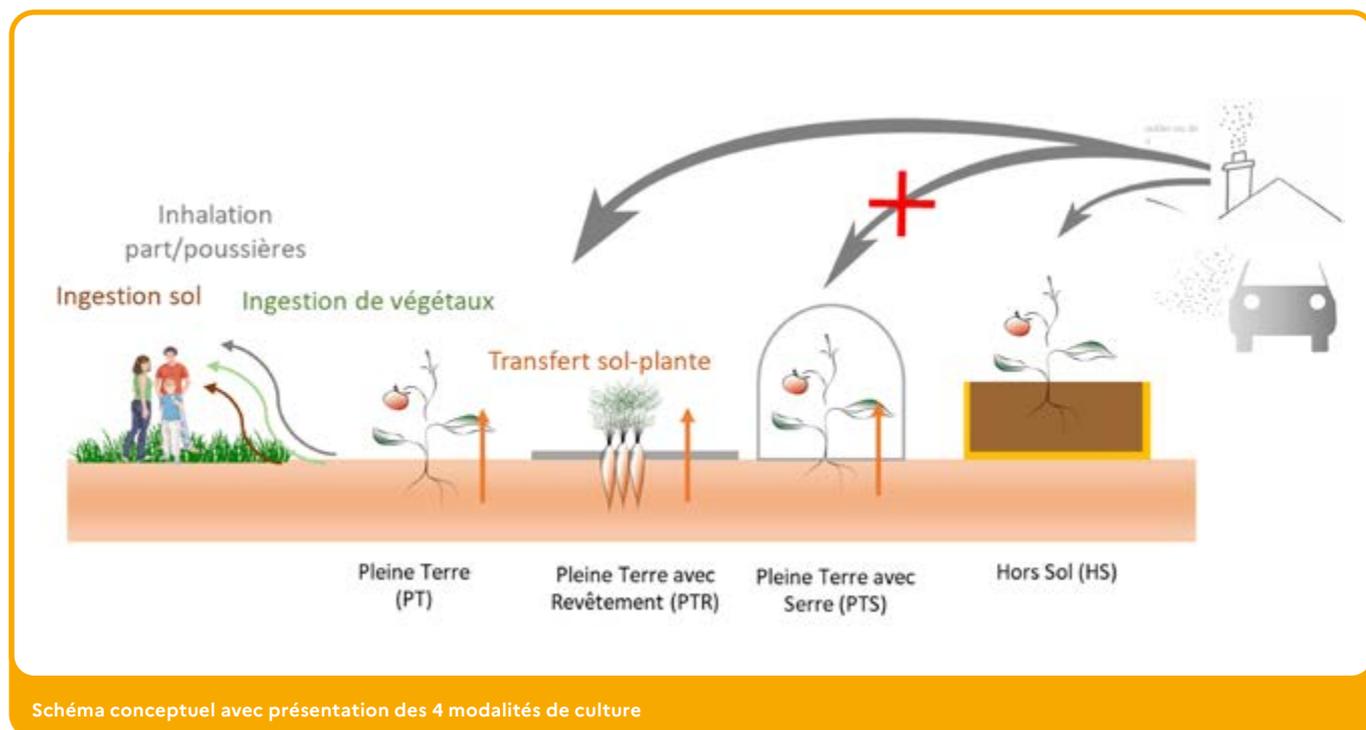
Le projet a été conduit sur trois micro-fermes de région parisienne et s'est déroulé en quatre grandes étapes :

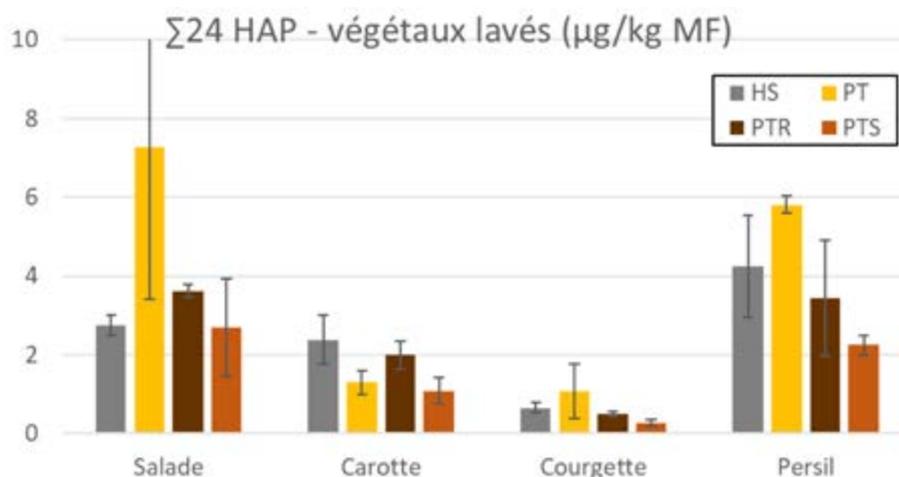
1. Analyse des sources de contamination par les HAP en agriculture urbaine via le sol, l'air et l'eau.
2. Étude de l'influence de la modalité de **culture** (hors sol, sous serre, pleine terre ou pleine terre avec un revêtement) et de **préparation** (lavage, épluchage, cuisson) des végétaux ;
3. Étude du niveau de contamination et des voies d'exposition en agriculture urbaine pour évaluer le risque sanitaire ;
4. Proposition de recommandations pertinentes à destination des porteurs de projet.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Le projet CARTHAGE a eu des résultats concluants sur **les voies de contamination par les HAP** des végétaux destinés à l'alimentation issus de l'agriculture urbaine **et les moyens de les réduire**, à savoir :

- **Les légumes-feuilles sont plus exposés aux sources de pollution que les légumes fruits et racines.**
Le projet a permis de montrer que les salades et aromates (persil) présentaient des teneurs plus élevées en HAP que les courgettes et carottes qui présentaient des teneurs faibles, parfois non quantifiables par le laboratoire. La contribution du sol et de l'air diffère selon le végétal et les HAP.





Concentrations dans les végétaux lavés (somme des 24 HAP) selon les modalités de culture sur l'une des trois micro-fermes

- **Les serres ne stoppent pas la contamination des végétaux aux HAP.** Globalement, la mise en œuvre d'une serre pour limiter les dépôts atmosphériques ou d'un revêtement pour limiter le ré-entrainement des particules de sol ne se révèle pas efficace dans les conditions expérimentales réalisées.
- Seule la **culture hors-sol avec apport de terre peu contaminée** contribue significativement à la **réduction des teneurs en HAP dans les salades** (légumes-feuilles) par rapport à la culture en pleine terre. Il n'y a pas de réduction pour les autres végétaux testés.
- **Le lavage des légumes-feuilles et aromates permet de réduire leur teneur en HAP. L'épluchage des carottes également.** L'effet de la cuisson vapeur a présenté des tendances contradictoires (tendance à la diminution des HAP pour les carottes cuites et à l'augmentation pour les courgettes cuites).
- **La culture en bacs hors sol permet de réduire le risque sanitaire lié à l'exposition au sol contaminé par des HAP et à la consommation des végétaux cultivés.** Ces résultats ont mis en lumière des premières tendances, mais l'impact des trois modalités de culture testées (serre, revêtement et hors-sol avec apport de terre peu contaminée) reste limité sur la réduction des concentrations dans les végétaux

cultivés (excepté les salades) ou sur la diminution des risques sanitaires. Seule la culture hors-sol avec apport de terre peu contaminée (HS) permettrait de réduire les risques sanitaires.

