

DOCTORAT

Discipline : sociologie

JUSTYNA MOIZARD-LANVIN

**UNE FRAGMENTATION PARADOXALE ?
SAVOIRS ET IGNORANCES DANS LA GESTION
DE LA POLLUTION DE L'AIR A PARIS**

Thèse dirigée par : Soraya Boudia, Université Paris Cité et Maurice Cassier, CNRS

Date de soutenance : le 16 décembre 2022

Rapporteurs

- 1 Judith Rainhorn, Professeure des universités, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne
- 2 Olivier Martin, Professeur des universités, Université Paris Cité

Jury

- 1 Soraya Boudia, Professeure des Universités, Université Paris Cité
- 2 Maurice Cassier, Directeur de Recherche, CNRS
- 3 Kim Fortun, Professor, the University of California, Irvine
- 4 Pierre-Benoît Joly, Directeur de Recherche, INRA
- 5 Jean-Paul Gaudillière, Directeur de recherche, Inserm et Directeur d'études cumulant, EHESS

Remerciements

Ce travail de thèse est le fruit d'une multitude de rencontres, de conseils, d'aide et de soutien de nombreuses personnes que j'aimerais remercier.

Je souhaite remercier, avant tout, mes directeurs de thèse, Soraya Boudia et Maurice Cassier d'avoir dirigé ce travail de thèse. Je me sens privilégiée d'avoir pu réaliser ma thèse sous leurs directions. Je ne saurais les remercier assez pour leurs précieux conseils, remarques et suggestions qui ont enrichi ce travail. Merci tout particulièrement à Soraya Boudia pour son soutien sans faille et sa confiance qu'elle m'a accordé dès mon mémoire de M2. Je suis impatiente des futurs projets qui nous attendent !

Je tiens également à remercier Judith Rainhorn, Olivier Martin, Kim Fortun, Pierre-Benoît Joly et Jean-Paul Gaudillière d'avoir accepté d'être membres du jury de ma thèse, ce dont je suis extrêmement honorée. Je souhaite remercier tout particulièrement Pierre-Benoît Joly et Jean-Pierre Le Bourhis d'avoir apporté leurs précieux conseils dans le cadre du Comité de suivi de thèse.

Je voudrais adresser mes remerciements les plus vifs à Laura Barbier, Lisa Clausmann, Maël Goumri, Celia Mir Álvarez pour leurs nombreux conseils et remarques lors de nos officiels ateliers d'écriture. Je souhaite aussi remercier Kylian Godde, Valentin Thomas et (encore une fois) Laura Barbier, Lisa Clausmann et Maël Goumri pour la relecture de ma thèse.

Je souhaite remercier Bessie Leconte pour la relecture orthographique de ma thèse, son professionnalisme hors pair et sa disponibilité.

Merci à toutes les personnes qui m'ont accueillie sur mes terrains d'enquête, particulièrement le personnel du Service Parisien de Santé Environnementale, les

membres de l'association Respirons mieux dans la Ville et le collectif d'enseignants-chercheurs AirCitizen. Je voudrais remercier aussi toutes les personnes qui ont accepté de participer à mes entretiens.

Je souhaite remercier mon mari, Martin, pour son soutien sans faille tout au long de ma thèse et ses nombreuses et précieuses relectures. Sans lui ce travail de thèse n'aurait pas été possible.

Ma reconnaissance va également à ma famille, mes parents Małgorzata et Krzysztof, mon frère Marek et mes sœurs Julia et Katarzyna pour leur soutien inestimable.

Résumé

Cette thèse au croisement de la sociologie des sciences et des techniques (*Science and Technology Studies*) et de la sociologie des risques collectifs a pour point de départ un double constat. Le premier est que la pollution de l'air est encore aujourd'hui considérée comme un problème majeur de santé publique malgré des alertes récurrentes depuis les années 1960, la mise en place de structures de surveillance de qualité de l'air et de veille sanitaire en Europe et en Amérique du Nord et la construction d'un consensus scientifique basé sur l'accumulation d'un ensemble de corpus de connaissances scientifiques en épidémiologie, toxicologie, pneumologie, physico-chimie de l'atmosphère, météorologie et métrologie. Le second constat est le rôle accru attribué par l'OMS et/ou réclamé par des villes dans la prise en charge récente du problème de la pollution de l'air. Ceci se manifeste par l'organisation de réseaux comme celui des *C40 Cities Climate Leadership Group*, un réseau international de villes dites globales qui met en place des politiques de lutte contre la pollution de l'air et le changement climatique en complément ou en substitution de politiques nationales.

Sur la base de ces constats, cette thèse porte sur les transformations de la définition et la gestion du problème de la pollution de l'air à Paris, un acteur actif du réseau des *C40 Cities*. Elle étudie comment les différents groupes d'experts scientifiques se sont saisis, depuis le grand smog de Londres de 1952, du problème de la pollution de l'air. À partir d'une enquête empirique mobilisant différentes méthodologies (entretiens, observation ethnographique, analyse de corpus documentaires), elle s'intéresse aux types des savoirs produits par ces experts pour accompagner les autorités municipales dans la prise en charge du problème. Pour analyser les résultats de l'enquête empirique, elle reprend le concept de la « fragmentation des savoirs » proposé par Kim et Mike Fortun (2014) pour qualifier la distribution des savoirs dans le champ de risques sanitaires et environnementaux. Elle propose un prolongement de l'analyse de la « fragmentation des savoirs », en ne considérant pas uniquement les modalités de production des savoirs, mais également les

effets de cette fragmentation. Elle montre que cette dernière a deux effets, de prime à bord paradoxaux avec l'accumulation d'un important corpus de savoirs. Le premier est une accumulation de connaissances scientifiques sur l'exposition à la pollution de l'air qui ne répondent pas entièrement aux préoccupations des médecins généralistes et des associations de citoyens concernant l'augmentation de pathologies environnementales. La seconde est la production d'espaces de la « science non faite » (Frickel *et al.*, 2010 ; Hess, 2016, 2020) sur plusieurs aspects des expositions environnementales que ce soit sur les pathologies environnementales ou sur la distribution des inégalités sociales et environnementales de santé. Elle interroge enfin les effets politiques de cette fragmentation paradoxale.

Mots-clés : pollution de l'air, santé environnementale, fragmentation paradoxale, science non faite, ignorances, pathologies environnementales

Abstract

This dissertation, at the crossroads of the sociology of science and technology studies and the sociology of collective risks, is based on two observations. The first observation is that air pollution is still considered as a major public health problem in spite of recurrent alerts since the 1960s ; the setting up of air quality monitoring and health surveillance structures in Europe and North America ; and the construction of a scientific consensus based on the accumulation of a body of scientific knowledge in epidemiology, toxicology, pneumology, atmospheric physical chemistry, meteorology and metrology. The second observation is the increased role attributed by the WHO and/or claimed by cities in the recent management of air pollution problems. This is manifested by the organization of networks such as the C40 Cities Climate Leadership Group, an international network of so-called global cities that are implementing policies to combat air pollution and climate change in addition to national policies.

Based on these findings, this dissertation focuses on the transformations in the definition and management of the air pollution problem in Paris, an active player in the C40 Cities network. It studies how different groups of scientific experts have dealt with the problem of air pollution since the great London smog of 1952. Based on an empirical investigation using different methodologies (interviews, ethnographic observation, analysis of documentary corpus), this dissertation delves into the types of knowledge produced by these experts to support the municipal authorities in dealing with the problem. To account for the results of the empirical survey, this work takes up the concept of "knowledge fragmentation" proposed by Kim and Mike Fortun (2014) to qualify the distribution of knowledge in the field of health and environmental risks. An extension of the "knowledge fragmentation" concept is proposed by considering not only the modalities of knowledge production, but also the effects of this fragmentation. Doing so shows that this fragmentation has two effects, which at first glance seem paradoxical. The first effect is an accumulation of scientific knowledge on exposure to air pollution that does not fully respond to the concerns of general practitioners and

citizens' associations regarding the increase in environmental pathologies. The second is the production of blank spaces of "undone science" (Frickel et al. 2010; Hess 2016, 2020) on several aspects of environmental exposures, both on environmental pathologies and on the distribution of social and environmental health inequalities. Finally, this dissertation questions the political effects of this paradoxical fragmentation.

Keywords : air pollution, environmental health, paradoxical fragmentation, undone science, ignorance, environmental pathologies

Liste des sigles et acronymes

AASQA : Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air
ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail
APHEA : Air Pollution and Health : a European Approach
APHEIS : Air Pollution and Health : a European Information System
APHEKOM : Improving Knowledge and Communication for Decision Making on Air Pollution and Health in Europe
AP-HP : Assistance Publique-Hôpitaux de Paris
APPA : Association pour la prévention de la pollution atmosphérique
Apur : Atelier parisien d'urbanisme
Basias : Base nationale des anciens sites industriels et activités de service
Basol : Base de données répertoriant les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics
CIRC : Centre International de Recherche sur le Cancer
DRIEE Île-de-France : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie d'Île-de-France
EELV : Europe Écologie les Verts
EPA : Environmental Protection Agency
EQIS : Évaluations Qualitatives d'Impacts Sanitaires
ERPURS : Évaluation des Risques de la Pollution Urbaine sur la Santé
FDA : Food and Drug Administration
IAU : Institut Paris Région
INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
INSEE : Institut National de la Statistique et des Études Économiques
LAURE : Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie
OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Économique
OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ORS Île-de-France : Observatoire Régional de Santé d'Île-de-France

RNSP : Réseau National de Santé Publique

RR : Risque Relatif

SMASH : Service Municipal d'Actions de Salubrité et d'Hygiène

Table des matières

Remerciements	3
Résumé	5
Abstract	7
Liste des sigles et acronymes	9
Table des matières	11
Table des illustrations	14
Introduction générale	16
1. Définir un terrain d'enquête sur la pollution de l'air dans une capitale globale	21
2. Construire un cadre d'analyse.....	25
3. Méthodologie et sources d'enquête	30
3.1. Entretiens	30
3.2. Observation ethnographique.....	35
3.3. Corpus documentaires	36
4. Structure de la thèse.....	39
Chapitre 1. La pollution de l'air au cœur de la politique de santé environnementale de la ville de Paris.....	44
1. La montée en puissance de mobilisations scientifiques et militantes sur la pollution de l'air à Paris.	46
2. La transition de l'hygiène à la santé environnementale à Paris.....	66
3. Conclusion du chapitre	88
Chapitre 2. Comprendre les configurations contemporaines de la fragmentation des savoirs. Le rôle du grand smog de Londres	92
1. Le grand smog de Londres et ses effets.....	94
2. Quand le Laboratoire municipal de la préfecture de police s'intéresse à la pollution atmosphérique.....	107
3. De la mesure de la pollution atmosphérique à la prise en charge du problème ?.....	116
4. Conclusion du chapitre	126

Chapitre 3. La chronicisation de la pollution de l'air.

Le temps des épidémiologistes 129

1. La pollution de l'air. Un problème révolu de santé publique ? 131
2. Construire des alliances scientifiques 149
3. Institutionnaliser la pollution de l'air et fragmenter les savoirs 175
4. Conclusion du chapitre 180

Chapitre 4. Sélectionner et agréger les ignorances.

La carte de fragilité en santé environnementale 184

1. Organiser le travail de cartographie 187
2. Reproduire l'ignorance réglementaire des problèmes de santé environnementale 200
3. Réduire la « fragilité en santé environnementale » aux problèmes surveillés
à l'échelle réglementaire 212
4. Exclure les pathologies environnementales 225
5. Conclusion du chapitre 228

Chapitre 5. La mesure citoyenne de la pollution de l'air.

Renforcer la fragmentation des savoirs 231

1. Les conseils de quartier se mobilisent sur la pollution de l'air 234
2. Les politiques de la production des données 241
3. La mesure citoyenne de la pollution de l'air 254
4. Conclusion du chapitre 278

Conclusion générale :

Fragmentation des savoirs et ignorance des problèmes de santé

environnementale 280

1. Produire des savoirs fragmentés sur la pollution de l'air 282
2. Deux effets paradoxaux de la « fragmentation des savoirs » 287
 - 2.1. Un premier effet : une accumulation de données et de savoirs métrologiques 287
 - 2.2. Un deuxième effet : une « science non faite » 290
3. Surmonter la fragmentation des savoirs ? 294

Bibliographie générale 296

1. Articles scientifiques 296
2. Ouvrages et chapitres d'ouvrages 301

Références 306

1. Articles de presse 306
2. Articles scientifiques 309

3. Ouvrages et chapitres d'ouvrages	312
4. Documents et rapports institutionnels.....	313
5. Sites web et réseaux sociaux.....	320
6. Audiovisuel.....	327
7. Images.....	329
Annexe 1. Liste des entretiens	330
Annexe 2. Liste des jours d'observation.....	337

Table des illustrations

Figure 1 - Nombre de jours d'information et d'alerte en PM10 en Île-de-France	60
Figure 2 - Service Parisien de Santé Environnementale	71
Figure 3 - Organigramme de la Sous-Direction de la Santé.....	76
Figure 4 - Organigramme de la Direction de l'Action Sociale, de l'Enfance et de la Santé.....	77
Figure 5 - Station de mesure de la pollution de l'air installée par le Laboratoire des polluants chimiques sur la rue de Charonne à Paris	79
Figure 6 - Test d'élargissement des trottoirs de la rue de Charonne à Paris	80
Figure 7 - La structure du Département des activités scientifiques transversales.....	82
Figure 8 - Plan du Département des activités scientifiques transversales.....	82
Figure 9 - Le grand smog de Londres, 1952	92
Figure 10 - Le réseau de surveillance de la pollution de l'air du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris en 1957	103
Figure 11 - Comparaison des retombées de poussières entre 1961 et 1970.....	112
Figure 12 - Indice composite « pollutions et nuisances environnementales »	223
Figure 13 - Microcapteur Airbeam2.....	261
Figure 14 - Microcapteur AirVisual Pro	262
Figure 15 - Microcapteur portatif Aircitizen.....	271
Figure 16 - Mesure citoyenne de la pollution de l'air à la Porte de Montreuil	273
Tableau 1 - Parcours de Bernard Jomier	53
Tableau 2 - Appel des médecins de Paris.....	54
Tableau 3 - La lettre ouverte du Collectif Poumons de Paris.....	61
Tableau 4 - Parcours de Georges Salines	73
Tableau 5 - Parcours d'Isabelle Momas	84
Tableau 6 - Mesure de la pollution de l'air par l'Observatoire de Montsouris	97
Tableau 7 - Parcours d'Henri Moureu.....	108
Tableau 8 - Parcours de Bernard Festy	137
Tableau 9 - Parcours de William Dab	144
Tableau 10 - Parcours de Philippe Quénel	145
Tableau 11 - Membres de l'équipe « ERPURS ».....	150