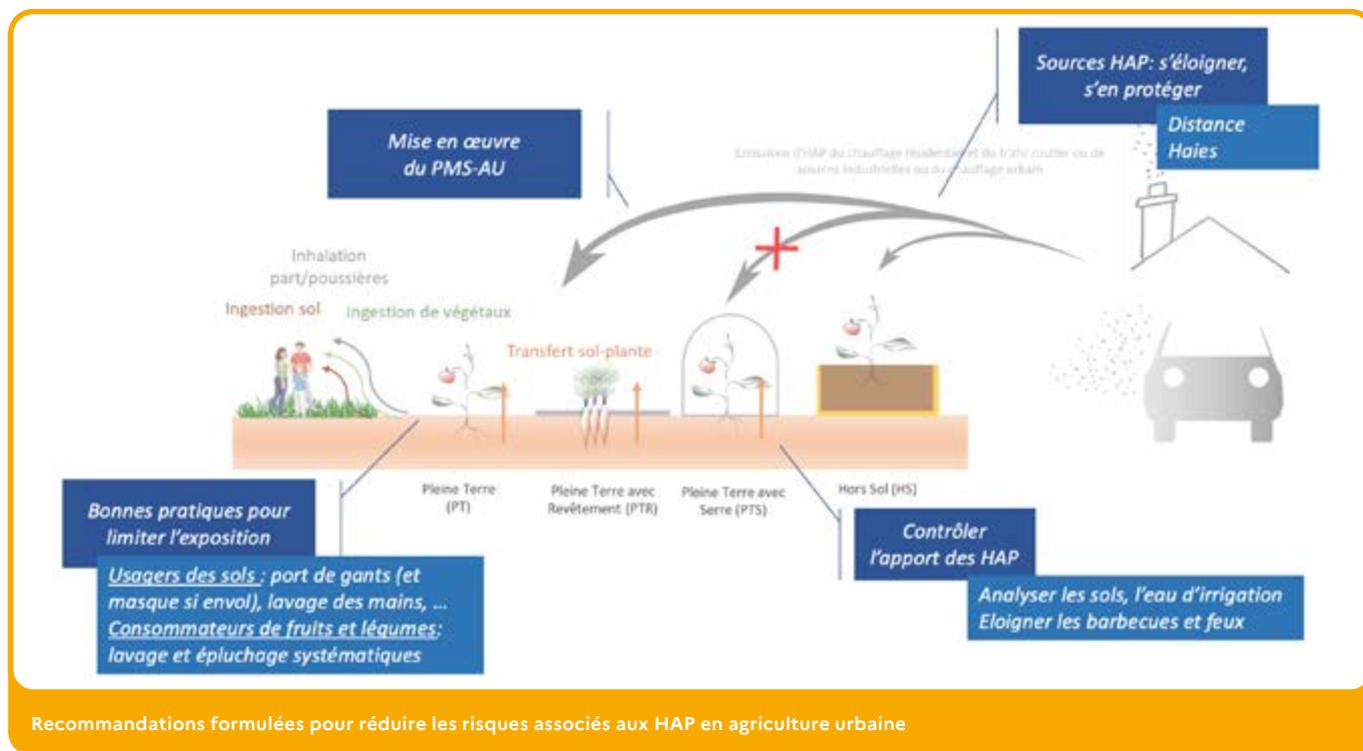
Concernant les **risques pour la santé**, ce projet a évalué les risques sanitaires en **comparant les 3 micro-fermes entre elles par rapport à la modalité pleine terre et en comparant les 3 modalités de culture** (« pleine terre avec revêtement » (PTR), « pleine terre sous serre » (PTS) et « hors sol ») avec la culture pleine terre, dans les trois micro-fermes.

Pour les **quotients de dangers¹** (QD), les résultats sont similaires sur les trois sites pour la **modalité « pleine terre »**, principalement dus à l'inhalation de HAP dans l'air. Les **excès de risques individuels (ERI)²** pour cette même modalité sont également similaires entre les trois sites, avec une **voie d'exposition importante liée à l'ingestion de sol** (lors d'envol de poussières ou par contact sol contaminé-main sale-bouche) **et de légumes**.

Ce projet a également calculé les QD et ERI pour la **culture « hors sol », qui est la seule modalité de culture permettant de réduire le risque global pour les effets sans seuil (ERI)** dans les trois micro-fermes.

Les risques sanitaires se révèlent acceptables pour les usagers des micro-fermes.

1. Les substances chimiques « à seuil » sont les substances pour lesquelles on n'observe pas d'effet nocif en dessous d'une certaine dose administrée. Cette catégorie recouvre les substances non cancérogènes et non génotoxiques. Elles sont à interpréter par le quotient de danger.
2. Les substances chimiques « sans seuil » sont celles pour lesquelles un effet peut apparaître quelle que soit la dose d'administration. Cette catégorie concerne les cancérogènes génotoxiques. Elles sont à interpréter par le calcul de l'excès de risque individuel.



RECOMMANDATIONS

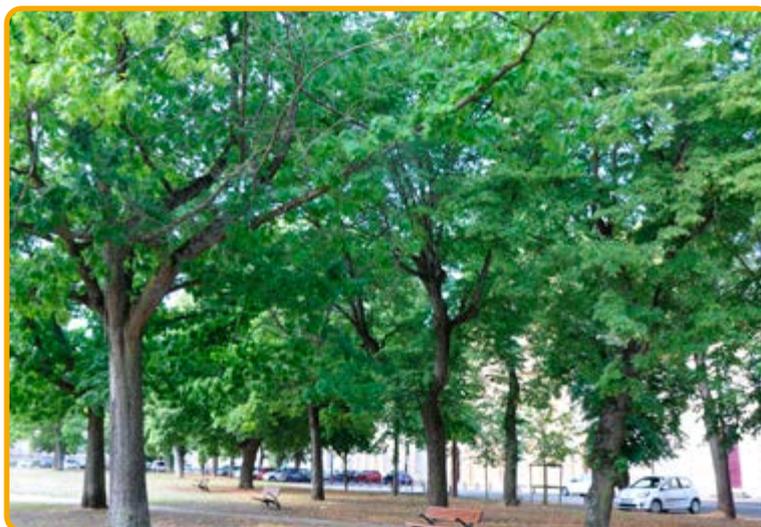
Pour réduire le risque pour la santé des usagers (agriculteurs urbains, jardiniers, visiteurs, consommateurs, tous adultes ou enfants) associé à l'exposition aux HAP dans un contexte de micro-fermes urbaines, les recommandations basées sur le retour d'expérience donné par le projet CARTHAGE sont les suivantes :

- **S'éloigner dans la mesure du possible des sources** de pollution en HAP et/ou s'en protéger (par exemple par une haie pour les HAP sous forme particulaire, non testée dans le cadre du projet mais dont l'efficacité a été prouvée par ailleurs dans la littérature scientifique);
- **Analyser la teneur en HAP du sol, des intrants et de l'eau** susceptibles de contaminer le substrat de culture et les plantes potagères cultivées par des HAP;
- **Garder à distance raisonnable des parcelles** les pratiques qui génèrent des HAP par combustion (ex : barbecues...);
- **Appliquer les bonnes pratiques d'hygiène** (lavage des mains, port de gants);
- **Appliquer les bonnes pratiques de préparation des aliments** (lavage des plantes potagères, épluchage);
- **Mettre en place ou actualiser le Plan de Maîtrise Sanitaire** (préconisation du port du masque lors des travaux générant un important envol de poussière, uniquement pour les travailleurs).



Sésame

Services écosystémiques rendus par les arbres, modulés par l'essence



À propos du projet :

Quels arbres planter aujourd'hui pour les villes de demain ? Comment assurer leur préservation ? Le projet Sésame, mené par le Cerema, la ville de Metz et l'Eurométropole de Metz, avait pour objectif d'aider les décideurs et les aménageurs de la ville et de la Métropole à choisir et planter les espèces d'arbres les mieux adaptées en fonction de critères préalablement définis (services écosystémiques et réduction des contraintes).

Résultats marquants :

- Le développement de l'outil de décision Sésame pour l'aménagement urbain, disponible sur sesame.cerema.fr

CONTEXTE & ENJEUX

Les arbres remplissent de nombreuses fonctions essentielles en milieu urbain, comme l'absorption des polluants gazeux par les stomates ou le phénomène d'évapotranspiration qui permet le rafraîchissement du climat urbain. **L'arbre peut aussi, dans certains cas, représenter une contrainte** en milieu urbain (risque allergique, branches cassantes, dépôt de miellat, etc.), contrainte qu'il est important d'identifier et de comprendre avant de démarrer tout projet de végétalisation en ville. Ces différents rôles doivent ainsi être intégrés dans l'élaboration d'un outil d'aide à la décision concret et fonctionnel pour accompagner la végétalisation des villes.

OBJECTIFS

Le projet Sésame visait à documenter les effets sur l'environnement et les contraintes de toutes les espèces employées pour la végétalisation des villes, afin de **construire un outil d'aide au choix de palettes végétales adaptées à l'aménagement des villes**. Il s'est déroulé en trois étapes :

- Différenciation des espèces selon les services rendus et les contraintes ;
- Émission de préconisations générales ;
- Élaboration d'un outil d'aide à la conception, d'abord spécifique au territoire lorrain dans sa première version.

Le projet propose également des recommandations opérationnelles pour les gestionnaires.

MÉTHODOLOGIE

La méthodologie du projet Sésame a consisté en l'**élaboration d'une liste de critères de sélection des arbres**, en fonction des services écosystémiques qu'ils rendent, mais aussi des contraintes qu'ils imposent. Les services écosystémiques sont, selon le comité français de l'UICN, « les biens et services que les hommes peuvent tirer des écosystèmes, directement ou indirectement, pour assurer leur bien-être » (2012).

Le projet a été mené dans une **démarche partenariale**, où un comité de pilotage et un groupe technique se sont chargés de la collecte de données auprès des différents experts, puis de la construction d'un modèle avec les critères et contraintes de chaque espèce d'arbre.

Une liste des critères les plus pertinents a été établie, intégrant notamment les services rendus par les arbres en matière de qualité de l'air, de régulation du climat local et global, de biodiversité, de paysage et cadre de vie, de risque allergique et de contraintes physiques, mais aussi en termes d'adaptation au climat lorrain et aux spécificités urbaines.

400 espèces d'arbres et arbustes étudiées pour végétaliser nos espaces urbains : services écosystémiques, contraintes et exigences écologiques.

RÉSULTATS

Les critères retenus ont aidé à élaborer une liste des espèces d'arbres les plus adaptées à l'aménagement urbain, avec la rédaction d'une fiche de caractéristiques par espèce.

Il ressort ainsi du projet que **l'épine-vinette (*berberis vulgaris*) s'avère être un arbuste très intéressant en milieu urbain**, résistant, peu exigeant et à fort intérêt paysager. **De même, le charme commun (*carpinus betulus*) se révèle être un arbre aux multiples utilisations paysagères**, aussi bien en port libre qu'en haie basse. Son feuillage et son port favorables en font un atout non négligeable pour la régulation du climat et de l'air. À l'inverse, le cornouiller des pagodes (*cornus controversa*), s'il peut occuper par son port original une fonction esthétique et décorative intéressante, représente peu d'intérêt en milieu urbain, car il a un besoin important d'humidité et se révèle fragile.

À partir des critères sélectionnés et de la liste des espèces retenues, un outil d'aide à la conception facile à prendre en main a été élaboré et testé. Cet outil permet d'établir une liste d'objectifs qui définissent le projet d'aménagement (absorption des polluants, régulation du climat local, rôle paysager, etc.) ainsi qu'une liste de contraintes que l'on souhaite éviter (racines superficielles, dépôt de miellat, etc.), également par ordre de priorité. **En fonction des réponses de l'utilisateur, l'outil préconise des espèces de végétaux particulièrement adaptés pour le cas d'usage.**

Sésame donne une place particulière aux espèces locales, qui peuvent être favorisées, voire retenues exclusivement, dans les contextes appropriés (trame verte et bleue urbaine par exemple).

Depuis 2019, d'autres déclinaisons territoriales de Sésame ont été réalisées, notamment pour Paris et en région parisienne, à Libourne et Angoulême. D'autres projets sont en cours, notamment en zone méditerranéenne.



Le support de l'outil a été mis à jour sous la forme d'un site web avec appui du projet par le ministère de la Transition écologique. L'un des enjeux principaux est notamment d'intégrer les contraintes climatiques futures et la capacité des arbres à s'y adapter.

Ainsi, sur la base d'une méthode commune et robuste, l'outil Sésame se décline sur les territoires avec un souci d'adaptation locale (liste d'espèces, types paysagers, liste d'espèces locales, contraintes, etc.) et un souci de progrès méthodologique constant.

Enfin, au-delà de l'outil, **les rapports techniques Sésame émettent de nombreuses recommandations en termes de gouvernance, d'organisation dans l'espace et de techniques de plantation.**

Au sujet du projet :
consultez les documents en ligne



Coordinateur du projet :
Luc CHRETIEN

Cerema
luc.CHRETIEN@cerema.fr

Partenaires :



TRANSFORMER ET AMÉNAGER LA VILLE

sTREEt

Impact of sTress on uRban trEEs
and on ciTy air quality



code de référence du financement
(ANR-19-CE22-0012)



CE QU'IL FAUT RETENIR

À propos du projet :

Le projet sTREEt avait pour objectif de comprendre l'impact du stress urbain (de la sécheresse en particulier) sur la physiologie des arbres, et ses conséquences sur les services écosystémiques rendus par la végétation en ville (bien-être, rafraîchissement, dépôt des polluants sur les feuilles), ainsi que sur la qualité de l'air (influence des arbres urbains sur les concentrations de polluants, notamment via l'émission de Composés Organiques Volatils biogéniques (COVb)).

Résultats marquants :

- Le ralentissement des écoulements par les arbres a un fort impact sur les concentrations en polluants atmosphériques dans les rues « canyon » à fort trafic.
- En cas de forte chaleur, les arbres émettent plus de Composés Organiques Volatils (COVb) au niveau de la feuille, entraînant une augmentation des concentrations du fond urbain jusqu'à 5% pour l'ozone et jusqu'à 10% pour les Aérosols Organiques Secondaires (AOS). Si une sécheresse modérée a peu d'effet, une sécheresse intense semble réduire les émissions d'isoprène chez le platane, principalement lié à la défoliation.

CONTEXTE & ENJEUX

Avec le réchauffement climatique, les villes se végétalisent pour essayer de limiter le phénomène d'îlot de chaleur urbain et les effets néfastes de la pollution atmosphérique.

La végétation en ville offre des effets positifs comme le fait de rafraîchir l'atmosphère, de créer de l'ombre en ville ou de retenir la pollution qui peut se déposer sur les feuilles. Cependant, les arbres influencent également les écoulements urbains et sont émetteurs de COVb, des Composés Organiques Volatils biogéniques susceptibles de former, par réaction dans l'atmosphère, de l'ozone ou des particules fines. De plus, le stress hydrique subi par les arbres en ville pourrait être un facteur supplémentaire de régulation des émissions de COVb.

OBJECTIFS

Les émissions de COVb des arbres urbains ne sont pas prises en compte dans les modèles de qualité de l'air. L'objectif de ce projet était de **quantifier l'impact des arbres et du stress des arbres sur la qualité de l'air en ville** en trois étapes :

- Comprendre les effets de la sécheresse sur les émissions de COVb.
- Intégrer les effets du stress urbain dans les modèles de fonctionnement de l'arbre urbain et de la qualité de l'air.
- Évaluer la contribution des COVb à la formation de particules de type aérosols secondaires en milieu urbain.

Les résultats devaient permettre de :

- Modéliser l'action des arbres en ville sur la pollution atmosphérique.
- Évaluer l'impact de la forêt urbaine sur la qualité de l'air, en particulier pour les teneurs en AOS (Aérosols Organiques Secondaires).
- Optimiser la gestion des espaces verts en ville : choix des essences, conduites de culture des arbres en ville, etc.

MÉTHODOLOGIE

Le projet s'est déroulé en deux volets, un volet expérimental et un volet modélisation. Deux expérimentations ont d'abord été réalisées en région parisienne et à Paris :

1. **Jeunes platanes en milieu urbain** : l'objectif de cette expérimentation était d'analyser le rôle du stress hydrique sur les émissions de COVb du platane. Elle a eu lieu sur 14 platanes en pot en milieu urbain, à Vitry-sur-Seine, en conditions semi-contrôlées de 2020 à 2023.
2. **Mesures sur des arbres *in situ* dans Paris** : un module équipé de capteurs dans un parc parisien entre un axe de trafic et la Seine, afin d'analyser les émissions de COVb de différentes espèces végétales et la qualité de l'air.

Ensuite, la partie modélisation a consisté en une **modélisation de l'arbre en milieu urbain, mais aussi en une modélisation de la qualité de l'air urbain**. Ainsi, ont été pris en compte les différents processus d'interactions des arbres parisiens avec l'atmosphère alentour.

En cas de forte chaleur, les arbres urbains entraînent une augmentation des concentrations du fond urbain jusqu'à 5% pour l'ozone et 10% pour les aérosols organiques secondaires.

RÉSULTATS

Le projet a permis de déterminer les **facteurs d'émissions de COV de plusieurs espèces d'arbres**, et de montrer que certains arbres sont fortement émetteurs d'isoprène (bambou sacré, chêne rouge d'Amérique) et de monoterpènes (hêtre). **Des palettes d'arbres faiblement émettrices de COV sont proposées aux mairies et aménageurs d'espaces publics.**

Un stress hydrique modéré appliqué sur les platanes en pot n'a pas montré d'influence significative sur les émissions d'isoprène, alors qu'**un stress hydrique intense a entraîné une réduction de ces émissions** principalement du fait de la défoliation.

Une variabilité importante des émissions a été observée à l'échelle de la branche (**inter et intra individus**) qui peut masquer des effets physiologiques observés à l'échelle de la feuille.

Les mesures *in-situ* dans Paris ont par ailleurs montré qu'en période de forte chaleur (supérieures à 30°C), les concentrations d'isoprène biogénique peuvent atteindre plusieurs ppb (parties par milliard), montrant la nécessité de les prendre en compte dans les modèles de qualité de l'air (en particulier dans un contexte de réchauffement climatique).