Tableau 12 - Parcours de Denis Zmirou.....	152
Tableau 13 - Équipes de recherche du programme APHEA.....	155
Tableau 14 - Parcours de Sylvia Médina.....	156
Tableau 15 - Parcours d'Alain Le Tertre.....	157
Tableau 16 - Niveaux de la procédure d'alerte et d'information du public en cas « d'épisode » de pollution de l'air en Île-de-France.....	159
Tableau 17 - Parcours de Dominique Alba	189
Tableau 18 - Composition du Comité technique.....	197
Tableau 19 - Indicateur PPPI.....	218
Tableau 20 - Le collectif AirCitizen.....	256
Tableau 21 - Récapitulatif des balades de Pierre	267
Equation 1 - Calcul de l'indicateur Level day evening night (Lden).....	217

Introduction générale

Le 29 octobre 2018 a lieu, sur la Place des Nations à Genève, l'inauguration de l'exposition artistique « Pollution Pods » (capsules de la pollution de l'air) de l'artiste britannique Michael Pinsky¹. Les visiteurs sont invités à parcourir un anneau de six dômes géodésiques qui, par un mélange d'ozone, particules fines, dioxyde d'azote, dioxyde de soufre et monoxyde de carbone, reproduisent chacun la qualité de l'air dans cinq villes du monde : Trondheim (Norvège), Londres, New Delhi, Pékin et São Paulo (Sommer *et al.*, 2019). La visite débute par le dôme de Trondheim où l'air est relativement frais et peu pollué. Elle se poursuit dans le dôme de Londres où le visiteur voit un léger brouillard et ressent une pollution produite majoritairement par le trafic routier et l'industrie. Le dôme suivant est celui de New Delhi où règne une température élevée, une atmosphère humide et un important niveau de pollution de l'air. Quant au quatrième dôme, il reproduit l'air de Pékin en hiver dont le ressenti, malgré d'importants niveaux de pollution, diffère par le climat et les odeurs du dôme de New Delhi. La visite s'achève par le dôme de São Paulo, ville très polluée, avec à nouveau une température élevée et des odeurs qui envahissent les sens. Avec cette installation géante, l'artiste propose une immersion sensorielle de ce que signifie vivre dans des villes polluées en permanence dans différentes parties du monde². Il cherche aussi à montrer, à travers une représentation sous forme d'anneaux, l'interconnexion et

¹ Michael Pinsky est un artiste britannique, diplômé du Royal College of Art de Londres. Ses œuvres sont connues pour questionner de manière ambitieuse et provocante les problèmes qui concernent l'usage de l'espace public, l'aménagement urbain, le changement climatique et la pollution de l'air. Pinsky se dit avoir à la fois un rôle d'artiste, d'urbaniste, de militant, de chercheur et de citoyen. Il avait exposé ses œuvres à la Tate Britain (Galerie Nationale d'Art Britannique), au Musée d'art contemporain de Chengdu, à la Galerie Saatchi (Musée d'art contemporain de Londres), au Victoria and Albert Museum de Londres, à l'Institut d'art contemporain de Londres, à la Villette de Paris, au Centre d'art contemporain Baltic, au Centre d'art contemporain de Glasgow et bien d'autres encore. Son travail a été entre autres récompensé par la Royal Society of Arts, le Conseil des Arts d'Angleterre et le British Council. Pinsky, Michael. 2021. « About ». Dernière consultation le 20 décembre 2021. <https://www.michaelpinsky.com/about-2/>.

² OMS. 2018. « Quand l'art rencontre la science Les "Pollution Pods". Immersion dans la pollution de l'air en différents endroits du monde ». Genève.

l'interdépendance de ces villes entre elles. Certains polluants parcourent des milliers de kilomètres et subissent des transformations chimiques dans l'atmosphère, restant nuisibles pour des populations et des écosystèmes, même loin de leurs sources d'émission³. En accueillant cette exposition, l'OMS a souhaité montrer la complexité du problème de la pollution de l'air qui n'a pas de frontières et la nécessité d'agir à l'échelle globale.

L'exposition « Pollution Pods », conçue dans le cadre du projet interdisciplinaire et international Climart⁴, a été accueillie à Genève par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) et la Confédération suisse à l'occasion de la première Conférence mondiale sur la pollution de l'air et la santé qui s'est tenue du 30 octobre au 1^{er} novembre 2018 au siège de l'OMS⁵. Cette conférence a été mise en place par l'OMS, avec le soutien du Programme des Nations Unies pour l'environnement, de l'Organisation météorologique mondiale, de la Banque mondiale, de la Coalition pour le climat et l'air pur, de la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe et du secrétariat de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques⁶. Elle a été organisée avec pour objectif de réunir de récentes connaissances sur le problème de la pollution de l'air et d'inciter un ensemble d'acteurs globaux, nationaux et municipaux à agir. Ainsi, c'était l'occasion de dresser un bilan de l'impact sur la santé de la pollution de l'air, des méthodes de surveillance de la pollution de l'air et de l'exposition de la population, comme des outils d'évaluation et de mise en œuvre de l'action publique de lutte contre la pollution de l'air. Près de 900 participants ont assisté à cette conférence, dont les représentants des organisations intergouvernementales, des gouvernements nationaux et des autorités publiques municipales, des professionnels de la santé, des transports et de l'énergie, des chercheurs universitaires et des associations de citoyens.

³ OMS. 2018. « Transboundary air pollution and health-the value of international cooperation ». Genève.

⁴ Climart est un projet créé en 2014 par une équipe de recherche interdisciplinaire à l'Institut de Psychologie de l'Université norvégienne de sciences et de technologie (*Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet*). Cette équipe de recherche est composée d'artistes, de chercheurs en psychologie environnementale et de chercheurs en sciences naturelles. Leur objectif est d'étudier dans quelle mesure l'art peut avoir des effets sur le public concernant le changement climatique.

Climart. 2017. « Home ». Dernière consultation le 2 janvier 2022. <https://www.climart.info/>.

⁵ OMS. 2018. « Première conférence mondiale de l'OMS sur la pollution de l'air et la santé ». Genève.

⁶ *Ibidem*.

Cette première Conférence mondiale sur la pollution de l'air et la santé de l'OMS a révélé deux constats qui sont au cœur de cette thèse. Le premier est que la pollution de l'air est encore aujourd'hui considérée comme un problème majeur de santé publique. Ceci, malgré des alertes récurrentes depuis les années 1960, la mise en place de structures de surveillance de la qualité de l'air et de veille sanitaire en Europe et en Amérique du Nord, ainsi que de la construction d'un consensus scientifique basé sur l'accumulation d'un ensemble de connaissances scientifiques en épidémiologie, toxicologie, pneumologie, physico-chimie de l'atmosphère, météorologie et métrologie. Les preuves scientifiques présentées par les experts sur le lien entre la pollution de l'air et l'épidémie de maladies non transmissibles, comme le cancer, les accidents vasculaires cérébraux, les maladies cardiaques, l'asthme ou encore la bronchopneumopathie chronique obstructive, s'accumulent⁷. Il s'agit là de l'un des rares problèmes de santé environnementale pour lequel il existe un consensus d'épidémiologistes et de toxicologues quant à ses effets sur la santé. En 2013, le Centre international de Recherche sur le Cancer (CIRC), une agence intergouvernementale de l'OMS spécialisée dans la recherche sur le cancer, a classé la pollution de l'air extérieur comme « cancérogène pour l'homme » en constatant qu'elle représente l'« une des premières causes environnementales de décès par cancer »⁸.

Le poids des preuves scientifiques est tel qu'en 2019, à la suite de la conférence, l'OMS a classé la pollution de l'air et le changement climatique⁹ comme principaux

⁷ OMS. 2018. « First Global Conference on Air Pollution and Health ». Dernière consultation le 15 juillet 2022. <https://www.who.int/news-room/events/detail/2018/10/30/default-calendar/air-pollution-conference>.

⁸ CIRC. 2013. « La pollution atmosphérique une des premières causes environnementales de décès par cancer ». Lyon.

Un an plus tôt, le CIRC avait également classé les gaz d'échappement des moteurs diesel dans le même groupe d'agents cancérogènes (groupe 1).

CIRC. 2012. « Les gaz d'échappement des moteurs diesel cancérogènes ». Lyon.

⁹ Pour l'OMS, la pollution de l'air et le changement climatique constituent les deux faces d'une même médaille. Elle souligne que la lutte contre la pollution de l'air peut réduire par la même occasion les émissions de polluants climatiques à courte durée de vie (le noir de carbone (C), le méthane (CH₄) et l'ozone (O₃)) comme ceux à plus longue durée de vie (le dioxyde de carbone (CO₂)). Ainsi, elle peut ralentir le changement climatique et réduire son impact sur la santé, l'eau, l'agriculture et les phénomènes météorologiques extrêmes.

risques pour la santé mondiale¹⁰. Si le problème est alarmant et les preuves scientifiques abondantes, les politiques publiques relatives au problème de la pollution de l'air se caractérisent par une certaine inertie contribuant à la persistance du problème sur une longue durée. Cette persistance et l'ampleur du problème de la pollution de l'air se reflètent notamment dans les données de mortalité mises en avant par les agences internationales et nationales de santé publique. À l'occasion de la conférence de Genève de 2018, l'OMS établit un constat saisissant : 91% de la population mondiale est exposée à des niveaux de pollution aux particules fines (PM_{2,5}) qui dépassent les seuils de référence qu'elle recommande¹¹. Elle estime que cette exposition est à l'origine de plus de 7 millions de décès prématurés dans le monde.

Le second constat est le rôle accru attribué par l'OMS et/ou réclamé par les villes dans la prise en charge récente des problèmes de la pollution de l'air¹². L'implication des villes dans la prise en charge du problème n'est pas entièrement nouvelle comme nous le verrons par la suite. Dès 1988, le Bureau régional de l'OMS pour l'Europe a positionné les villes, avec la création du réseau des Villes Santé de l'OMS, comme des acteurs prééminents dans la lutte contre ce problème majeur de santé publique. Leur mobilisation par l'OMS s'inscrit dans un contexte où les villes, comme le constate la sociologue Saskia Sassen (2009), sont aujourd'hui sur le front d'une série de défis de gouvernance mondiale que représentent le changement climatique, les pollutions environnementales, l'insécurité, la violence structurelle et le racisme. Elle souligne que c'est à l'échelle des villes que ces défis sont les plus flagrants et urgents et que le problème de la pollution de l'air constitue un exemple par excellence de ces défis. Elle remarque que les autorités municipales et les militants d'associations locales ont

¹⁰ OMS. 2019. « 10 threats to global health in 2019 ». Dernière consultation le 2 juin 2019. <https://www.who.int/vietnam/news/feature-stories/detail/ten-threats-to-global-health-in-2019>.

¹¹ OMS. 2018. « World health statistics 2018 : monitoring health for the SDGs, sustainable development goals ». Genève.

¹² Avant la fin de la conférence, l'OMS a sollicité les villes et les gouvernements nationaux pour rejoindre le projet « Respire la vie » (*BreatheLife*) qui les engage à diminuer, d'ici 2030, les niveaux de la pollution de l'air en dessous des seuils recommandés. Parmi 79 signataires de ce projet, la ville de Paris est le seul signataire pour la France.

OMS *et al.* 2016. « BreatheLife. About our global campaign ». Dernière consultation le 15 février 2022. <https://breathelife2030.org/about/> ; OMS *et al.* s. d. « Le réseau Breathelife ». Dernière consultation le 23 décembre 2021. <https://breathelife2030.org/fr/breathelife-cities/>.

souvent fait face à ces défis, bien avant qu'un traité international ait été signé ou qu'une loi nationale soit adoptée pour les prendre en charge.

Dans les débats transnationaux sur la pollution de l'air, les villes sont considérées à la fois comme une source importante de pollutions environnementales et comme un acteur majeur des solutions à apporter. Un pari s'impose avec force pour un ensemble d'acteurs internationaux selon lequel la ville constitue un bon échelon pour mettre en place des politiques de lutte contre le changement climatique et la pollution de l'air. Ceci se traduit par l'organisation de réseaux comme celui des *C40 Cities Climate Leadership Group*, un réseau international de maires, mis en place en 2005, qui élabore des politiques de lutte contre la pollution de l'air et le changement climatique en complément ou en substitution des politiques nationales. L'une des spécificités du réseau est son principe d'adhésion qui s'effectue en fonction de l'efficacité de l'action mise en place et non pas par le paiement de frais d'adhésion¹³. Le rôle qu'entend jouer la ville de Paris dans ce réseau et à l'échelle internationale est important. Le 4 décembre 2015, Anne Hidalgo (Maire de Paris), a mis en place avec Michael Bloomberg (ancien Maire de New York et envoyé spécial des Nations Unies pour les villes et le changement climatique), le Sommet de 1 000 Maires des plus grandes villes du monde pour faire pression sur les négociations en cours de la 21^e Conférence des Parties (COP21) qui avait lieu en France¹⁴. Un an plus tard, elle a été élue à la présidence du réseau *C40*¹⁵. Elle a aussi créé en 2017, en collaboration avec Patrick Ollier (Président de la Métropole du Grand Paris) et avec le soutien de l'OMS, l'Observatoire mondial des villes sur la qualité de l'air (*Global Urban Air Pollution Observatory*)¹⁶. Cet observatoire a été créé dans l'objectif de construire une plate-forme digitale avec un référentiel de données comparables entre les différentes villes sur les niveaux de pollution de l'air, les sources de pollution et l'impact de la pollution de l'air sur la santé

¹³ C40. s. d. « About C40 ». Dernière consultation le 8 octobre 2020. <https://www.c40.org/about>.

¹⁴ *Le Monde*. 2015. « COP21 : 700 maires du monde réunis à Paris pour exercer « une pression positive ». 4 décembre 2015.

¹⁵ Après deux mandats successifs à la présidence du réseau C40, Anne Hidalgo a été remplacée en 2019 par Eric Garcetti, le Maire de Los Angeles.

¹⁶ Mairie de Paris et Métropole du Grand Paris. 2017. « Paris, siège de l'Observatoire mondial des villes et métropoles sur la qualité de l'air ». Paris.

et afin de partager les « bonnes pratiques » entre les villes et les innovations technologiques dans la lutte contre la pollution de l'air¹⁷.