Dans le cadre de ce projet, un inventaire des émissions de COV de la ville de Paris a été réalisé à l'échelle du parc urbain, montrant que la **végétation pouvait induire une augmentation des concentrations du fond urbain jusqu'à 5% pour l'ozone et jusqu'à 10% pour les AOS en cas de forte chaleur.**

La modélisation des écoulements a enfin montré que les **arbres à grande couronne peuvent avoir un fort impact sur les concentrations de polluants dans les rues canyons ou à fort trafic**, car la couronne fait obstacle à l'écoulement des polluants émis par le trafic notamment.

Au sujet du projet :
consultez les documents en ligne



Au sujet du programme



Coordinatrice du projet :
Juliette LEYMARIE

Université Paris-Est Créteil (UPEC)
juliette.leymarie@u-pec.fr

Partenaires :



3 MOBILISER LES CITOYENS



MOBILISER LES CITOYENS

DIQACC

Données Individuelles
de la Qualité de l'Air et Changement
de Comportements

DIQACC



CE QU'IL FAUT RETENIR

À propos du projet :

L'appel à projets DIQACC visait à mieux comprendre comment l'apport des données individuelles de la qualité de l'air extérieur et/ou intérieur peut guider la mise en place d'actions en faveur de la santé et de l'amélioration de la qualité de l'air.

Résultats marquants :

Emprunter pour un temps des microcapteurs de polluants atmosphériques ne permet pas d'améliorer la qualité de l'air. Si nous avons besoin de mieux connaître la qualité de l'air que nous respirons, nous devons aussi apprendre comment faire baisser les émissions de polluants et être aidés pour adopter de nouvelles pratiques.

CONTEXTE & ENJEUX

Pour comprendre quelle part le microcapteur joue dans le processus de changement de comportement, l'ADEME a lancé un appel à projets de recherche DIQACC « Données Individuelles de Qualité de l'Air et Changement de Comportements ». Cinq projets de recherche ont ainsi été soutenus par l'ADEME.

RÉSULTATS

Parler de qualité de l'air a peu de signification pour la majorité des publics engagés dans les recherches DIQACC. La **notion d'« air sain »** par exemple **est plus explicite**. Par ailleurs, les publics s'appuient **d'abord sur leurs sens** et leurs perceptions pour évaluer la qualité de leur environnement. Les **idées reçues**, comme assainir l'air avec des bougies, sont nombreuses et sont autant de freins à la prise de « bonnes » décisions au sens des recommandations des spécialistes.

Dans ce contexte, quel est l'apport du microcapteur ? Ce dernier pourvoit à son utilisateur une **information de premier niveau**. Lorsque la mesure apparaît, sous forme d'un chiffre, d'une couleur ou d'une lumière, la donnée objective de la qualité de l'air devient visible à l'œil nu. Cette expérience marque durablement les utilisateurs.

Ainsi l'indication du microcapteur **déclenche un réflexe** (par exemple ouvrir la fenêtre pour aérer si le micro capteur

indique un air de mauvaise qualité), mais elle **ne permet pas d'approfondir ou d'interroger les pratiques**. C'est l'une des principales limites d'un outil technologique pris en dehors d'une **démarche globale d'accompagnement**.

Par ailleurs, les tablettes et plateformes développées pour accompagner l'usage des capteurs ont été peu utilisées par les utilisateurs. En revanche, une conclusion importante de ces études porte sur **la mise à disposition de plaquettes d'information ou l'accès à des visites de conseillers qui ont permis à de nouvelles pratiques de se mettre en place**.

RECOMMANDATIONS

Les résultats des projets DIQACC soulignent que, bien souvent, le public ne se sent pas particulièrement compétent face à un signal d'alerte, méconnaît les bonnes pratiques à adopter (en dehors de gestes simples comme ouvrir les fenêtres pour aérer) ou est récalcitrant face à des décisions de long terme plus engageantes. Aussi, il faut lui **fournir des éléments concrets et des explications accessibles**, même quand il existe déjà des routines favorables à l'amélioration de la qualité de l'air. Il paraît également intéressant de **travailler plus directement sur le détachement des pratiques les plus nuisibles**, autrement dit les plus émissives, en proposant, par exemple, des alternatives crédibles et accessibles.

Si l'appropriation individuelle de la mesure permet aux citoyens de comprendre l'importance de la qualité de l'air, il existe également un risque de **polariser la problématique sur des individus sur lesquels pèserait une responsabilité exagérée**, nécessairement limitée par leurs marges de manœuvre. Par exemple, la qualité de l'air des logements dépend aussi des acteurs du bâtiment, par le choix des techniques ou l'existence d'une ventilation et de sa bonne maintenance, mais aussi des acteurs de l'aménagement du territoire par la proximité ou non de sources de pollution. Autrement dit, la qualité de l'air est la résultante de systèmes d'action complexes et la focalisation sur les microcapteurs ne doit pas faire oublier les actions à mener par tous les autres acteurs.

Enfin les recherches DIQACC montrent la fragilité d'un fonctionnement dans lequel **les individus seraient laissés seuls face au changement, en dehors de toute dynamique collective**. Lors des expériences de type « Défis famille à énergie positive », **l'entraide et le sentiment d'appartenance** sont des processus sociaux qui ont montré leur force pour enclencher des dynamiques. Créer des collectifs permettrait ainsi de stimuler les échanges et de renforcer les dynamiques de changement.

Au delà de la mise à disposition d'un microcapteur, **la fourniture d'informations, la visite de conseillers, l'animation de collectifs** permet de mettre en place de nouvelles pratiques.

Au sujet des résultats DIQACC : consultez les documents en ligne dans la **Librairie ADEME**



Au sujet du programme

DIQACC



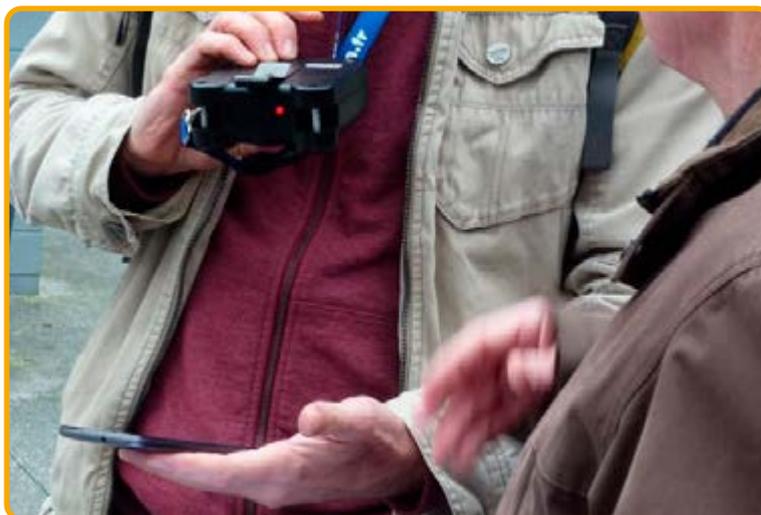
Coordinatrice du projet :
Chantal DERKENNE

Service de la Qualité de l'Air de l'ADEME
chantal.derkenne@ademe.fr

MOBILISER LES CITOYENS

CAPCI

Étude de cas sur les trois premières saisons de l'initiative Ambassad'Air de la Ville de Rennes



CE QU'IL FAUT RETENIR

À propos du projet :

Le programme Ambassad'Air est une initiative menée par la ville de Rennes qui consiste, dans une optique de sensibilisation, à prêter des microcapteurs à des volontaires pour qu'ils deviennent ambassadeurs de la qualité de l'air. Le projet CAPCI a permis de réaliser, auprès de citoyens volontaires du programme Ambassad'Air, une enquête sur les pratiques mises en place par les habitants pour observer la qualité de l'air à l'aide de microcapteurs et tenter de l'améliorer.

Résultats marquants :

- Le prêt de capteurs de la qualité de l'air extérieur permet de développer une meilleure connaissance des problématiques de pollution, et incite à se questionner sur les pratiques individuelles et collectives à modifier.
- Il est essentiel d'accompagner et de former les citoyens ambassadeurs pour leur permettre de jouer pleinement leur rôle.

CONTEXTE & ENJEUX

Améliorer la qualité de l'air est un enjeu public majeur pour protéger la santé humaine et préserver les écosystèmes naturels. Avec le développement récent des microcapteurs, de nouvelles pratiques de métrologie citoyenne de qualité de l'air extérieur voient le jour.

L'initiative Ambassad'Air est une expérimentation pilotée par la ville de Rennes qui consiste à prêter des capteurs mobiles de particules fines à des volontaires afin de les sensibiliser à la problématique de la pollution atmosphérique et les encourager à conduire une réflexion sur les comportements favorables à la qualité de l'air avec leur entourage.