Sur la base de ces constats, cette thèse, qui s'inscrit au croisement de la sociologie des sciences et des techniques (STS - *Science and Technology Studies*) et de la sociologie des risques, porte sur les transformations de la définition et la gestion du problème de la pollution de l'air à Paris, un acteur actif du réseau des *C40 Cities*. La question qu'elle cherche à étudier est celle du type de savoirs produits par différents groupes d'experts et leurs usages dans la gestion d'un problème sanitaire environnemental à l'échelle d'une ville. Quels sont les savoirs qui se sont accumulés sur la longue durée sur la pollution de l'air à Paris ? Qui sont les experts scientifiques qui ont produit ces savoirs ? Quels sont les savoirs dont la ville de Paris s'est emparée dans la gestion de la pollution de l'air ? Quelle est la place des savoirs, notamment ceux relatifs aux effets de la pollution de l'air sur la santé, dans la définition de la politique de lutte contre la pollution de l'air à Paris ? Y-a-t-il des alliances entre les autorités municipales et les différents groupes d'experts producteurs de ces savoirs ? Ces questions m'ont amenée à partir à la quête du type de savoirs mobilisés, et des acteurs qui s'en sont emparés, dans la gestion de la pollution de l'air à Paris.

1. Définir un terrain d'enquête sur la pollution de l'air dans une capitale globale

Pour tenter de répondre à ces questions, la première étape de la thèse était de définir les modalités de l'enquête empirique, notamment le terrain ou les terrains de recherche. Si la question de recherche était clairement posée dès le départ, sa mise en œuvre s'est révélée plus compliquée et plus sinueuse que prévu. Le projet initial était d'étudier le rôle des scientifiques, en particulier celui des épidémiologistes et leurs savoirs dans la définition de la politique de la ville de Paris. Un tel choix s'appuyait sur le travail réalisé dans le cadre de mon mémoire de Master 2 en Ingénierie des Risques à l'Université Paris Descartes (aujourd'hui l'Université Paris Cité) qui a porté sur le rôle

¹⁷ Ville de Paris. 2019. « Observatoire mondial des villes pour la qualité de l'air ». Paris.

des épidémiologistes dans la définition et la gestion du problème de la pollution de l'air en France. L'importance du travail de ce groupe d'acteurs a été soulignée par Franck Boutaric et Pierre Lascoumes (2008) dans le cadre de leurs travaux sur la construction du danger de la pollution de l'air comme problème de santé publique inscrit dans la Loi du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie. Bien qu'utiles pour retracer la trajectoire du problème et identifier les différents groupes d'acteurs impliqués dans sa construction, leurs travaux disaient peu de ces acteurs qui, à travers leurs trajectoires, ont participé à institutionnaliser la santé environnementale au sein d'agences sanitaires.

L'enquête empirique réalisée dans le cadre de mon mémoire de M2 a débuté à l'occasion de la 3^e édition des Assises nationales de la qualité de l'air qui ont eu lieu en septembre 2016 à Montrouge, à l'initiative du ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer ainsi que de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME). Sa première édition avait eu lieu en 2011 dans un contexte de déclenchement imminent par la Commission européenne de la procédure contentieuse contre la France pour le non-respect, et ceci dans seize agglomérations, des valeurs limites pour les particules fines (PM₁₀), en vigueur depuis le 1^{er} janvier 2005¹⁸. L'objectif de ce congrès national a été de dresser un état de connaissances sur la pollution de l'air et de partager les « bonnes pratiques » entre les villes dans la lutte contre la pollution de l'air. Les 3^e Assises nationales de la qualité de l'air ont été l'endroit idéal pour démarrer cette enquête de terrain. Elles ont réuni plus de 400 acteurs, à savoir des élus locaux, régionaux et nationaux, des représentants de l'administration de l'État et des collectivités territoriales, des syndicats, des fédérations professionnelles, des médecins, des enseignants-chercheurs, des bureaux d'études et des associations.

Lors de ces 3^e Assises nationales de la qualité de l'air, je note tout particulièrement le poids joué par l'une des figures du groupe des épidémiologistes dans le cadrage et les discussions du problème de la pollution de l'air. Il s'agit de Sylvia

¹⁸ Sénat. 2011. « Rapport d'information fait au nom de la commission des finances sur l'application du droit communautaire de l'environnement ». Paris.

Médina, épidémiologiste et coordonnatrice du programme « Air et santé » à Santé Publique France, le programme qui, en application de la Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie de 1996, assure la surveillance des effets de la pollution de l'air sur la santé. Elle était invitée aux Assises pour présenter sa dernière étude réalisée dans le cadre de ce programme. Durant sa présentation, un murmure envahit toute la salle lorsqu'elle constate qu'en France l'exposition aux particules fines (PM_{2,5}) est à l'origine de 48 000 décès prématurés par an, un chiffre qui, pour elle, n'est pas tant un résultat de l'exposition à des pics de pollution, mais de l'exposition chronique à la pollution de l'air. Après sa présentation, une longue queue de personnes s'est formée pendant la pause déjeuner pour échanger quelques mots avec elle. Les 3^e Assises ont été suivies d'une série d'entretiens semi-directifs avec les épidémiologistes français qui ont joué un rôle majeur au milieu des années 1990 dans la construction du problème de la pollution de l'air en France. Ces épidémiologistes ont montré que le risque relatif (RR) de mortalité pour l'exposition à la pollution de l'air est faible, mais lorsque transposé à l'ensemble de la population, il représente un impact sanitaire considérable¹⁹. Depuis, l'approche des épidémiologistes a pris une place centrale dans l'évaluation et la surveillance de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique à l'échelle nationale.

À l'issue de mon mémoire de M2, sur la base du constat de la montée en puissance des villes globales dans la lutte contre la pollution de l'air, je souhaitais poursuivre l'enquête pour examiner la place des épidémiologistes et de leurs savoirs dans les politiques de l'air à Paris. Le choix de la ville de Paris était motivé par deux raisons. La première était la place attribuée à cette ville dans la lutte contre la pollution de l'air, et ceci à l'échelle internationale comme nationale lors de la troisième édition des Assises nationales de la qualité de l'air. La municipalité de Paris venait d'adopter un ensemble d'actions visant à réduire le trafic routier et à dé-diéséliser son parc automobile qui a été qualifié par les organisateurs des 3^e Assises d'exemplaire en matière de lutte contre la pollution de l'air²⁰. La seconde raison était la collaboration établie de longue date entre la ville de Paris et les épidémiologistes. Paris finance depuis

¹⁹ Host, Sabine et Noëlla Karusisi. 2014. « ERPURS : 20 ans de surveillance et d'évaluation des risques de la pollution urbaine sur la santé ». Paris : Observatoire régional de santé Île-de-France.

²⁰ ADEME et Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer. 2016. « Actes des troisièmes Assises Nationales de la Qualité de l'Air ». Paris.

2003 la cohorte de près de 4 000 nouveau-nés parisiens qui a été mise en place par Isabelle Momas (Professeure à l'Université Paris Descartes (aujourd'hui Université Paris Cité) et Présidente de l'Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)). Elle était aussi l'une des figures du groupe qui a participé à redéfinir sur la scène nationale, dans les années 1990, le problème de la pollution de l'air. Son objectif est d'étudier l'exposition des enfants à la pollution de l'air et les risques de développer des pathologies respiratoires et des allergies à Paris. Ce travail a donné lieu à la publication de plus d'une vingtaine d'articles scientifiques et de cinq thèses de doctorat à l'Université Paris Descartes, qui contribuent à montrer un lien de causalité entre l'exposition à la pollution de l'air et les pathologies environnementales chez les jeunes enfants.

La cohorte de nouveau-nés Paris est rattachée au Département des activités scientifiques transversales du Service Parisien de Santé Environnementale (ex-Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène) qui a été créé par la ville de Paris en septembre 2016, suite à l'adoption un an plus tôt du plan « Paris Santé Environnement ». Le Service Parisien de Santé Environnementale a été alors positionné comme « pilier » de ce plan avec l'idée de renforcer le conseil et l'expertise municipale dans le domaine de la santé environnementale. Il est composé de trois laboratoires et trois départements municipaux. Le département des activités scientifiques transversales auquel a été rattachée la cohorte de nouveau-nés Paris est dédié à la production d'outils visant à éclairer l'action municipale. J'ai réussi à négocier un accès à ce terrain d'enquête pour y réaliser une observation ethnographique.

À l'issue des premières étapes de mon enquête de terrain sur les épidémiologistes de la cohorte de nouveau-nés Paris, je me suis rendue compte que mon objet d'étude se dérobaient sans cesse. Si la cohorte de nouveau-nés Paris était rattachée de longue date au Service Parisien de Santé Environnementale, les relations entre les épidémiologistes et les ingénieurs de ce service étaient limitées. Très vite, l'enquête a révélé que ce ne sont pas les savoirs des épidémiologistes, mais bien d'autres formes de savoirs qui sont utilisées par les ingénieurs pour appuyer l'action municipale dans le domaine de la santé environnementale. Quelques temps après mon intégration au sein du Service Parisien de

Santé Environnementale, une autre dynamique a commencé à prendre place. Les ingénieurs de ce service ont été perturbés par le renouvellement du répertoire d'action des associations de citoyens avec la production de nouvelles données numériques sur le problème de la pollution de l'air. Leurs actions, impulsées par l'essor de la science participative dans d'autres pays et le recours aux nouvelles technologies et au big data, ont rapidement pris du poids dans les débats sur le problème de la pollution de l'air.

Ainsi, il est apparu nécessaire d'élargir mon enquête pour saisir les configurations contemporaines observées sur le terrain. J'ai alors entrepris un double élargissement : d'une part, une enquête socio-historique sur la construction des savoirs de la pollution de l'air à Paris visant à comprendre le cadrage actuel du problème et, d'autre part, une enquête sur la production d'autres formes de savoirs, différents de ceux produits par les épidémiologistes, visant à appuyer l'action municipale dans le domaine de la santé environnementale. Deux projets phares, tous les deux bénéficiant du financement de la ville de Paris, ont été tout particulièrement étudiés : la construction d'un outil cartographique d'identifications des zones de la fragilité en santé environnementale à Paris et la mise en place du projet « Respirons mieux dans le 20^e », un projet de mesure citoyenne de la pollution de l'air dans le 20^e arrondissement de Paris.

2. Construire un cadre d'analyse

Pour étudier le type de savoirs mobilisés ou ignorés par la municipalité dans la gestion des risques sanitaires et environnementaux à Paris, j'avais à ma disposition une vaste littérature dans le champ des *Science and Technology Studies* (STS) sur la question de la mobilisation des savoirs dans la caractérisation des risques sanitaires et environnementaux et leur régulation. Il en découle que les instances de régulations ne tiennent pas entièrement compte des savoirs scientifiques qui, dans le processus de régulation des risques, sont déconstruits en fonction des intérêts et des rapports de force entre différents groupes d'acteurs (Jasanoff, 1990 ; Boudia et Jas, 2013 ; Demortain, 2017 ; Hepler-Smith, 2019). Les travaux fondateurs de Sheila Jasanoff, sur le rôle croissant des Comités consultatifs scientifiques indépendants dans la régulation des

risques par les agences de sécurité sanitaire américaines, offrent un cadre particulièrement riche pour saisir les défis auxquels ces derniers peuvent souvent être confrontés (Jasanoff, 1990). Jasanoff a qualifié ces Comités de la « cinquième branche » du gouvernement (*the fifth branch*)²¹, cette dernière étant exploitée par les bureaucrates dans les politiques de régulation des risques. Elle analyse, tout au long de son travail, deux principaux paradigmes visant à maîtriser l'usage de la science dans la régulation de risques : le « démocratique » et le « technocratique ». Tandis que le paradigme « technocratique » appelle à élargir le rôle de la science dans la régulation des risques, le paradigme « démocratique » préconise lui, une participation plus large des citoyens. Cependant, Sheila Jasanoff remarque qu'aucun de ces paradigmes ne saisit le réel usage de la science dans la régulation des risques. Pour elle, les agences de sécurité sanitaire, comme l'Environmental Protection Agency (EPA) et la Food and Drug Administration (FDA), bénéficient d'une légitimité des Comités consultatifs scientifiques indépendants sans vouloir admettre le caractère négocié de leur travail scientifique.

Ce caractère négocié de la science réglementaire a été particulièrement visible dans les scandales et controverses sanitaires des années 1990. Il en est alors apparu qu'elle fait partie d'une infrastructure publique plus large qui est « privée, discrète, voire dissimulée » (Borraz et Demortain, 2015 ; Demortain, 2011). Emmanuel Henry, dans ses travaux sur l'élaboration des valeurs limites d'exposition professionnelle aux substances chimiques, souligne que la production de la science réglementaire est orientée *a priori* en fonction d'intérêts et de profits des acteurs politiques et industriels (Henry, 2015). De même, les travaux d'Henri Boullier (2019), sur l'application du règlement REACH pour trois molécules (le DEHP, le trichloréthylène et le sulfate de nickel), ont montré comment la procédure d'autorisation, en s'appuyant sur des données fournies par les acteurs industriels (souvent incomplètes et de mauvaise qualité) et en multipliant les possibilités de dérogation, favorise l'arrêt des interdictions fermes de la commercialisation des molécules de synthèse. Elle offre au contraire la possibilité aux acteurs industriels de se positionner sur de nouveaux marchés (Boullier, 2019). Dans leurs travaux sur la place croissante de la science dans la régulation des risques, Soraya

²¹ La Constitution des États-Unis prévoit trois branches distinctes de gouvernement : exécutif, législatif et judiciaire. La bureaucratie administrative a été dénoncée en tant que quatrième branche illégitime du gouvernement.

Boudia et Nathalie Jas soulignent que la science n'a pas réussi réellement à protéger les populations de l'exposition à une myriade de substances chimiques (Boudia et Jas, 2014). Nathalie Jas montre qu'au contraire la prolifération des dispositifs nationaux et internationaux de gouvernement des substances chimiques dangereuses et de leurs effets délétères, dans lesquels le rôle des savoirs scientifiques et d'expertise est central, s'est accompagnée depuis les années 1970 d'un élargissement des marchés de ces substances (Jas, 2014). Cette prolifération a, pour Nathalie Jas, deux effets : l'ignorance des substances chimiques dangereuses et de leurs effets délétères et la protection insuffisante de la santé et de l'environnement. Elle souligne que les dispositifs de gouvernement des substances chimiques, et leur prolifération, sont une ressource permettant aux acteurs institutionnels et économiques d'assurer la stabilité économique. Au bout du compte, l'expertise scientifique est bien souvent « impuissante » pour surmonter des asymétries de pouvoirs dans la régulation des risques (Boudia et Jas, 2014). Cependant, elle demeure indispensable pour d'une part, rendre visible un « monde toxique » dans lequel nous vivons et, d'autre part, mettre au jour les problèmes qui en découlent (Boudia et Jas, 2014).

Ces différents travaux sont importants pour comprendre les mécanismes institutionnels qui régissent la production de données et de connaissances scientifiques à des fins de régulation des risques. Cependant, très vite, ils me sont apparus insuffisants pour comprendre comment ces différents ensembles de données sont utilisés ou ignorés dans la prise en charge du problème à l'échelle municipale. Ces travaux ne permettent pas non plus de comprendre comment ces données produites à des fins de surveillance réglementaire coexistent avec d'autres données sur la pollution de l'air établies à l'échelle locale. Mes lectures et échanges dans le cadre notamment des conférences de la Society for Social Studies of Science (4S), m'ont amenée à mobiliser un concept que je trouve particulièrement utile dans la compréhension de ce que j'observais, celui de la « fragmentation des savoirs ». Ce concept a été proposé par Kim et Mike Fortun (2014), les anthropologues et chercheurs en STS, dans leurs travaux sur l'asthme pour qualifier la distribution des savoirs dans le champ des risques sanitaires environnementaux. Pour Kim et Mike Fortun, les savoirs sont fragmentés parmi un large éventail de disciplines scientifiques comme la pneumologie, la génétique, l'épidémiologie, la toxicologie,

l'immunologie, la physico-chimie de l'air et l'anthropologie culturelle. Ces auteurs soulignent que les différentes disciplines scientifiques ont tendance à fractionner un problème de santé environnementale en de multiples facettes pour étudier chacune d'entre elles de manière isolée. Cette démarche consolide l'idée selon laquelle la relation de causalité entre l'exposition à un polluant et la survenue d'une pathologie environnementale est singulière et linéaire (Fortun *et al.*, 2014). Les travaux de Francis Chateauraynaud et Didier Torny (1999) ont aussi montré comment le domaine de la radioactivité est divisé en deux objets de controverse : la cartographie des pathologies environnementales et le traçage de points de contamination de l'environnement par des radioéléments. Alors que ce régime de production de connaissances a été fructueux dans la production de connaissances spécialisées qui ont induit des progrès scientifiques considérables, il rend difficile pour les experts de tenir compte des effets systémiques des problèmes de santé environnementale, ce qui a un impact profond sur la production de l'action publique.

Cette notion de fragmentation des savoirs rejoint une autre idée importante, celle de « l'hyper-segmentation » des savoirs de Nathalie Jas (2017). Ses travaux dévoilent comment la régulation des risques est conçue de manière « hyper-segmentée » : substance par substance, usage par usage et milieu par milieu. Ceci, alors que les expositions à la même substance chimique sont multiples, sans parler des effets cocktail d'une exposition simultanée à plusieurs substances. Nathalie Jas constate que cette hyper segmentation des savoirs aurait *a priori* deux effets : elle complexifie la gestion des substances chimiques dangereuses et invisibilise certains problèmes et pas d'autres. Ainsi, la même substance peut être considérée comme problématique dans certains usages et milieux, tout en étant inaperçue dans d'autres. Cette invisibilisation des problèmes qui découle de l'hyper-segmentation des savoirs dans la régulation des risques est marquée par des inégalités sociales, économiques et politiques (Jas, 2017). Pour Nathalie Jas, les dispositifs de régulation des risques de substances chimiques dangereuses sont « structurés autant – si ce n'est plus – par de l'ignorance que par de la connaissance » (Jas 2017, 49).

Cette thèse propose un prolongement des concepts de la « fragmentation » et de l'« hyper segmentation » des savoirs, en ne considérant pas uniquement les modalités de leurs productions, mais aussi leurs effets. Ma première hypothèse est que la « fragmentation » des savoirs est le fruit de l'organisation de la recherche et de l'expertise scientifiques sur les questions sanitaires environnementales. L'objectif est de mieux saisir les processus qui la constituent et les effets sur le type savoirs produits sur le problème de la pollution de l'air à Paris pour appuyer les autorités municipales dans la prise en charge de ce problème. Quels sont les problèmes mis en avant par les experts ? Par qui sont produits ces savoirs ? Quels sont les types de savoirs que les autorités municipales participent à financer ? Qui bénéficie de la production de ces savoirs ?

Ma seconde hypothèse est que l'un des effets de la « fragmentation » et l'« hyper segmentation » des savoirs est la production des espaces de la « science non faite ». Cette hypothèse s'appuie sur un ensemble de travaux s'inscrivant dans la nouvelle sociologie politique des sciences qui définissent la « science non faite » comme une part absente, incomplète ou partielle de savoirs dans certains domaines de recherches (Frickel *et al.*, 2010 ; Hess, 2016 ; Hess, 2020). Pourtant, cette « science non faite » a été, pour David Hess (2007), bien souvent identifiée par certaines organisations de la société civile et les associations de citoyens comme digne d'intérêt pour la santé de groupes mobilisés. Les auteurs s'inscrivant dans la lignée de ces travaux convergent sur l'idée que la « science non faite » est une conséquence de politiques plus larges de la production de connaissances (Frickel *et al.*, 2010). Ils n'attribuent pas la « science non faite » à l'incompétence des experts scientifiques, mais au fonctionnement plus large de leurs disciplines scientifiques (leurs intérêts, orientation de questions de recherche, choix de cadrages et de méthodologies standardisés de recherche, etc.) et à la distribution inégale de pouvoirs et de ressources financières entre acteurs industriels, élites politiques, mouvements sociaux et associations de citoyens (Allen, 2018 ; Barbier *et al.*, 2021 ; Frickel *et al.*, 2010 ; Frickel et Vincent, 2011 ; Henry, 2017 ; Suryanarayanan et Kleinman, 2017).

L'objectif de cette thèse est d'étudier dans quelle mesure, la « science non faite » sur le problème de la pollution de l'air peut être attribuée à la « fragmentation » et à l'« hyper segmentation » des savoirs. Quels sont les types de savoirs qui, par conséquent, ne sont pas produits ? Quels sont les types de savoirs qui manquent de financements des autorités municipales ? Les savoirs non produits pourraient-ils servir les associations de citoyens dans la construction de leurs plaidoyers ? Quels sont les problèmes que la « fragmentation » et l'« hyper segmentation » des savoirs invisibilisent ?

En explorant ces deux hypothèses, je souhaite étudier comment la fragmentation des savoirs sur le problème de la pollution de l'air s'est construite et quels sont ses effets sur le type de savoirs produits.

3. Méthodologie et sources d'enquête

Ce travail de thèse a été réalisé par la mobilisation de trois méthodes d'enquêtes : observation ethnographique, entretiens semi-directifs et construction de corpus documentaires.

3.1. Entretiens

La première méthode d'enquête adoptée dans le cadre de cette thèse a été une enquête par entretiens semi-directifs. Trois séries d'entretiens ont été réalisés dans ce cadre, pour un total de soixante entretiens dont la durée a varié entre quarante-cinq minutes et deux heures trente (**voir annexe 1**). Certains d'entre eux ont été effectués à deux reprises avec le même acteur. Dans la mesure du possible, ces entretiens ont été réalisés en présentiel, pour la plupart sur le lieu de travail de mes enquêtés. Cependant, comme la fin de mon enquête de terrain a pris place dans le contexte très particulier de la pandémie mondiale de Covid-19, douze entretiens ont été réalisés au téléphone et quinze sur Zoom. L'ensemble de mes entretiens a été enregistré avec l'accord préalable de mes enquêtés pour être ensuite retranscrit de manière intégrale et fidèle aux

enregistrements. Une fois retranscrits, tous ces entretiens ont été analysés de manière thématique et transversale. Les énoncés recueillis dans ce cadre ont été confrontés avec d'autres sources d'information qui ont été collectées lors de mon observation ethnographique et la constitution de corpus documentaires.

La première série d'entretiens a été effectuée avec les épidémiologistes. Le point de départ de cette enquête a pris place lors des 3^e Assises Nationales de la Qualité de l'air, qui se sont tenues du 22 au 23 septembre 2016 à Montrouge. J'ai rencontré au cours de cette conférence Sylvia Médina, une figure importante de l'épidémiologie française, qui avait accepté de m'accorder mon premier entretien. Cette rencontre m'a ouvert l'accès à un ensemble d'épidémiologistes qui, réunis au sein du programme d'Évaluation des risques de la pollution urbaine sur la santé (ERPURS), ont participé à construire le problème de l'exposition à de relativement faibles niveaux d'exposition à la pollution de l'air, inférieurs à la réglementation et aux recommandations de l'OMS. Leurs savoirs ont été mobilisés dans les années 1990 par les autorités publiques pour redéfinir le problème de la pollution de l'air dans l'espace public. S'en est suivie une série de plus d'une dizaine d'entretiens parmi lesquels il faut distinguer ceux réalisés avec William Dab (Professeur titulaire de la chaire d'Hygiène et Sécurité du Cnam), Bernard Festy (Professeur émérite d'hygiène et de santé publique à l'Université Paris V), Alain Le Tertre (Directeur de l'unité Statistique à Santé Publique France), Francelyne Marano (Professeur émérite de biologie cellulaire et de toxicologie à l'Université Paris-Diderot), Isabelle Momas (Professeur de santé publique à l'Université Paris Descartes), Philippe Quénel (Directeur du Laboratoire d'études et de recherche en environnement santé à l'École des Hautes Études en Santé Publique) et Denis Zmirou-Navier (Professeur honoraire de santé publique à l'Université de Lorraine).

Cette première série d'entretiens s'est intéressée au contexte de la mise en œuvre du programme ERPURS et, plus tard, de projets européens, comme Air Pollution and Health : a European Approach (APHEA) et Air Pollution and Health : a European Information System (APHEIS). Il m'a alors semblé important de questionner ce groupe d'épidémiologistes sur leurs choix méthodologiques et les difficultés qu'ils ont dû surmonter pour faire valoir les résultats de leurs études à l'échelle nationale. En ce sens,

une place importante a été accordée lors de ces entretiens aux alliances qu'ils ont construites avec d'autres milieux scientifiques (météorologues et toxicologues) et Joel Schwartz (épidémiologiste de renom à la Harvard School of Public Health) pour légitimer leur approche à l'échelle nationale. Ces entretiens ont aussi porté sur la circulation institutionnelle de ce groupe d'épidémiologistes et leur rôle dans l'institutionnalisation de la surveillance des effets sanitaires de la pollution de l'air en France. Cette première série d'entretiens a été plus tard complétée par un corpus d'articles scientifiques et d'articles de presse publiés à cette période sur le problème de la pollution de l'air.

La deuxième série d'entretiens a été réalisée avec les épidémiologistes de la cohorte de nouveau-nés Paris et les ingénieurs du Service Parisien de Santé Environnementale. Elle se compose d'une vingtaine d'entretiens semi-directifs qui, dans la majorité des cas, ont été anonymisés de manière à ne pas faire apparaître le nom ou toute donnée sensible permettant d'identifier mes enquêtés. Cette décision a été prise en raison du caractère non public de la plupart de ces personnes. À mon arrivée sur ce terrain d'enquête, le Service Parisien de Santé Environnementale venait de subir une importante restructuration, à la suite de l'adoption du Plan « Paris Santé Environnement ». Mes entretiens ont cherché, dans un premier temps, à savoir comment la cohorte de nouveau-nés Paris avait été intégrée au sein du Département des activités scientifiques transversales. Vu l'absence d'épidémiologistes sur le terrain, la suite de cette série d'entretiens a été réalisée avec les ingénieurs du Département des activités scientifiques transversales et le Laboratoire des polluants chimiques. J'ai découvert à cette occasion le monde de l'expertise municipale, peu connu et accessible aux chercheurs en sciences sociales.

Cette deuxième série d'entretiens, réalisée dans le cadre de mon observation ethnographique, a porté sur les transformations subies par le Service Parisien de Santé Environnementale en 2016 à la suite de sa restructuration et sur les nouvelles activités des ingénieurs et leur travail d'expertise produit en lien avec le problème de la pollution de l'air. Des entretiens plus précis et techniques ont été effectués également sur deux projets suivis de près lors de mon observation ethnographique : le projet de la

construction de la cartographie de la fragilité en santé environnementale et de l'évaluation de l'impact sur la santé de la pollution de l'air à l'aide du logiciel AirQ+. Ils ont alors porté sur l'organisation du travail, le processus de sélection, d'agrégation et de mise en forme des données et sur leurs échanges avec le cabinet de l'Adjointe à la Maire de Paris en charge de la santé publique et des relations avec l'Assistance publique-Hôpitaux de Paris (AP-HP).

J'ai tenté de compléter cette série d'entretiens avec les conseillers de cabinets d'adjoints à la Maire et du cabinet de la Mairie de Paris. Cependant, seulement trois entretiens ont pu être effectués dans ce cadre avec Aurélie Solans (conseillère déléguée chargée de l'environnement auprès de Célia Blauel, l'Adjointe à la Maire en charge de l'environnement, du développement durable, de l'eau, de la politique des canaux et du plan climat), une conseillère du cabinet de Bernard Jomier (Adjoint à la Maire en charge de la santé, du handicap et des relations avec l'AP-HP) et un conseiller du cabinet de Christophe Najdovski (Adjoint à la Maire en charge du transport, de la voirie, des déplacements et de l'espace public). Ces entretiens ont porté sur le type de savoirs employés par les cabinets d'adjoints dans la gestion du problème de la pollution de l'air et sur leurs travaux avec le Service Parisien de Santé Environnementale. Ces entretiens ont été effectués sans problème au début de mon enquête de terrain, après la récente adoption du plan « Paris Santé Environnement ». Cependant, après le départ de Bernard Jomier de son poste d'adjoint, la porte du cabinet s'est fermée et il ne m'était plus possible de réaliser les entretiens avec les membres de cabinets d'adjoints à la Maire de Paris. Sans succès, j'ai cherché à obtenir un entretien avec Anne Souyris, la nouvelle adjointe à la Maire de Paris en charge de la santé publique et des relations avec l'AP-HP, de la santé environnementale, de la lutte contre les pollutions et de la réduction des risques. J'ai sollicité également ses conseillers avec lesquels les membres du Service Parisien de Santé Environnementale ont été régulièrement en contact. Cependant, je n'ai reçu aucune réponse à mes demandes d'entretien. J'ai appris plus tard sur mon terrain d'enquête qu'il y avait un désaccord interne entre le cabinet de l'adjointe en charge de la santé publique et des relations avec l'AP-HP et le cabinet de la Maire. Il est donc possible de supposer que ce conflit interne n'a pas joué en faveur de mon enquête de terrain.