Ce programme de métrologie participative teste ainsi le prêt de microcapteurs en tant que nouvel instrument qui intervient sur plusieurs champs de l'action publique locale : santé, environnement, démocratie participative.

OBJECTIFS

Le projet CAPCI visait à **analyser les trois premières années de captation citoyenne du programme Ambassad'Air** afin de répondre à la question suivante : les métrologues citoyens

deviennent-ils des porteurs de cause, capables de faire évoluer les comportements sur la qualité de l'air ?

Ses objectifs étaient de :

1. Décrire et analyser les trajectoires et l'expérience des volontaires à l'initiative Ambassad'Air ;
2. Comprendre les stratégies et modalités de mise en œuvre de l'expérimentation ;
3. Analyser les usages des données collectées par les volontaires et les retombées politiques de l'initiative sur l'action publique locale.

MÉTHODOLOGIE

La méthodologie mise en œuvre est une approche mixte, qui se caractérise par un aller-retour avec les personnes concernées avec l'utilisation séquentielle de techniques d'enquête (entretiens, observation participante, entretiens collectifs, analyse du corpus des données issues des microcapteurs).

Le projet de recherche a analysé trois saisons du dispositif Ambassad'Air et ses évolutions au fil des saisons, ainsi que leurs impacts sur la participation des volontaires, à travers une série d'enquêtes et d'analyses de données.

Analyse de 3 saisons d'Ambassad'air, pour un total de 101 volontaires et plus de 20 millions de points de mesure

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Il ressort des expérimentations faites dans le cadre du programme Ambassad'Air que **le prêt de capteurs de la qualité de l'air extérieur apporte une meilleure connaissance des problématiques de pollution, de la complexité de la mesure de la qualité de l'air, et de la réglementation en cours.** Le projet souligne ainsi que mesurer la qualité de l'air est considéré comme un acte citoyen pour la plupart des participants, qui sont souvent ouverts à l'adoption de protocoles de mesure parfois contraignants afin de mieux connaître et de mieux comprendre la qualité de l'air de leur ville.

L'usage de microcapteurs **engage également une réflexion sur les changements de pratiques individuelles et collectives** à mettre en œuvre, et souligne l'importance de proposer des modalités d'action qui vont au-delà des bonnes pratiques usuelles. Les participants étaient cependant souvent déjà sensibles aux questions écologiques, et certains limitaient par exemple déjà leur usage des véhicules motorisés.

Le positionnement des volontaires en tant qu'ambassadeurs a manqué de clarté et de soutien, ce qui a limité l'efficacité de la mission de sensibilisation du dispositif, même si la simple présence du capteur dans le quotidien des habitants ouvre de nombreuses discussions sur la qualité de l'air avec les personnes qu'ils rencontrent.

L'accompagnement des citoyens ambassadeurs est essentiel, notamment par le biais d'organisation d'ateliers, la présence d'experts et des supports techniques papier. Aussi, la compréhension de la dimension collective de l'effort d'amélioration de la qualité de l'air est très importante pour stimuler une action et un changement durable des pratiques.

RECOMMANDATIONS :

À l'issue de ces expérimentations, **différentes conclusions et recommandations ont été identifiées** pour faciliter la mise en œuvre d'initiatives fondées sur l'usage de microcapteurs dans le cadre d'un plan d'action local :

1. Concevoir un dispositif de participation qui permet un apport de connaissances (documentation, formations, échanges) sur la qualité de l'air ;
2. Planifier un accompagnement adapté des volontaires ;
3. Adapter le recrutement des volontaires aux attentes des porteurs de projet ;
4. Sélectionner les microcapteurs en prenant en compte l'ensemble du système capteur (pour que les citoyens associent la mesure avec les informations reçues en temps d'accompagnement) ;
5. Favoriser des temps d'échange avec les experts de la qualité de l'air ;
6. Accompagner l'aide à la décision pour les actions personnelles et les pratiques ;
7. Ouvrir des possibilités de dynamique d'action collective ;
8. Anticiper la gestion des données individuelles (et l'évolution de la législation) ;
9. Inviter à la constitution d'espaces pour l'échange d'expériences, de pratiques et de connaissances entre décideurs, acteurs opérationnels, participants et chercheurs.

Au sujet du projet :
consultez les documents en ligne
dans la **Librairie ADEME**



Au sujet du programme



Coordinatrice du projet :

Gwendoline L'HER

École Centrale Nantes

gwendoline.lher@crenau.archi.fr

Partenaires :



MOBILISER LES CITOYENS

CheckBox

Sociologie, expérimentation et accompagnement des mesures citoyennes de particules fines



CE QU'IL FAUT RETENIR

À propos du projet :

Le projet CheckBox a consisté en un prêt de microcapteurs de particules fines à des citoyens pour leur faire prendre conscience de l'impact de la combustion de la biomasse, et en particulier du chauffage domestique au bois, sur la qualité de l'air.

Résultats marquants :

- Un accompagnement expert est indispensable afin de vérifier le matériel, de recontextualiser les mesures et de répondre aux questions des participants.
- Les citoyens expérimentateurs sont pour certains devenus des ambassadeurs.

CONTEXTE & ENJEUX

Le bois énergie est la première source de chaleur renouvelable en France, et il est principalement utilisé dans le résidentiel. Cependant, le chauffage individuel au bois contribue significativement aux émissions de polluants atmosphériques, en particulier lorsque la combustion se fait dans de mauvaises conditions. En région Auvergne-Rhône-Alpes (mais également dans plusieurs autres régions de France), il représente la source principale d'émission de particules fines. Ce poids est davantage marqué en hiver, où la part du chauffage au bois dans les émissions de particules fines est largement majoritaire.

L'amélioration de la qualité de l'air est un enjeu sanitaire majeur. Afin d'y contribuer, il apparaît nécessaire de faire baisser ces émissions de polluants, dont les particules fines, en améliorant les conditions de combustion. Les leviers d'actions sont :

- L'accélération du renouvellement du parc d'appareils.
- La réalisation selon les règles de l'art des installations par les professionnels.
- L'adoption par les usagers de bonnes pratiques d'utilisation (utilisation d'un combustible adapté et de bonne qualité, allumage par le haut).
- Un entretien régulier de l'appareil et du conduit.

Certains territoires, comme Grenoble Alpes Métropole (GAM), ont mis en place des mesures pour réduire les émissions polluantes liées au chauffage domestique au bois, comme le dispositif Fonds Air-Bois cofinancé par l'ADEME. Celui-ci vise à aider financièrement les particuliers pour le renouvellement de leurs poêles à bois non performants, à déployer des campagnes de sensibilisation aux bonnes pratiques et à développer un réseau de professionnels de la filière bois sur le territoire.

Une des difficultés rencontrées pour l'atteinte des objectifs du dispositif, est que le chauffage domestique au bois est considéré comme un moyen de chauffage naturel et écologique, et donc sain. Il demeure peu connu en tant que source de pollution de l'air, y compris par les résidents de territoires fortement impactés par cette source de pollution, notamment en région Auvergne-Rhône-Alpes.

OBJECTIFS

Le projet CheckBox avait pour but de permettre à des citoyens de prendre conscience, au travers de leurs propres mesures de qualité de l'air, de l'impact de la combustion de la biomasse et en particulier du chauffage domestique au bois.

Les objectifs du projet étaient :

- De déployer et d'accompagner techniquement un programme de mesures citoyennes individuelles par microcapteurs connectés;
- D'en étudier les enjeux sociologiques;
- De comprendre les impacts de l'approche développée, sur les perceptions, les représentations sociales et les pratiques des participants liées au chauffage domestique au bois.