La troisième, et dernière série d'entretiens a été effectuée avec un ensemble d'acteurs associatifs et institutionnels qui ont été impliqués dans la mise en place du projet « Respirons mieux dans le 20^e ». Elle a complété une observation participante qui a été réalisée sur ce terrain de recherche. Afin d'obtenir un avis rétrospectif de l'ensemble des acteurs sur le projet, cette série d'entretiens a été effectuée une fois que mon observation participante a pris fin. Plus d'une dizaine d'entretiens a été réalisée avec les membres de l'association Respirons mieux dans la Ville, le personnel d'Airparif, les représentants de la Mairie du 20^e arrondissement de Paris et quelques citoyens qui ont participé au projet. Un entretien a également été effectué avec un sociologue (spécialiste de changement de comportement, de choix du mode de transport et de protocoles de persuasion) qui, à la demande d'Airparif et de la Mairie de Paris, a effectué un suivi sociologique officiel du projet. Ces entretiens ont porté sur la mise en place et l'organisation du projet, les échanges des uns avec les autres, les limites du projet et l'avis sur la mesure citoyenne de la pollution de l'air. Un acteur important avec qui un entretien n'a pas pu être réalisé a été le collectif d'enseignants-chercheurs Aircitizen. Ceci, malgré nos échanges réguliers tout au long de mon observation. Après la fin du projet, ce collectif a été pris par d'autres projets et n'avait plus le temps de me recevoir en entretien.

Ces trois séries d'entretiens ont été complétées par de nombreux entretiens « exploratoires » qui ne rentrent pas forcément dans une série d'entretiens. Il s'agit d'une quinzaine d'entretiens réalisés avec les ingénieurs d'Airparif, la directrice de l'Observatoire mondial des villes sur la qualité de l'air, la présidente des Villes Santé de l'OMS, le président de l'association Respire, etc. Ces entretiens ont été tout aussi importants pour mon enquête, car ils m'ont été utiles pour recentrer mon terrain de recherche. Certains de ces entretiens ont fourni des informations très techniques sur la mesure de la pollution de l'air en Île-de-France et les émissions de polluants. D'autres ont apporté d'importants éléments de contexte dans lequel se sont inscrites les trois séries d'entretiens.

3.2. Observation ethnographique

La deuxième méthode d'enquête mise en œuvre dans le cadre de cette thèse a été l'observation ethnographique qui a été réalisée principalement sur deux terrains de recherche : le Service Parisien de Santé Environnementale et le projet « Respirons mieux dans le 20^e », un projet participatif de mesure citoyenne de la pollution de l'air. Ces deux observations relativement longues ont été complétées par des observations plus ponctuelles lors de conférences sur la pollution de l'air, comme les 3^e et les 4^e Assises Nationales de la Qualité de l'Air, la première Conférence mondiale de l'OMS sur la pollution de l'air et la santé, le colloque de la ville de Paris sur la pollution de l'air et ses impacts sur la santé et la conférence de l'Ambassade des États-Unis sur la comparaison de la gestion de la qualité de l'air en France et aux États-Unis (**voir annexe 2**).

J'ai tenu, tout au long de mon enquête, un journal de terrain. Il était complété le soir ou le lendemain d'une journée d'observation à partir des notes prises à chaud sur mon terrain d'enquête. Dans ce journal ont été notés les comptes rendus de réunions ou de conférences, les échanges officieux avec mes enquêtés, les situations auxquelles j'ai assisté durant mon enquête, mais aussi mes propres remarques et réflexions. Dans chaque entrée du journal, j'ai décrit les lieux, précisé le nombre de personnes présentes aux réunions, leurs emplacements, leurs ordres de prises de parole, etc.

Tout d'abord, mon observation au sein du Service Parisien de Santé Environnementale a demandé cinquante-neuf jours d'observation qui ont été répartis sur deux ans entre avril 2018 et février 2020 (**voir annexe 2**). Elle s'est déroulée plus particulièrement dans deux services : le Département des activités scientifiques transversales et le Laboratoire des polluants chimiques. Le Département des activités scientifiques transversales a pour mission de développer de nouvelles activités scientifiques en matière d'aide à la décision, comme celle de l'évaluation de l'impact sanitaire et de l'observation de santé, et de faciliter la transversalité de sujets en santé-environnement qui concernent plusieurs laboratoires. Quant au Laboratoire des polluants chimiques, il s'agit d'un laboratoire de mesure et d'analyse des polluants

chimiques et des contaminants dans l'air extérieur et intérieur. Je me suis rendue sur ce terrain d'enquête une fois par semaine, la plupart du temps le jeudi, le jour du « point flash » de l'équipe du DAST où chaque membre de l'équipe présentait l'avancement de ses projets. Plus particulièrement, j'ai suivi au cours de mon enquête de terrain deux projets portés par le Département des activités scientifiques transversales : le projet de la construction de l'outil cartographique d'identification des zones de « fragilité en santé environnementale » et le test d'AirQ+, un outil d'évaluation quantitative des impacts de la pollution de l'air sur la santé. J'ai aussi réalisé des « points » réguliers avec la directrice du Laboratoire des polluants chimiques, personne de référence sur le problème de la pollution de l'air pour la ville de Paris. Elle me faisait alors part de tous les projets qu'elle était en train de suivre sur le problème de la pollution de l'air à Paris.

Ensuite, mon observation participante effectuée dans le cadre du projet « Respirons mieux dans le 20^e » a été constituée d'une dizaine de jours d'observation. J'ai participé dans ce cadre aux trois campagnes de mesure de la pollution de l'air dans le 20^e arrondissement de Paris. Chaque session commençait par une réunion organisationnelle lors de laquelle des microcapteurs étaient transmis aux citoyens. J'ai récupéré à cette occasion mon propre microcapteur de mesure de la pollution de l'air pour mesurer la pollution de l'air à l'intérieur de mon appartement. Aussi, j'ai participé aux balades de mesure de la pollution de l'air extérieur dans le 20^e arrondissement de Paris sur des itinéraires choisis au préalable par les membres de l'association Respirons mieux dans la ville. Chaque session s'est terminée par une réunion de restitution que je suivais de près. Lors de cette réunion, toutes les données de mesure de la pollution de l'air produites par les citoyens ont été transmises au collectif AirCitizen pour analyse.

3.3. Corpus documentaires

La troisième méthode de collecte de données empiriques a été la constitution de trois corpus documentaires. L'objectif de la constitution de ces corpus consistait à croiser mes entretiens et mes observations avec d'autres sources d'informations.

Le premier corpus est celui d'articles de presse qui a réuni plus de 700 articles de presse publiés entre 1989 et 2020 par les journaux *le Monde*, *la Presse*, *Sud-Ouest*, *les Échos*, *le Monde diplomatique*, *la Croix*, *Libération*, *l'Agence France Presse*, *la Tribune*, *le Figaro*, *le Progrès*, *le Parisien* et *l'Environnement Magazine*. Une grande majorité de ces articles a été réunie à partir de l'outil Europresse, en utilisant deux mots-clés : la « pollution de l'air » et la « pollution atmosphérique ». Avec les mêmes mots-clés, une recherche a également été effectuée dans Google Actualités. Une fois constitué, ce corpus d'articles de presse a apporté d'importants éléments de contexte pour les trois premiers chapitres de ma thèse. Je me suis alors intéressée à la manière dont les médias français se sont emparés à partir de 1989 du problème de la pollution de l'air. Cette date n'a pas été choisie par hasard, la région Île-de-France avait enregistré au mois de février d'importants pics de pollution de l'air qui ont été mis en avant par les épidémiologistes lors des entretiens. L'analyse de ce large corpus d'articles de presse a porté sur la médiatisation d'un ensemble d'alertes lancées par des épidémiologistes parisiens et, deux décennies plus tard, celles du collectif de médecins et des associations de citoyens. J'ai également étudié les prises de paroles médiatiques de mes enquêtés, tout comme celles de leurs opposants. Je me suis également intéressée aux problèmes, polluants de l'air et sources de pollution qui ont été mis en avant à différentes périodes par les médias.

Le deuxième corpus est celui des rapports et d'articles scientifiques. Il a été constitué d'une quarantaine de documents, publiés en anglais et en français. Ce corpus a été réuni à partir du moteur de recherche PubMed, en utilisant les noms de mes enquêtés ou de leurs projets scientifiques, comme « PAARC », « ERPURS », « APHEA », « APHEIS » et « APHEKOM ». De nombreux articles et rapports scientifiques ont aussi été collectés sur les sites internet d'institutions, comme ceux de l'Association pour la prévention de la pollution atmosphérique (Appa), d'Airparif, de l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France, de l'Institut Paris Région, de l'Atelier parisien d'urbanisme, de Santé Publique France et de l'OMS. Les rapports de l'Observatoire socio informatique en santé environnementale ont été récupérés en libre accès sur la page Académia de Francis Chateauraynaud (directeur d'étude à l'École des hautes études en sciences sociales (EHESS)). Au cours de ma thèse, certaines institutions ont refait leurs sites

internet. De telles refontes n'étaient pas anodines, car elles ont impliqué l'effacement de nombreux rapports institutionnels. L'une de ces refontes a été celle du site d'Airparif qui a effacé près de dix ans de rapports et de bilans institutionnels, publiés entre 2000 et 2010, sur la pollution de l'air en région Île-de-France. Ainsi, les rapports disponibles actuellement sur le site d'Airparif sont ceux publiés après 2010 et ils ne sont pas exhaustifs. Une autre refonte importante a été celle du site de Santé Publique France. Certains rapports scientifiques ont alors disparu, d'autres ont changé d'emplacement. La refonte d'un site internet implique la réalisation d'un nouveau système de stockage pour lequel le rapatriement d'anciennes publications peut être onéreux et chronophage. Ainsi, de nombreux rapports disponibles encore quelques années plus tôt sur des sites internet ne le sont plus aujourd'hui.

Tandis que les rapports scientifiques et documents les plus récents sur la pollution de l'air sont abondants sur internet, ceux publiés sur la période précédente sont fragmentés au sein d'archives de différents établissements publics. C'était notamment le cas de rapports historiques de mesure de la pollution de l'air en Île-de-France ou encore de rapports du programme d'Évaluation des risques de la pollution urbaine sur la santé (ERPURS). Ainsi, la mesure de la pollution de l'air est un exemple par excellence de cette fragmentation. Jusqu'en 1979, de nombreux rapports de mesure de la pollution de l'air ont été produits par le Laboratoire d'hygiène de la Ville de Paris et le Laboratoire municipal de la préfecture de police. En 1979, c'est le nouvellement créé Airparif qui a repris cette tâche. Des rapports du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris m'ont été transmis par le chef du Département des activités scientifiques transversales qui, pendant de longues années, a travaillé au sein du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris. Ces rapports ont été particulièrement utiles pour retracer l'évolution de la mesure de la pollution de l'air en région parisienne. Quant aux rapports d'Airparif, j'étais particulièrement intéressée par la création de cet organisme en 1979 et l'évolution du réseau de mesure de la pollution de l'air en Île-de-France qui a accompagné la mise en place de cette nouvelle structure. Sans succès, j'ai effectué plusieurs demandes d'accès à leurs archives. Cet accès ne m'a jamais été refusé explicitement, cependant mes demandes par e-mail n'ont pas eu de suite. Pourtant, ces rapports ne sont pas censés être confidentiels. Concernant le programme d'Évaluation des risques de la pollution

urbaine sur la santé (ERPURS), les rapports produits dans le cadre de ce programme ont été récupérés, sur les conseils de Sylvia Médina, auprès de l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France qui est encore aujourd'hui responsable de l'Évaluation des risques de la pollution urbaine sur la santé (ERPURS) en Île-de-France.

Le troisième et dernier corpus a été composé de documents ethnographiques qui ont été recueillis tout au long de mon enquête de terrain. Il est constitué de cartes, de rapports des réunions, de présentations Power Point et de bulletins collectés auprès de mes enquêtés. Une large partie de ce corpus a été recueilli au sein du Service Parisien de Santé Environnementale, lors de mon observation ethnographique. De nombreux documents ont été aussi réunis à partir de la liste de diffusion du projet « Respirons mieux dans le 20^e ». Ce corpus a été également enrichi par mes propres photographies réalisées lors de mes observations, principalement sur le terrain associatif. J'ai pris la décision de ne pas inclure dans ma thèse de nombreuses cartes des pollutions et nuisances environnementales, des populations vulnérables et des carences en aménités qui ont été réalisées par le personnel du Service Parisien de Santé Environnemental et de l'Atelier Parisien d'Urbanisme (Apar), une association à but non lucratif qui accompagne la ville de Paris et, depuis peu, la Métropole du Grand Paris dans les politiques d'aménagement et d'urbanisme. Mon objectif était de ne pas mettre en difficulté mes principaux interlocuteurs qui n'ont pas reçu l'autorisation du cabinet d'Anne Souyris (Adjointe à la Maire de Paris en charge de la santé publique et des relations avec l'APHP, de la santé environnementale, de la lutte contre les pollutions et de la réduction des risques) pour les rendre publics. Ainsi, j'ai inclus une seule carte, celle du cumul des pollutions et nuisances environnementales à Paris, pour laquelle une autorisation m'a été donnée par e-mail de l'intégrer dans ma thèse.

4. Structure de la thèse

Cette thèse est composée de cinq chapitres. Le premier chapitre présente de récentes transformations dans la gestion de la pollution de l'air à l'échelle de la ville de Paris. Les second et troisième chapitres sont des chapitres socio-historiques qui,

s'appuyant sur les travaux des historiens et ma propre enquête de terrain, visent à comprendre les configurations actuelles du problème de la pollution de l'air à Paris, notamment la fragmentation des savoirs. Les quatrième et cinquième chapitres analysent deux études de cas qui m'ont permis d'examiner les effets de cette fragmentation sur la production de nouveaux savoirs à Paris.

Le premier chapitre s'intéresse à la récente transformation dans la gestion du problème de la pollution de l'air qui est l'action portée par un ensemble de villes du réseau *C40 Cities Climate Leadership Group*. Le rôle qu'entend jouer au sein de ce réseau Anne Hidalgo (Maire de Paris) est grand. Elle établit dans ce cadre sa propre politique de lutte contre la pollution de l'air en addition ou en substitution de politiques nationales, qui s'est matérialisée en 2015 par l'adoption du Plan Paris Santé Environnement. Ce chapitre analyse comment l'essor de cette politique s'est accompagné d'une restructuration du Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène (aujourd'hui Service Parisien de Santé Environnementale) et d'une production de nouvelles formes de savoirs en santé environnementale à Paris, y compris sur le problème de la pollution de l'air. Il étudie, plus particulièrement, comment le problème de la pollution de l'air a été au cœur de la transition de l'hygiène à la santé environnementale. Aussi, il montre comment la restructuration du Bureau, bien qu'impliquant des changements significatifs dans son organisation, n'a fait que reproduire la fragmentation des savoirs établis de longue date dans le domaine de la santé environnementale à Paris.

Le second chapitre est un chapitre socio-historique dont l'objectif est de mieux comprendre les configurations contemporaines de la fragmentation des savoirs observée sur mon terrain d'enquête. L'objectif de ce chapitre n'est pas de faire l'histoire de la pollution de l'air à Paris, comme cela a été fait par d'autres auteurs (Le Roux, 2011 ; Massard-Guilbaud, 2010). Il essaie plutôt d'identifier quels sont les types de savoirs qui ont été produits dans le passé pour définir le problème de la pollution de l'air à Paris. Ce chapitre prend pour point de départ le grand smog de Londres de 1952 qui, par l'ampleur de son impact sanitaire, incite des ingénieurs hygiénistes du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris et des chimistes municipaux du Laboratoire municipal de

la préfecture de police à se mobiliser sur le problème de la pollution de l'air à Paris. Il vise à montrer comment la mobilisation des ingénieurs du Laboratoire d'hygiène de la Ville de Paris²² et des chimistes du Laboratoire municipal de la préfecture de police a débouché sur la création de deux réseaux de mesure de la « pollution atmosphérique globale de l'environnement », c'est-à-dire celle enregistrée en situation de fond, et de la pollution de « voisinage », pouvant être associée à une source directe de pollution automobile ou industrielle. Il analyse aussi les difficultés rencontrées par ces deux groupes d'experts pour surmonter les « asymétries de pouvoirs » (Frickel et Moore, 2006) de la période des Trente Glorieuses (et au-delà) dans le domaine de la pollution de l'air, notamment la priorité de l'État accordée à la croissance économique.

Le troisième chapitre étudie un autre type de savoirs utilisés pour définir le problème de la pollution, celui de savoirs sanitaires. Il analyse deux mobilisations d'épidémiologistes qui, à la demande des autorités publiques, se sont intéressés aux effets de la pollution de l'air sur la santé. La première est celle portée entre les années 1970 et 1980 par un groupe d'épidémiologistes de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm). Ce chapitre examine comment, par l'usage d'une étude de cohorte, leur mobilisation a d'une part, stabilisé l'idée selon laquelle la pollution de l'air n'est plus un problème de santé publique et, d'autre part, a renforcé la fragmentation des savoirs dans le domaine de la pollution de l'air. La seconde mobilisation est celle d'un jeune groupe d'épidémiologistes de l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France qui, par la réalisation d'une étude écologique temporelle (type d'étude peu connu en France) et la construction d'un large multi-partenariat scientifique, a redéfini dans les années 1990 le problème de la pollution de l'air. Ce chapitre montre comment leur mobilisation a déplacé la définition du problème de la pollution de l'air de l'exposition à des pics de pollution à l'exposition chronique à des niveaux relativement faibles de pollution de l'air. Il examine aussi comment l'institutionnalisation des dispositifs de surveillance de la pollution de l'air, prévue par la Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (1996), a participé à fragmenter les savoirs sur la pollution de l'air.

²² La construction du réseau de mesure de la pollution de l'air par les ingénieurs hygiénistes du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris est particulièrement importante pour cette thèse, car il était l'un de laboratoires municipaux à être rattaché en 2016 au Service Parisien de Santé Environnementale.

Le quatrième chapitre s'intéresse à une initiative du cabinet d'adjoint à la Maire de Paris en charge de la santé, du handicap et des relations avec l'AP-HP à vouloir rassembler des savoirs fragmentés pour donner à voir les espaces de « fragilité en santé environnementale » à prioriser dans l'action municipale. Elle se matérialise par la création d'un outil cartographique unique visant à cartographier les espaces qui cumulent les « pollutions et nuisances environnementales », la « carence en aménité environnementale et urbaine » et les « populations vulnérables ». Il analyse le processus de construction de cet outil cartographique qui a été confié à une équipe technique issue du Service Parisien de Santé Environnementale et de l'Atelier Parisien d'Urbanisme. Il s'intéresse aux obstacles rencontrés par cette équipe technique pour « mettre en carte » des savoirs fragmentés, entre différentes institutions publiques et privées, sur l'exposition des Parisiens à une longue liste de pollutions et nuisances environnementales à Paris : la pollution de l'air extérieur, l'environnement intérieur, le bruit, les substances chimiques (agents cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction (CMR) et polyéthylène), le climat, l'amiante, les sols pollués, le plomb, les nanoparticules, les champs électromagnétiques, les radiofréquences et le tabagisme. Ce chapitre montre comment cette initiative a débouché sur la production d'un outil cartographique dans lequel s'intriquent différentes formes d'ignorance dans le domaine de la santé environnementale à Paris.

Le cinquième chapitre porte sur le projet « Respirons mieux dans le 20^e », un projet de mesure citoyenne de la pollution de l'air mis en place par les Conseils de quartiers du 20^e arrondissement de Paris avec l'idée de réunir les savoirs fragmentés sur d'une part, l'exposition à la pollution de l'air et d'autre part, les effets de la pollution de l'air sur la santé. Il étudie comment, par les alliances mises en place avec Airparif, Aircitizen (collectif d'enseignants-chercheurs) et la ville de Paris, le projet devient finalement un projet de mesure de la pollution de l'air à l'aide de microcapteurs numériques. Il s'intéresse aussi à la place des épidémiologistes qui, fort présents dans les années 1990 sur le front de la lutte contre la pollution de l'air, s'effacent de l'espace public. Et pourtant, il existe une réelle demande des associations de citoyens à examiner et cartographier les pathologies environnementales pouvant être associées à la pollution de l'air à Paris. Plus particulièrement, ce chapitre analyse comment les Conseils de

quartiers ont mis en place des alliances qui ont renforcé la production de savoirs fragmentés et partiels. Il examine comment cette dernière a débouché sur la production de la « science non faite » (Frickel *et al.*, 2010) sur les pathologies environnementales dans le 20^e arrondissement de Paris. Ceci, alors que la question de départ était celle des effets sur la santé de l'exposition à la pollution de l'air dans le 20^e arrondissement de Paris.

En conclusion générale, je reviendrai sur deux principaux résultats de ma thèse. Le premier résultat est que la fragmentation actuelle des savoirs sur le problème de la pollution de l'air a été élaborée sur le long terme par une mobilisation successive de différents groupes d'acteurs. Bien qu'avec chaque mobilisation, de nouveaux savoirs ont été produits, elles ont aussi participé à fragmenter des savoirs sur le problème de la pollution de l'air. Le second résultat est de montrer qu'aujourd'hui, cette fragmentation des savoirs a deux effets paradoxaux : l'accumulation de données métrologiques et la production de la « science non faite » sur les pathologies environnementales. Avec ces deux effets de la fragmentation des savoirs, cette thèse propose en conclusion de qualifier cette situation de « fragmentation paradoxale », espérant ainsi offrir une grille de lecture qui pourrait être utilement mobilisée dans l'étude de différents problèmes sanitaires environnementaux.

Chapitre 1

La pollution de l'air au cœur de la politique de santé environnementale de la ville de Paris

Le 5 avril 2018 à l'Hôtel de Ville, la Maire de Paris Anne Hidalgo organise, avec le soutien de l'Assistance Publique – Hôpitaux de Paris (AP-HP), un colloque ouvert au grand public sur la pollution de l'air et ses impacts sur la santé. Son objectif est de réunir des scientifiques et des médecins de renom pour présenter les résultats des études sur les effets sanitaires de la pollution de l'air, tout particulièrement celles financées par la ville de Paris. Le point central du colloque est l'intervention d'Isabelle Momas (professeure à la Faculté de pharmacie de l'Université Paris Descartes (aujourd'hui Université Paris Cité) et dernière présidente du conseil scientifique de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)) qui présente alors les résultats de la « Cohorte de nouveau-nés Paris », une cohorte de 3 840 nouveau-nés, mise en place en 2003 pour étudier la survenue de problèmes respiratoires et de réactions allergiques induits par la pollution de l'air intérieure et extérieure à Paris²³.

Lors de sa présentation à laquelle j'assiste, Isabelle Momas met en avant deux résultats principaux. Le premier est le constat selon lequel plus les niveaux d'exposition à la pollution automobile sont élevés chez les enfants pendant leur première année de vie, plus le risque de survenue d'asthme ou de sifflement persistant à l'âge de quatre ans est élevé. Elle constate alors que ces niveaux d'exposition varient tout au long de la journée en fonction de l'environnement de vie (domicile ou lieu de garde) des enfants et de leurs déplacements. Le second résultat concerne les fortes inégalités sociales et individuelles entre enfants face aux effets de la pollution de l'air sur la santé,

²³ Momas, Isabelle. 2015. « La Cohorte de nouveau-nés Paris (Pollution and Asthma Risk: An Infant Study) ». Paris : Direction de l'Action Sociale de l'Enfance et de la Santé de la Ville de Paris et l'Université Paris Descartes.

notamment vis-à-vis de la survenue de symptômes respiratoires et allergiques. Elle révèle alors que les enfants les plus vulnérables sont ceux ayant des antécédents parentaux avec allergies, ceux ayant vécu des événements stressants (un décès ou une maladie grave d'un proche, un divorce ou un chômage) ou encore ceux ayant eu des bronchiolites à répétition. Pour Isabelle Momas, la pollution de l'air agit en synergie avec d'autres facteurs de risques, comme les allergies, le stress et les inflammations qui fragilisent l'appareil respiratoire des enfants.

Les nombreux échanges qui ont lieu pendant ce colloque sur la pollution de l'air et ses impacts sur la santé montrent que les savoirs sur la relation de causalité entre l'exposition à la pollution de l'air et ses effets chroniques sur la santé dépassent désormais largement les cercles scientifiques qui y travaillent et sont connus des autorités municipales. Depuis la création de la cohorte en 2003, l'équipe de recherche d'Isabelle Momas a publié plus d'une vingtaine de publications scientifiques et a produit cinq thèses de doctorat portant sur la survenue de pathologies environnementales chez les enfants liées à la pollution de l'air. Ainsi, les autorités municipales disposent de savoirs sophistiqués des effets de la pollution de l'air sur la santé des enfants à Paris, qu'elles promeuvent à l'occasion d'événements publics pour afficher son engagement dans la lutte contre la pollution de l'air. Si les épidémiologistes bénéficient d'un soutien des autorités municipales, leur place me semble d'emblée limitée dans la production d'une politique municipale pour réduire la pollution de l'air. Compte tenu de ces éléments, l'objectif initial de ma thèse est d'étudier comment les savoirs des épidémiologistes, notamment ceux produits dans le cadre de la cohorte de nouveau-nés Paris, sont utilisés par les autorités municipales dans la gestion de la pollution de l'air, un problème majeur de santé publique à l'échelle municipale.

Je décide donc de suivre sur le terrain les épidémiologistes de la cohorte de nouveau-nés Paris. J'apprends au cours de mon enquête que la cohorte est rattachée au Service Parisien de Santé Environnementale, un service d'expertise municipale en santé environnementale. C'est la raison qui m'amène à négocier un accès à ce service pour réaliser une observation des interactions entre les épidémiologistes et le personnel de la Mairie de Paris. Mes négociations aboutissent à près de deux ans d'observation

ethnographique au sein du Service Parisien de Santé Environnementale. Je débute mon observation en avril 2018 après la récente restructuration du Service Parisien de Santé Environnementale à la suite de l'adoption, le 16 décembre 2015, du « Plan Paris Santé Environnement »). Je rencontre dans ce service les ingénieurs hygiénistes de l'ancien Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris qui, avec la restructuration de leur service, font ce qu'ils qualifient de transition de l'hygiène à la santé environnementale. Dès les débuts de mon observation, un constat s'impose : si la cohorte de nouveau-nés Paris est rattachée au Service Parisien de Santé Environnementale, les collaborations entre les épidémiologistes et les ingénieurs de ce service sont rares. Très vite, je comprends que ce sont d'autres formes de savoirs que les ingénieurs hygiénistes promeuvent pour accompagner la nouvelle politique de santé environnementale de la ville de Paris.

Ce chapitre a pour objectif d'étudier l'organisation du nouveau Service Parisien de Santé Environnementale pour mieux saisir les différents types de savoirs produits au sein de ce service pour accompagner la politique municipale dans le domaine de la santé environnementale, notamment le problème de la pollution de l'air. Cependant, avant d'entrer dans le vif du sujet, il convient de revenir sur l'histoire de la restructuration de ce service. Pour ce faire, ce chapitre retrace, dans un premier temps, comment une série de mobilisations militantes et scientifiques sur le problème de la pollution de l'air a été au cœur du renouvellement de la politique de santé environnementale à Paris. Il étudie, dans un second temps, comment l'institutionnalisation de cette nouvelle politique a été accompagnée d'une restructuration du Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène (aujourd'hui Service Parisien de Santé Environnementale) et d'une production de nouvelles formes de savoirs dans le domaine de la santé environnementale.

1. La montée en puissance de mobilisations scientifiques et militantes sur la pollution de l'air à Paris.

Fin 2011, Francis Chateauraynaud (directeur d'étude à l'École des hautes études en sciences sociales (EHESS)), connu pour ses travaux sur les « lanceurs d'alerte » (Chateauraynaud et Torny, 1999 ; Chateauraynaud, 2020) est en train de développer

avec Josquin Debaz (chercheur et membre associé au Groupe de Sociologie Pragmatique et Réflexive de l'EHESS) l'Observatoire socio-informatique en santé environnementale. Destiné à l'ANSES, son objectif est d'identifier et de suivre les processus d'alertes en santé environnementale²⁴. Lors de sa création, les deux chercheurs remarquent que les associations environnementales, notamment France Nature Environnement, commencent à se mobiliser sur le problème de la pollution de l'air. Francis Chateauraynaud raconte :

« Effectivement, vers 2011, on voit s'agiter des acteurs qu'on suit depuis 13 ans, notamment la fédération France Nature Environnement qui remet à l'agenda le diesel. Elle sait que les travaux du CIRC, l'instance de l'OMS, sont en train d'avancer et que leur publication va faire basculer le diesel en tant qu'un cancérigène certain. Du coup, ils anticipent et commencent à faire des campagnes »²⁵.

Le 7 juillet 2012, la veille d'un week-end de grand départ en vacances, France Nature Environnement (la fédération française des associations de protection de la nature et de l'environnement) tague la place du Trocadéro et les berges de la Seine avec une série de reverse graffiti « le diesel tue »²⁶. L'objectif de cette campagne-choc est, par le décapage à l'aide d'un pochoir et d'un jet d'eau à haute pression sur un mur sali aux particules de carbone, d'interpeller les autorités municipales et la population parisienne sur la cancérogénicité des gaz d'échappement diesel. France Nature Environnement remarque qu'alors que le moteur diesel « tue, rend malade et coûte cher », des millions de véhicules diesel sont en déplacement pour atteindre des destinations de vacances :

« Comme chaque année, le début de la période estivale est synonyme de grands départs en vacances. Des millions de véhicules vont ainsi quitter les grandes

²⁴ Chateauraynaud, Francis et Josquin Debaz. 2011. « Processus d'alerte et dispositifs d'expertise dans les dossiers sanitaires et environnementaux ». Paris: Observatoire informatisé de veille sociologique.