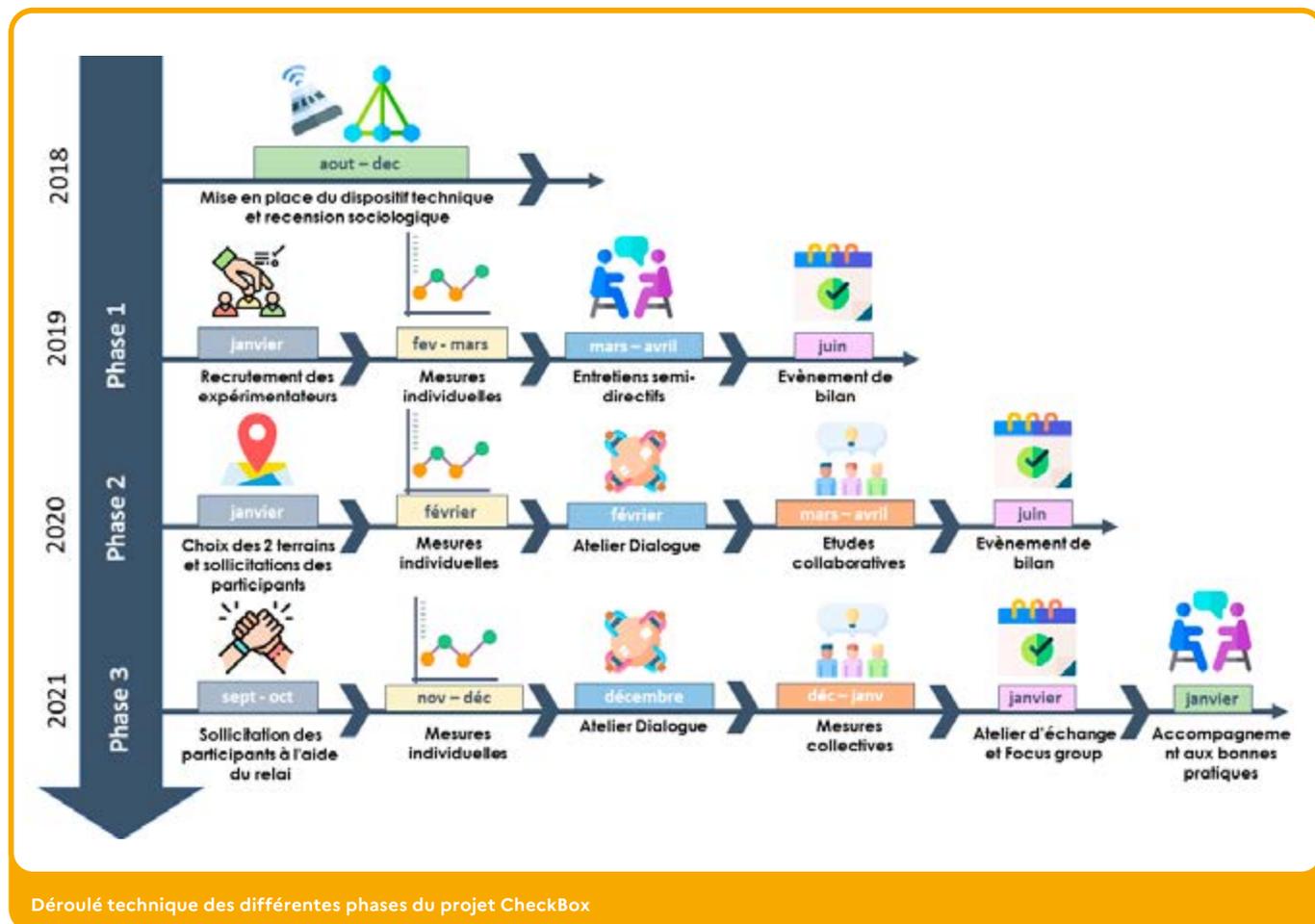
383 répondants au questionnaire de recrutement

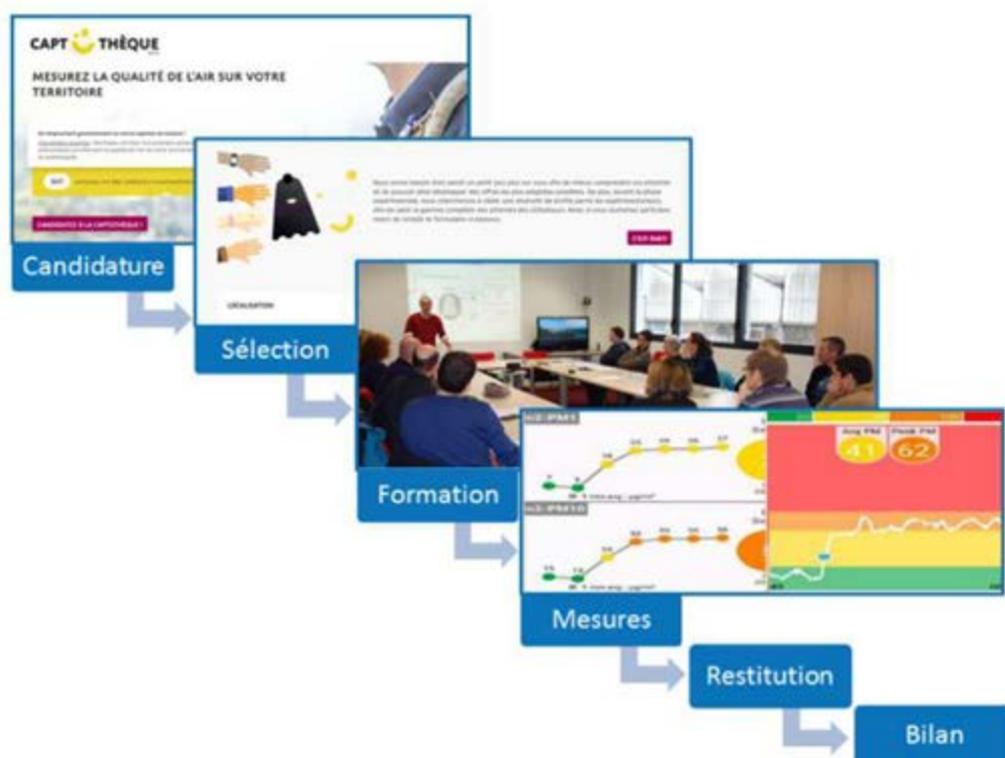
MÉTHODOLOGIE

Au cours des différentes phases du projet, plus de soixante-dix citoyens volontaires ont emprunté un microcapteur de particules fines et exploré la qualité de l'air au sein de leur quotidien pendant deux semaines.

La méthodologie établie pour la réalisation de ce projet a combiné de multiples aspects techniques et sociologiques. Le cadre sociologique du projet se singularise par le fait qu'il porte sur une expérimentation promue par les sociologues au même titre que les acteurs techniques.

Le dispositif technique s'est appuyé sur la Captothèque, développée par Atmo AuRA depuis 2015 pour permettre aux citoyens d'explorer la qualité de l'air qui les entoure, comprenant notamment l'accès à des microcapteurs adaptés à la mesure des concentrations en particules fines. En complément des outils techniques, une animation de la communauté des participants a été mise en place tout au long des différentes phases du projet par des experts de la qualité de l'air d'une part et de l'animation d'autre part. Le suivi sociologique s'est attaché à comprendre les interactions





Parcours d'un participant en phase 1

entre la participation au projet et le quotidien des participants par le biais d'entretiens semi directifs individuels et de focus groups.

Ce projet a été réalisé en trois phases, selon les trois lieux d'étude :

- La première phase sur le territoire de la métropole grenobloise. Le recrutement a été réalisé à partir d'un questionnaire sociologique afin d'obtenir une diversité de profils (aisance avec les technologies, connaissances sur la pollution, zone géographique, gêne et représentations sociales liées à la qualité de l'air, mode de chauffage et de mobilité, etc.).
- La deuxième phase sur deux communes du bassin grenoblois. Le recrutement a été réalisé grâce à une mobilisation communale afin de favoriser la communication « locale » de proximité et d'expérimenter des terrains avec une forte proportion de chauffage au bois.
- La troisième phase dans l'agglomération d'Annonay (Ardèche). Le recrutement a été réalisé par un relais local spécialisé dans le conseil sur l'usage du bois-énergie (ALEC 07). Il s'agissait d'expérimenter la transposabilité du dispositif Captothèque sur

une population différente de celle de GAM en termes de connaissance et de mobilisation autour du sujet de la qualité de l'air, mais avec un usage du bois-énergie important.

77 participants
 dont **30 entretiens**
 semi directifs post mesures
 et **16 en focus groups**,
 sur **3 territoires**,
46 en mesures individuelles
 et **32 en mesures collectives**

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Sur les trois terrains d'étude, les citoyens participants ont un haut niveau d'étude (75% déclarent un 2^e ou 3^e cycle universitaire, pour une moyenne française d'environ 25%, selon l'INSEE) et sont plutôt intéressés par la qualité de l'air mais s'estiment très mal informés. Sur les territoires grenoblois, les participants sont plus préoccupés par la pollution de fond, alors que les Ardéchois sont plus préoccupés par les pollutions ponctuelles (sulfatage des vignes ou des cerisiers, feux de matériaux par les artisans locaux, etc.).

Les mesures individuelles par le biais de microcapteurs, couplées à l'odorat et à la vue, ont permis aux citoyens participants d'identifier le chauffage domestique au bois comme source de particules fines. Le mode d'animation collaboratif et les outils numériques pédagogiques sont venus renforcer la compréhension des phénomènes et l'impact des différents leviers d'action (mode d'allumage, type d'appareil, etc.). **Les mesures ont eu des impacts positifs pour la mise en place d'actions concernant l'appareil et les pratiques**, notamment l'allumage par le haut qui s'est diffusé parmi les participants en tant que découverte ou confirmation.