²⁵ Entretien du 21 octobre 2021, réalisé à Paris avec Francis Chateauraynaud, Directeur d'études de l'EHESS et Directeur du Groupe de sociologie pragmatique et réflexive.

²⁶ France Nature Environnement. 2012. « Diesel : un mur, ça se nettoie... un poumon, non ! ». Dernière consultation le 7 septembre 2022. <https://fne.asso.fr/communique-presse/diesel-un-mur-ca-se-nettoieun-poumon-non>.

agglomérations pour rejoindre plages et autres lieux de villégiature. Présent sur une majorité de véhicules, le moteur diesel tue, rend malade et coûte cher : morbidité et coûts sanitaires, dégradation des conditions de vie, destruction de l'environnement et amendes à payer aux institutions européennes pour non-respect de la législation dû aux dépassements de polluants »²⁷.

La mobilisation de France Nature Environnement est quasi concomitante au classement par le Centre international de Recherche sur le Cancer (CIRC) (une agence intergouvernementale de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) spécialisée dans la recherche sur le cancer) des gaz d'échappement de moteurs diésel comme agents « cancérogènes pour l'Homme »²⁸. Pour Francis Chateauraynaud et Josquin Debaz (2017), le classement du CIRC peut être défini comme un « point de basculement » qui a renforcé la portée de signaux d'alertes sur le problème de la pollution de l'air. Il a ouvert la voie à une série de mobilisations scientifiques et militantes, comme celles portées par l'association Respire (Association nationale pour l'amélioration de la qualité de l'air et la défense des victimes de pollution) et l'Écologie Sans Frontière (Organisation non gouvernementale pour la sauvegarde de l'environnement et la protection de la biodiversité et de la condition animale) qui engagent une action en justice à l'encontre du constructeur automobile Peugeot pour avoir dissimulé dans ses campagnes publicitaires les informations concernant les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) et la consommation de carburant²⁹. D'autres actions militantes suivent rapidement. Seize ans après l'adoption de la Loi du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie, la longue politique nationale de diésélisation du parc automobile français se trouve pointée du doigt comme une « grossière erreur historique » (Chateauraynaud et Debaz, 2017).

²⁷ France Nature Environnement. 2012. « “Diéséliser” tue ». Dernière consultation le 7 septembre 2022. <https://fne.asso.fr/communiquer-presse/dieseliser-tue>.

²⁸ CIRC. 2012. « Les gaz d'échappement des moteurs diésel cancérogènes ». Lyon.

Le CIRC a constaté qu'une exposition à moyen ou long terme aux gaz d'échappement diésel augmente le risque de développer un cancer du poumon et, probablement, de la vessie.

²⁹ Respire. 2012. « RESPIRE agit en justice contre PEUGEOT – Détails supplémentaires ». Dernière consultation le 29 juillet 2022. <https://www.respire-asso.org/respire-agit-en-justice-contre-peugeot-detaills-supplementaires/>.

Face à ces nouvelles alertes, Francis Chateauraynaud et Josquin Debaz décident d'analyser, à l'aide de leur nouvel outil, trois corpus de textes portant sur la « pollution atmosphérique », la « pollution aux particules » et la « pollution de l'air intérieur »³⁰ ; chacun constitué d'une large base d'articles de presse, de documents parlementaires, de documents associatifs et de rapports. Peu après, les deux chercheurs lancent une alerte dans un rapport destiné à l'ANSES concernant le rebond de certains problèmes de santé environnementale, en particulier celui de la pollution de l'air aux particules fines³¹. Ils constatent qu'en 2012, le classement par le CIRC des gaz d'échappement diesel comme agents « cancérigènes pour l'Homme » suscite un intérêt « hors saison » des médias pour la pollution de l'air aux particules fines, en dehors de la hausse des publications concomitantes aux pics de pollution hivernale et estivale³². Francis Chateauraynaud et Josquin Debaz renouvèlent leurs alertes deux ans d'affilée dans de nouveaux rapports transmis à l'ANSES³³. Cependant, l'ANSES juge que la pollution de l'air ne relève pas de ses compétences et renvoie les deux chercheurs vers l'Institut de Veille Sanitaire, devenu en 2016 Santé Publique France :

« à l'ANSES, ils ont vraiment résisté [...] Ils ont dit : « ce n'est pas notre métier, les gens qui travaillent là-dessus ne sont pas sur la pollution directe et de toute façon ça ne bougera pas, il y a trop d'inertie. La loi de 1996 n'est pas appliquée ». Il y avait un côté défaitiste des gens qui sont dans l'agence sanitaire »³⁴.

³⁰ Le premier corpus la « pollution atmosphérique » réunit 797 textes publiés entre août 2007 et septembre 2012, le deuxième corpus la « pollution aux particules » est constitué de 825 textes publiés entre mai 1995 et septembre 2012 et le troisième corpus la « pollution de l'air intérieur » compte 309 textes publiés entre février 2000 et septembre 2012.

³¹ Chateauraynaud, Francis *et al.* 2012. « Une pragmatique des alertes et des controverses en appui à l'évaluation publique des risques ». Paris : Observatoire socio-informatique en santé environnementale.

³² *Ibidem.*

³³ Chateauraynaud, Francis, Josquin Debaz, Jean-Pierre Charriau *et al.* 2013. « Une pragmatique des alertes et des controverses en appui à l'évaluation publique des risques ». Paris : Observatoire socio-informatique en santé environnementale ; Chateauraynaud, Francis *et al.* 2014. « Une pragmatique des alertes et des controverses en appui à l'évaluation publique des risques. Rapport final ». Paris : Observatoire socio-informatique en santé environnementale.

³⁴ Entretien du 21 octobre 2021, réalisé à Paris avec Francis Chateauraynaud, Directeur d'études de l'EHESS et Directeur du Groupe de sociologie pragmatique et réflexive.

Très vite, Gérald Bronner (professeur de sociologie à l'Université Paris-Diderot, élu par la suite à l'Académie nationale de médecine) critique les alertes de Francis Chateauraynaud et Josquin Debaz dans un éditorial de la revue *Environnement, Risques et Santé*, une revue officielle de la Société Francophone de Santé et Environnement³⁵. Spécialisé dans l'étude des croyances collectives, les erreurs de raisonnement et leurs conséquences sociales, Gérald Bronner remarque que le problème de la pollution de l'air n'est pas un « vrai risque sanitaire », mais « un objet de crainte partiellement fantasmé » qui détourne l'attention des citoyens du « vrai danger » en matière de cancer, comme l'alcool ou le tabac. Il rajoute que des alertes à répétition provoquent un « embouteillage des craintes » qu'il faut ensuite démentir :

« Tout se passe comme si l'attention des opinions publiques démocratiques était souvent détournée des vrais risques sanitaires pour se ruer vers des objets de craintes partiellement fantasmés, de la même façon qu'à la chasse à l'alouette on utilisait jadis un petit support rotatif surmonté de miroirs dont le mouvement subjuguait le pauvre oiseau qui allait bientôt, pris au piège, succomber à son prédateur. Ce miroir aux alouettes est souvent brandi à l'opinion par ceux qui se nomment parfois eux-mêmes les “donneurs d'alerte”. Il ne se passe plus un mois, sans que quelques-uns d'entre eux ne nous mettent en garde contre l'air que nous respirons ou ce que nous nous apprêtons à manger. Ces alertes incessantes créent un *embouteillage des craintes* car les démentir prend du temps (notamment lorsqu'il s'agit de questions sanitaires) : le temps de la science n'est pas celui, effréné, du marché de l'information »³⁶.

Après le classement par le CIRC des gaz d'échappement diesel comme « cancérogènes pour l'Homme », les mobilisations scientifiques et militantes continuent à se développer. Les épidémiologistes de l'Institut de veille sanitaire qui, comme nous le verrons dans le 3^e chapitre ont joué dans les années 1990 un rôle majeur dans la construction du problème de la pollution de l'air en France, profitent de la place accordée par les médias au problème et tentent de le mettre de nouveau à l'agenda des autorités nationales. Deux mois après le classement du CIRC, Sylvia Médina et

³⁵ Bronner, Gérald. 2013. « Le miroir aux alouettes des peurs contemporaines ». *Environnement, Risques & Santé* 12, n° 5 : 373-74.

³⁶ *Ibidem*.

Mathilde Pascale (épidémiologistes à l'Institut de veille sanitaire³⁷) publie en septembre 2012 les résultats du projet européen APHEKOM³⁸ pour neuf villes françaises : Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Paris, Rouen, Strasbourg et Toulouse³⁹. Coordonné par Sylvia Médina et Bertil Forsberg (professeur de médecine environnementale à l'Université d'Umeå), ce projet avait pour objectif de produire de nouvelles connaissances sur l'impact et le coût de la pollution de l'air sur la santé dans vingt-cinq villes européennes⁴⁰ pour appuyer les autorités européennes, nationales et municipales dans la définition des politiques de lutte contre la pollution de l'air plus efficaces.

Ces épidémiologistes remarquent que la valeur guide de l'OMS pour les particules fines (PM_{2,5}) a largement été dépassée entre 2004 et 2006 dans les neuf villes françaises⁴¹. Selon leurs calculs, ces dépassements ont été à l'origine de 2 906 décès prématurés par an, dont 1 423 à Paris seulement. Ils constatent aussi que le respect de la valeur guide de l'OMS pour les particules fines (PM_{2,5}) pourrait conduire à long terme à un gain moyen d'espérance de vie à 30 ans de 5,8 mois à Paris ou encore de 7,5 mois à Marseille. Comme la pollution de l'air n'a pas d'effet seuil, ce gain d'espérance de vie serait pour eux d'autant plus important que les niveaux annuels de particules fines (PM_{2,5}) diminuent⁴². Les épidémiologistes précisent aussi que ces résultats, ne tenant

³⁷ En 2016, l'Institut de veille sanitaire a été remplacé par Santé Publique France, l'agence nationale de santé publique.

³⁸ Le projet APHEKOM (Improving Knowledge and Communication for Decision Making on Air Pollution and Health in Europe) s'inscrit dans la continuité de programmes européens APHEA (*Air Pollution and Health: A European Approach*) et APHEIS (Air Pollution and Health: A European Information System) qui seront étudiés en détail dans le 3^e chapitre de cette thèse.

³⁹ Pascal, Mathilde et Sylvia Médina. 2012. « Résumé des résultats du projet Aphekom 2008-2011. Des clefs pour mieux comprendre les impacts de la pollution atmosphérique urbaine sur la santé en Europe ». Saint-Maurice : InVS.

⁴⁰ Les vingt-cinq villes européennes qui ont été étudiées dans le cadre du projet APHEKOM sont : Bucarest, Budapest, Ljubljana, Athènes, Barcelone, Valence, Séville, Vienne, Grenade, Rome, Bruxelles, Marseille, Strasbourg, Lille, Lyon, Paris, Bordeaux, Bilbao, Rouen, Le Havre, Toulouse, Londres, Malaga, Dublin et Stockholm.

⁴¹ Declercq, Christophe. *et al.* 2012. « Impact sanitaire de la pollution atmosphérique dans neuf villes françaises. Résultats du projet Aphekom ». Saint-Maurice : InVS.

⁴² Les épidémiologistes ont calculé également que les dépassements de seuils recommandés par l'OMS pour les particules (PM₁₀) entraînent plus de 246 décès prématurés par an dans les neuf villes françaises (112 à Paris), 360 hospitalisations pour cause cardiaque (157 à Paris) et 673 hospitalisations pour cause

pas compte de l'impact de la pollution de l'air sur le développement de maladies chroniques, ne permettent d'apprécier qu'une partie de l'ampleur du problème de la pollution de l'air :

« Comme nous nous sommes limités à la mortalité et aux hospitalisations, notre estimation du poids de la pollution de l'air sur la santé est clairement sous-estimée. En particulier, nous n'avons pas pris en compte l'impact sur le développement et l'histoire naturelle des maladies chroniques »⁴³.

La publication des résultats du programme APHEKOM pour les neuf villes françaises constitue un élément déclencheur d'une mobilisation locale portée par un collectif d'une quarantaine de médecins généralistes parisiens. Ce collectif a été mis en place par Bernard Jomier, médecin généraliste et élu Europe Écologie les Verts (EE-LV) du 19^e arrondissement (**tableau 1**). Le 11 février 2013, le collectif tire la sonnette d'alarme sur l'augmentation du nombre de pathologies respiratoires (asthme, pharyngites, trachéites, toux chroniques) et de maladies cardiovasculaires chez leurs patients parisiens pouvant être associées au problème de la pollution de l'air (**tableau 2**)⁴⁴. Questionnés par la presse, Bernard Jomier et Gauthier Desmarchelier appellent les médecins à sortir le problème de la pollution de l'air du silence de leurs cabinets⁴⁵. Ils estiment que l'État ne prend pas sérieusement en charge les causes du problème, alors même que la France est sous la menace de lourdes amendes financières pour le non-respect de normes européennes sur la qualité de l'air⁴⁶. Bernard Jomier critique alors le « Plan d'urgence pour la qualité de l'air » présenté le 6 février 2013 par Delphine Batho (ministre de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie) qui, selon lui, n'est pas suffisant pour réellement protéger la santé de la population.

respiratoire (319 à Paris). Quant à l'ozone, il s'agit de 69 décès prématurés par an dans les villes françaises étudiées (29 à Paris) et 62 hospitalisations respiratoires (25 à Paris).

⁴³ *Ibidem*.

⁴⁴ Médecins de Paris. 2013. « Appel des médecins de Paris. Pollution de l'air et Santé : il est temps d'agir ». Dernière consultation le 27 juillet 2022. <http://appeldesmedecinsdeparis.overblog.com/>.

⁴⁵ *Le Parisien*. 2013. « Pollution : les médecins parisiens tirent la sonnette d'alarme ». 14 février 2013.

⁴⁶ *Sciences et Avenir*. 2013. « Des médecins parisiens tirent la sonnette d'alarme sur la pollution de l'air ». 15 février 2013.

Tableau 1 - Parcours de Bernard Jomier⁴⁷

Bernard Jomier est médecin généraliste et homme politique français. Il est élu le 24 septembre 2017 sénateur de Paris. À l'âge de dix-huit ans, il adhère à Amnesty International où il devient en 1994 responsable de la commission médicale. En 1995, il participe à la création du centre d'accueil et de soins Primo Levi à Paris, destiné à la prise en charge de personnes victimes de torture et de violences politiques. L'année suivante, il rejoint Médecins du Monde pour assister à des missions humanitaires en Bosnie-Herzégovine et en Haïti. À son retour, il crée un cabinet de groupe de généralistes dans le 19^e arrondissement de Paris.