Les citoyens expérimentateurs ont communiqué leur apprentissage autour d'eux et certains sont rapidement devenus des ambassadeurs auprès de leurs proches, de collègues, de voisins, voire d'électeurs dans le cas d'un participant élu ou d'un journaliste.

L'accompagnement technique et humain des citoyens par l'interprétation et la recontextualisation des mesures, les réponses aux questions de qualité de l'air, l'orientation à la mesure dans différents environnements et une aide à l'utilisation du dispositif adaptée aux différents profils **se sont révélés essentiels pour le bon aboutissement du projet**. Le dispositif peut être complété par la présence d'un relais local favorisant la participation de publics plus variés (personnes précaires, avec une problématique spécifique, etc.) ou encourageant les changements de pratique une fois l'appropriation des problématiques acquises.

Pour conclure, le dispositif d'exploration de la qualité de l'air par des citoyens aidés par les nouvelles technologies et accompagnés, montre que les mesures qui touchent à la réalité quotidienne des participants ont des effets sur leurs perceptions, leurs représentations sociales, leurs pratiques et leur communication. **En accompagnement de mesures plutôt libres menées par des citoyens, le suivi par des experts de la qualité de l'air est indispensable** afin de réduire les compréhensions inadaptées pouvant émerger de mesures non encadrées et donc leur mauvaise interprétation. **C'est une condition essentielle pour que ce dispositif soit pertinent pour le citoyen**, dans sa connaissance et dans sa vie quotidienne, et en vue de faire changer ses comportements pour une meilleure qualité de l'air.

Au sujet du projet :
consultez les documents en ligne
dans la **Librairie ADEME**



Au sujet du programme

PRIMEQUAL
Programme de recherche interorganisme
pour une meilleure qualité de l'air



Coordinateur du projet :
Stéphane LA BRANCHE

Établissement public d'enseignement
et de recherche
asosan95@hotmail.com

Partenaires :



SCIENCES PO
Grenoble



MOBILISER LES CITOYENS

ESUC-Arche

Étude sociologique sur les usages du chauffage au bois – Mise en place d'un plan d'action et de communication pour ARCHE Agglo



CE QU'IL FAUT RETENIR

À propos du projet :

Le projet ESUC-Arche est une analyse sociologique des utilisateurs du chauffage au bois, ayant pour but l'identification de leviers comportementaux permettant l'établissement d'un plan d'action pour réduire les émissions de particules fines liées au chauffage domestique au bois.

Résultats marquants :

- Prise en compte des marqueurs sociaux dans les incitations à changer d'appareil de chauffage.
- Mise en œuvre d'un **plan d'action et de communication** pour une amélioration des pratiques d'utilisation des appareils de chauffage domestique au bois.

CONTEXTE & ENJEUX

Sur le territoire d'ARCHE Agglo, communauté d'agglomération d'environ 58 000 habitants, le chauffage domestique au bois est l'une des principales sources d'émissions de polluants, en particulier de particules fines.

Ce territoire est soumis aux deux plus grands facteurs de pollution de l'air : le transport routier (avec l'autoroute de la vallée du Rhône) et le **chauffage domestique au bois**. Ce dernier **représente 97% des émissions de particules fines du secteur résidentiel d'ARCHE Agglo**. Les appareils de chauffage non performants (appareils anciens et foyers ouverts), et les mauvaises pratiques d'utilisation sont les principaux responsables de ces émissions.

OBJECTIFS

Les objectifs du projet étaient principalement de connaître le parc d'appareils et l'usage du chauffage domestique au bois afin de **préciser les modalités du futur dispositif d'aide au renouvellement des appareils de chauffage domestique au bois**, ainsi que d'identifier les freins et leviers à l'adoption de bonnes pratiques dans le but **d'informer et de sensibiliser les citoyens** de façon efficace pour réduire les émissions de particules fines sur le territoire.

MÉTHODOLOGIE

De nombreux acteurs ont participé au projet : l'Agence d'Innovation Comportementale (AIC), Inkidata, ATMO Auvergne-Rhône-Alpes, le service habitat d'ARCHE Agglo, l'ALEC 07 et l'ADIL 26 et Fibois Ardèche-Drôme.

Inkidata a réalisé une enquête auprès des habitants du territoire afin de connaître le parc des appareils de chauffage au bois, les modalités d'approvisionnement en bois, les pratiques d'utilisation et la perception du chauffage au bois, ainsi que les caractéristiques des ménages utilisant ce type de chauffage. Une autre enquête menée par Fibois Ardèche-Drôme auprès des fournisseurs de bois a permis de mieux connaître la filière locale et d'identifier ses besoins.

Enfin, Atmo AURA a réalisé un diagnostic de la pollution de l'air, et une scénarisation sur l'impact du renouvellement d'appareils de chauffage domestique non performant sur la qualité de l'air.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Les résultats de l'enquête auprès des ménages ont montré que **30 % des appareils du territoire sont très anciens** (antérieurs à 2002). **Pour la moitié des ménages utilisateurs, le chauffage domestique au bois est l'énergie du chauffage principal.**

La grande majorité des ménages méconnaît l'impact du chauffage au bois sur la qualité de l'air et les enjeux sanitaires qui en découlent. Le chauffage au bois est d'abord perçu comme une énergie renouvelable, économique et confortable. **Les aspects plus négatifs évoqués sont principalement liés à la manutention du bois, au fait que ce soit salissant et aux contraintes de ravitaillement et de stockage du combustible.**

50% des logements chauffés au bois en chauffage principal

L'analyse comportementale par l'AIC a permis d'identifier le public cible prioritaire, ainsi que les leviers et freins au changement d'appareil et de comportement. Il apparaît notamment que **la contrainte liée au coût d'un nouvel équipement est le premier frein**, suivi par les travaux à réaliser et les doutes quant à la rentabilité du changement. Il apparaît ainsi le besoin d'une information fiable quant au coût et à l'intérêt matériel des usagers à renouveler leur ancien équipement.

L'enquête réalisée par Fibois auprès de fournisseurs de bois de chauffage, dont six entreprises professionnelles sur le territoire d'ARCHE Agglo, portait sur l'activité de l'entreprise, les sources d'approvisionnement en bois et les ressources matérielles existantes. Les conclusions de

l'enquête font ressortir, de la part des entreprises, un besoin d'outils de communication simples et pédagogiques pour leurs clients, concernant le taux d'humidité et le stockage du bois (empilement, lieu, etc.), le démarrage du feu et les enjeux d'exploitation de la forêt (de plus en plus de particuliers s'inquiètent notamment des coupes rases). En revanche, la pollution de l'air n'est pas une thématique qui ressort dans ces conclusions.

Ce projet a abouti à la mise en œuvre d'un **plan d'action et de communication** pour une amélioration des pratiques d'utilisation des appareils de chauffage au bois qui prévoit :

- La mise en place d'un dispositif d'incitation des particuliers au renouvellement de leurs appareils de chauffage au bois non performants (foyers ouverts et appareils d'avant 2002). Le montant de l'aide est fixé à 500 €.
- La **communication auprès des particuliers** (promotion des avantages d'avoir un appareil de chauffage au bois performant, sensibilisation à l'impact sur la qualité de l'air, ateliers d'information et d'apprentissage de l'allumage par le haut, fourniture de kits d'allumage, etc.).
- **Le suivi et l'adaptation du dispositif**, afin d'évaluer le dispositif et le faire évoluer si besoin.

Ce projet souligne l'importance, pour une collectivité qui souhaite faire baisser les émissions de polluants liées au chauffage domestique au bois, de mettre en place un dispositif adapté à son territoire et à ses habitants. L'étude comportementale a mis en évidence les préoccupations principales des ménages d'ARCHE Agglo et le plan d'action découlant de l'étude s'appuie sur les leviers comportementaux identifiés. La principale difficulté identifiée est liée à la méconnaissance par les habitants de l'impact du chauffage au bois non performant sur la qualité de l'air.

Au sujet du projet :
consultez les documents en ligne
dans la **Librairie ADEME**



Au sujet du programme



Coordinateur du projet :
Guillaume BACCIOTTI
CA ARCHE Agglo
g.bacciotti@archeagglo.fr

Partenaires :



PRÉSENTATION DE PRIMEQUAL



UN PROGRAMME PLURIDISCIPLINAIRE DÉDIÉ À L'AIR

Lancé en 1995, PRIMEQUAL, programme de recherche inter-organismes pour une meilleure qualité de l'air, est mis en œuvre par le Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des territoires (MTECT) et par l'Agence de la transition écologique (ADEME).

Il vise à **fournir les bases scientifiques et les outils nécessaires aux décideurs et aux gestionnaires de territoires et d'espaces de vie** pour définir, mettre en œuvre et évaluer des solutions d'amélioration de la qualité de l'air intérieur et extérieur, afin de réduire les risques pour la santé et l'environnement.

PRIMEQUAL présente la particularité de **fédérer plusieurs disciplines scientifiques concernées par la pollution de l'air et ses impacts** : sciences physiques (météorologie, chimie, météorologie, ...), sciences de la vie (biologie, épidémiologie, écologie, ...), mathématiques (modélisation, statistiques) et sciences humaines (économie, sociologie, psychologie ...). Il contribue ainsi à **mobiliser et animer les communautés scientifiques** sur des problématiques sociétales à forts enjeux sanitaires, environnementaux et économiques.

DES APPELS À PROPOSITIONS DE RECHERCHE THÉMATIQUES

Depuis 2002, le MTECT et l'ADEME ont lancé des appels à propositions de recherche PRIMEQUAL ciblés sur des problématiques spécifiques, à l'image des plus récents :

- « Contribution à l'évaluation des expérimentations de zones d'action prioritaires pour l'air – ZAPA » en 2011 (3 projets; restitution des résultats en 2016)
- « Environnements intérieurs et approches innovantes : nouveaux bâtiments et matériaux, polluants émergents et expositions multiples » en 2011 (8 projets; restitution des résultats en 2016)
- « Contribution à l'évaluation de l'opération pilote visant à réduire les émissions de particules fines du chauffage au bois individuel dans la zone du PPA de la vallée de l'Arve » en 2013 (2 projets; restitution en 2018)
- « Agriculture et qualité de l'air : Évaluation, impacts, gestion et décision » en 2016 (10 projets; restitution en 2022)¹
- « Villes et qualité de l'air : gouvernance et approches intégrées des dynamiques urbaines en faveur de la qualité de l'air » en 2018 (6 projets; restitution en 2023)
- « Qualité de l'air, changement climatique, énergie : vers des approches intégrées aux plans scientifique, technologique, politique, économique, sanitaire, environnemental et social » en 2020 (9 projets en cours)

1. APR lancé en collaboration avec le plan Écophyto qui a soutenu 2 des projets lauréats

UNE GOUVERNANCE POUR VEILLER À LA PERTINENCE ET À LA QUALITÉ DES CHOIX

Le programme PRIMEQUAL est doté d'un Comité d'orientation (CO) présidé par le Chef du Service de la Recherche et de l'Innovation au MTECT, et d'un Conseil scientifique (CS) présidé par un scientifique reconnu dans le domaine du programme :

- Le CO est composé de représentants des parties prenantes intéressées par le programme : ministères, agences et organismes, associations, milieux professionnels. Il est une interface entre le monde de la recherche, les gestionnaires, les décideurs politiques et administratifs et le monde associatif. Il permet également de veiller à l'articulation et à la complémentarité avec d'autres programmes de recherche.
- Le CS est le garant de l'excellence scientifique du programme. Il est composé de personnes désignées *intuitu personae*, choisies pour leurs compétences scientifiques représentant la palette des disciplines du programme.

UNE PRIORITÉ DONNÉE À LA DIFFUSION DES ACQUIS VERS LES UTILISATEURS

Depuis plus de vingt ans, le MTECT et l'ADEME ont eu à cœur de rendre accessibles et compréhensibles les résultats produits par les projets PRIMEQUAL :

- Une quinzaine de colloques ont fait se rencontrer chercheurs et utilisateurs des recherches (décideurs, monde professionnel et représentants de la société civile).
- Le site <http://www.primequal.fr> donne notamment accès aux rapports et synthèses des projets, ainsi qu'aux différents documents de valorisation publiés (actes de colloque, plaquettes de synthèse, ouvrages thématiques).

RESPONSABLES DU PROGRAMME

- **ADEME : Nathalie POISSON**
nathalie.poisson@ademe.fr
- **MTECT : Thibault PREVOST**
thibault.prevost@developpement-durable.gouv.fr

PRIMEQUAL c'est :

- Plus de **300 actions** de recherche soutenues
- Un montant total d'aide de **26 millions d'euros**



Depuis 2020 le programme AQACIA (Amélioration de la Qualité de l'Air : Comprendre, Innover, Agir), mis en œuvre par l'ADEME, rassemble l'ensemble des soutiens sur les problématiques de qualité de l'air intérieur et extérieur jusque-là apportés par les programmes PRIMEQUAL, CORTEA, AACT-AIR-volet R&D et Impacts-volet Air.

PRÉSENTATION D'AACT-AIR



Depuis 2013, l'appel à projets AACT-AIR « Aide à l'Action des Collectivités Territoriales en faveur de la qualité de l'Air » apporte un soutien financier aux collectivités territoriales pour mener des études non réglementaires permettant d'identifier des actions concrètes d'amélioration de la qualité de l'air sur leur territoire.

Ces actions touchent plusieurs domaines : les transports et la mobilité, l'urbanisme et les chantiers du BTP, les bâtiments (ERP notamment), la combustion de biomasse, l'agriculture, la santé (avec les évaluations quantitatives d'impact sur la santé), le changement des pratiques collectives et individuelles.

Jusqu'en 2018, AACT-AIR soutenait également des travaux de recherche appliquée. Depuis 2018, seules les études sont éligibles, les projets de recherche relevant de PRIMEQUAL, puis du programme unique AQACIA (Amélioration de la qualité de l'air : comprendre, innover, agir).

RESPONSABLE DU PROGRAMME

- **Chantal DERKENNE**
chantal.derkenne@ademe.fr

AACT-AIR c'est :

- 70 projets soutenus
- un montant total d'aides de 4,8 millions d'euros

PRÉSENTATION DE DIQACC

L'objectif de l'appel à projets de recherche DIQACC - Données individuelles de la qualité de l'air et changement de comportements, lancé en 2018 était de comprendre en quoi les données individuelles de la qualité de l'air extérieur et/ou intérieur peuvent orienter les ménages vers des pratiques favorables à l'amélioration de la qualité de l'air.

Pratiques s'entend ici au sens des actions individuelles, comme l'aération plus fréquente de son logement ou la réduction des activités polluantes.

Les données individuelles ciblées dans cet appel à projets sont celles apportées par des microcapteurs ou des objets numériques connectés, du type application qui communique les données mesurées par d'autres dans un environnement proche. Ces dispositifs donnent à son utilisateur une information représentative de son environnement immédiat et non une donnée générique non contextualisée.

RESPONSABLE DU PROGRAMME

- **Chantal DERKENNE**
chantal.derkenne@ademe.fr

DIQACC c'est :

- 5 projets de recherche soutenus
- un montant total d'aides de 600 k€

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME – l'Agence de la transition écologique – nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines – énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, déchets, sols... – , nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

www.ademe.fr

 @ademe

Les collections de l'ADEME



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur :

Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert :

Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent :

Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en oeuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir :

Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



POLLUTION DE L'AIR EN VILLE : nouvelles connaissances pour réduire les expositions

L'Agence de la transition écologique (ADEME) conduit des programmes de recherche et d'expérimentation en faveur de l'amélioration de la qualité de l'air. Elle accompagne également les collectivités pour définir des plans d'action et les mettre en œuvre dans les territoires « en contentieux ».

En 2017 a été lancé l'appel à projets de recherche « Villes et qualité de l'air – Gouvernance et approches intégrées des dynamiques urbaines en faveur de la qualité de l'air » dans le cadre du programme **PRIMEQUAL** (programme de recherche inter-organisme pour une meilleure qualité de l'air), co-piloté par le Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires et l'ADEME. Cette action s'inscrit dans le cadre du PREPA (plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques).

Le présent recueil rassemble les résumés des six projets lauréats de cet appel à projets, ainsi que de neuf autres projets sur la même problématique soutenus par des programmes complémentaires, dont AACT-AIR (Aide à l'action des collectivités territoriales en faveur de la qualité de l'air) et DIQACC (Données individuelles de la qualité de l'air et changement de comportements). Organisés sous la forme de fiches illustrées, ils ont vocation à rendre accessibles les principaux résultats de ces projets à un public non scientifique, et à favoriser leur appropriation par les acteurs concernés par la pollution de l'air en ville.

Contacts

- **PRIMEQUAL**
Nathalie Poisson
ADEME/SEQA
primequal@ademe.fr
- **AACT-AIR et DIQACC**
Chantal Derkenne
ADEME/SEQA
Chantal.derkenne@ademe.fr

012256-1