En 2001, il lance sa carrière politique et porte sa candidature sur la liste des Verts aux élections municipales du 19^e arrondissement de Paris. Il est alors élu maire-adjoint chargé de la santé. En 2008, durant les élections municipales, il mène la liste des Verts dans le même arrondissement. Il est de nouveau élu maire-adjoint, cette fois-ci chargé de l'environnement et du développement durable.

Suite à la réactualisation des chiffres de l'étude APHEKOM, Bernard Jomier initie en 2013 l'Appel des médecins de Paris réunissant un collectif d'une quarantaine de médecins à Paris. Le collectif tire la sonnette d'alarme quant à l'augmentation des cas d'asthme, d'allergies et de toux chronique chez les enfants, mais aussi de pathologies cardiovasculaires chez les plus de 65 ans. Le collectif dénonce l'inaction de l'État et de la ville de Paris face au problème de la pollution de l'air à Paris. L'appel aura un fort écho dans les médias et sur les réseaux sociaux.

La même année (2013), Bernard Jomier dirige la tête de liste « Vivre mieux dans le 19^e ». Il est élu en mars 2014 conseiller de Paris, et en avril 2014 adjoint à la Mairie de Paris chargé de la santé, du handicap et des relations avec l'AP-HP. En octobre 2017, Bernard Jomier démissionne de son mandat d'adjoint à la Mairie de Paris, suite à son élection au poste de sénateur de Paris. Dès lors, il est étiqueté « divers gauche ». Il continue à exercer son métier de médecin généraliste dans le 19^e arrondissement.

⁴⁷ Bernard Jomier. 2013. « Du monde associatif à Europe-Écologie les verts. Un médecin en politique ». Dernière consultation le 1^{er} août 2022. <https://bernardjomier.eelv.fr/bio-express> ; Primo Levi. 2015. « Bernard Jomier, médecin et maire adjoint à la santé ». Dernière consultation le 1^{er} août 2022. <https://www.primolevi.org/actualites/bernard-jomier-medecin-et-maire-adjoint-a-la-sante.html> ; Amandine Le Blanc. 2018. « Bernard Jomier, un généraliste sur les bancs du Sénat ». *legeneraliste.fr*, 16 août 2018.

Tableau 2 - Appel des médecins de Paris⁴⁸

Pollution de l'air et Santé : il est temps d'agir

Les dernières données publiées confirment l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé des habitants des grandes villes.

La prévalence de l'asthme a progressé de 20% chez les enfants tandis que les personnes âgées et plus vulnérables voient leur risque cardiovasculaire et respiratoire augmenter.

La relation entre l'exposition aux particules fines, la morbidité et la mortalité cardiovasculaire avait été établie par les travaux de l'American Heart Association ; l'étude européenne APHEKOM la confirme.

Le Centre international de recherches sur le cancer (OMS) de Lyon a décidé le classement des particules fines en cancérogènes certains.

L'InVS [Institut de veille sanitaire] évalue à 3 000 le nombre de décès annuels évitables par l'amélioration de la qualité de l'air des 9 principales villes françaises.

Les pathologies d'irritation des voies aériennes supérieures : pharyngites, trachéites, toux chroniques touchent de plus en plus nos patients.

Au total, ce sont 8 mois d'espérance de vie que la pollution de l'air retire à chaque Parisien.

La qualité de l'air s'est dégradée au point que l'Union européenne a entamé une procédure de sanctions contre la France qui aboutira quasi certainement au paiement de lourdes pénalités financières.

Nous, médecins parisiens, refusons l'indifférence face à cette atteinte à la santé de nos patients.

Nous alertons les pouvoirs publics sur la gravité de la situation.

Nous demandons que la santé de nos patients soit reconnue comme une priorité dans les décisions relatives à la pollution de l'air.

Nous demandons à l'État et à la ville de Paris d'agir ensemble pour améliorer la qualité de l'air.

Nous appelons à une réglementation plus protectrice de la santé de la population en accord avec les données scientifiques actuelles.

L'un des choix controversé de l'État a été d'abonner le dispositif de Zones d'actions prioritaires pour l'air (ZAPA), un dispositif prévu par la loi Grenelle II du 12 juillet 2010 permettant de limiter la circulation automobile dans les zones urbaines, pour proposer de préférence, un dispositif plus juste à l'égard des ménages les plus

⁴⁸ Médecins de Paris. 2013. « Appel des médecins de Paris. Pollution de l'air et Santé : il est temps d'agir ». Dernière consultation le 27 juillet 2022. <http://appeldesmedecinsdeparis.overblog.com/>.

modestes⁴⁹. Le « Plan d'urgence pour la qualité de l'air » prônait de développer la mobilité plus propre (la promotion fiscale des véhicules électriques ou hybrides, la prime à la casse, etc.), de favoriser le covoiturage et de limiter le trafic en cas de pic de pollution. Cependant, Bernard Jomier qualifie ces mesures comme étant « symboliques » face à l'ampleur du problème de la pollution de l'air⁵⁰. Il appelle donc l'État et la ville de Paris à proposer des mesures adéquates aux dernières avancées scientifiques pour mieux protéger la santé de leurs patients.

Ce n'est pas un hasard si le collectif de médecins de Paris se mobilise pour le problème de la pollution de l'air. La mobilisation du collectif fait suite à une campagne d'information lancée en 2003 par la région Île-de-France auprès des médecins (généralistes, pédiatres, pneumologues et allergologues) pour les sensibiliser à la pollution de l'air⁵¹. 8 900 médecins ont reçu au cours de l'année une dizaine de lettres d'information les avertissant des effets sanitaires de la pollution de l'air. Aussi, plus de 300 000 livrets sur la pollution de l'air ont été distribués au grand public *via* les cabinets médicaux et les pharmacies. S'inscrivant dans une logique d'individualisation de la gestion des risques en santé environnementale, l'objectif de cette campagne d'information a été d'inciter, à l'aide de professionnels de santé, les citoyens à changer de comportement pour réduire les émissions de polluants atmosphériques. Pour Michel Vampouille (vice-président au Conseil régional d'Île-de-France, chargé de l'environnement, du cadre de vie, de la maîtrise de l'énergie et des contrats régionaux et ruraux), la campagne d'information visait à :

« influencer sur les comportements et toucher le grand public à travers les professionnels de santé »⁵².

⁴⁹ *Journal de l'environnement*. 2013. « Qualité de l'air : les mesurette du gouvernement », 7 février 2013.

⁵⁰ *Sciences et Avenir*. 2013. « Des médecins parisiens tirent la sonnette d'alarme sur la pollution de l'air », 15 février 2013.

⁵¹ *AFP*. 2003. « Pollution : campagne d'information auprès de 8 900 médecins en Île-de-France ». 18 juin 2003.

⁵² *Ibidem*.

Suite à l'intérêt médiatique suscité par l'appel des médecins de Paris, l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) organise des auditions le 19 mars 2014 sur la pollution de l'air dans le cadre d'une réflexion sur les nouvelles mobilités sereines et durables, notamment les choix technologiques concernant la « voiture écologique » à usage individuel. L'OPECST a été créé par la loi du 8 juillet 1983 pour informer et éclairer les décisions politiques du Sénat et de l'Assemblée nationale concernant de potentielles conséquences à long terme des choix scientifiques et technologiques⁵³. Bernard Jomier, invité aux auditions, fait un triple constat sur le problème de la pollution de l'air. Le premier concerne les choix politiques qui sont, pour lui, inadéquats avec les dernières données scientifiques, le deuxième l'absence d'une valeur limite réglementaire pour les particules fines et le troisième le non-respect de la réglementation dans les grandes agglomérations :

« Ce qui a motivé les médecins parisiens et les médecins cliniciens, en contact de la population, à prendre la parole ces dernières semaines, est un premier constat d'une inadéquation entre les données scientifiques actuelles sur la pollution de l'air et les choix politiques qui sont faits en la matière. Le décalage est devenu insupportable pour la population, car on constate... Je vais prendre un exemple [...]. Les particules les plus fines (PM_{2,5}) deviennent très étudiées dans la littérature scientifique, mais en termes de réglementation on est tout à fait en retard. Où est la réglementation sur les PM_{2,5}? C'est une réglementation qui actuellement n'est pas là [...]. Sur les PM_{2,5}, on est tout à fait en retard dans le champ de la décision politique [...]. Il y a [aussi] par ailleurs un défaut d'effectivité de la réglementation existante, puisque si l'on prend un exemple de Paris, on est à 145 jours de dépassement des seuils réglementaires l'année dernière en 2012, donc bien au-delà de ce qui est autorisé. Il y a ce double

⁵³ Assemblée nationale. s.d. « Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, présentation ». Dernière consultation le 10 janvier 2022. <https://www2.assemblee-nationale.fr/15/les-delegations-comite-et-office-parlementaire/office-parlementaire-d-evaluation-des-choix-scientifiques-et-technologiques>.

constat, d'une non application de la réglementation et d'un retard de la réglementation sur les données scientifiques »⁵⁴.

Malgré l'audition de Bernard Jomier par l'OPECST et des mobilisations scientifiques et militantes sur le problème de la pollution de l'air, peu d'initiatives sont engagées par les autorités nationales. Ces dernières comptent prendre en charge ce problème sans heurter les intérêts économiques de l'industrie automobile. Pourtant, la France est sous peine de lourdes amendes financières pour le non-respect des valeurs limites fixées par la directive européenne 2008/50/CE du 21 mai 2008 pour les particules fines (PM₁₀) et le dioxyde d'azote (NO₂), comme le remarque en 2011 un rapport du Sénat :

« Au total, dix-neuf États membres ont reçu un avis motivé pour non-respect des valeurs limites en PM₁₀. Pour huit d'entre eux, dont la France, le contentieux a atteint le stade de la saisine de la CJUE : Belgique, Chypre, Espagne, Italie, Portugal, Slovaquie et Suède. La condamnation semble inévitable car la France a dépassé plus de 35 fois dans les quinze agglomérations litigieuses, les valeurs limites de PM₁₀ fixées par la directive. L'arrêt en manquement devrait donc intervenir rapidement, au cours du premier semestre 2012. Il sera suivi d'une demande d'information de la Commission quant aux moyens pris par la France pour exécuter l'arrêt, au titre de l'article 260 du TFUE cette fois-ci. Il conviendra donc d'être particulièrement réactif et convaincant pour démontrer que nous avons pris les mesures nécessaires au respect des objectifs, sous peine de condamnation financière »⁵⁵.

Les mobilisations scientifiques et militantes ne produisent pas l'effet souhaité à l'échelle nationale ; la tendance de l'État étant d'ignorer le problème de la pollution de l'air en repoussant à plus tard sa prise en charge. Cependant, avec l'arrivée des élections municipales, ces mobilisations collectives ne manquent pas de faire pression sur les autorités municipales. Anne Hidalgo (membre du Parti socialiste et adjointe au Maire de

⁵⁴ Baupin, Denis et Fabienne Keller. 2013. « Audition de Bernard Jomier à l'Assemblée nationale sur la pollution de l'air et les "nouvelles mobilités sereines et durables" ». Paris : Assemblée Nationale. <https://www.dailymotion.com/video/xyd6iu>.

⁵⁵ Sénat. 2011. « Rapport d'information fait au nom de la commission des finances sur l'application du droit communautaire de l'environnement ». Paris.

Paris chargé de l'urbanisme et de l'architecture) est en train de préparer sa future campagne municipale. Face à la montée en puissance du problème, elle sollicite Airparif pour réaliser un rapport sur l'évolution de la qualité de l'air à Paris en lien avec la politique de déplacement urbain menée durant les mandats de Bertrand Delanoë (membre du Parti socialiste et Maire de Paris de 2001 à 2014)⁵⁶. Contrairement à l'image véhiculée par les médias, le rapport d'Airparif montre que la pollution de l'air a diminué au cours des dix dernières années à Paris⁵⁷. Pour Airparif, l'amélioration de la qualité de l'air à Paris serait due à une baisse des émissions de polluants de 44% pour les oxydes d'azote (NOx), de 50% pour les particules (PM₁₀) et de 55% pour les particules fines (PM_{2,5})⁵⁸. Cependant, cette baisse, mise en avant par la Mairie de Paris, n'est pas suffisante pour protéger la santé des Parisiens. En effet, les valeurs limites annuelles pour le dioxyde d'azote (40µg/m³), les particules PM₁₀ (40µg/m³) et les particules fines PM_{2,5} (27µg/m³) n'ont pas été respectées en 2012 à Paris⁵⁹. L'objectif de qualité⁶⁰ a aussi été dépassé pour l'ozone (120µg/m³ en moyenne sur 8 heures) et le benzène (2µg/m³ en moyenne annuelle).

Les niveaux de la pollution de l'air diminuent à Paris, alors que le nombre de pics de pollution de l'air aux particules (PM₁₀) augmente depuis la fin 2011 de manière considérable. En 2012, la région Île-de-France enregistre trente-huit jours de déclenchement de la procédure d'information en cas de pic de pollution aux particules (PM₁₀) contre douze l'année précédente et quatre jours de déclenchement de la

⁵⁶ La période de l'étude correspond au mandat électoral de Bertrand Delanoë, Maire de Paris depuis le 25 mars 2001. Une tactique qui permet d'éviter une éventuelle conclusion selon laquelle une baisse généralisée de la pollution de l'air à Paris aurait commencé sous mandat de Jean Tiberi, membre de l'Union pour un mouvement populaire (UMP).

⁵⁷ Airparif. 2013. « Évolution de la qualité de l'air à Paris entre 2002 et 2012 ». Paris.

⁵⁸ Cette baisse des émissions a été moins importante en Île-de-France qu'à Paris. Airparif a enregistré une baisse de - 38% pour les émissions des oxydes d'azote (NOx), - 36% pour les particules (PM₁₀) et - 42% pour les particules fines (PM_{2,5}).

⁵⁹ Airparif. 2013. « La qualité de l'air en Île-de-France en 2012 ». Paris.

⁶⁰ Contrairement aux valeurs limites réglementaires, l'objectif de qualité n'est pas contraignant légalement. Il est défini par l'Article R221-1 comme « un niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ».

procédure d'alerte contre zéro l'année précédente (**figure 1**)⁶¹. Ces pics de pollution bénéficient d'une large couverture médiatique qui rend la pollution de l'air visible dans l'espace public. Ces différents éléments donnent l'impression d'une dégradation de la qualité de l'air en Île-de-France. Pourtant, cette hausse du nombre de pics de pollution aux particules (PM₁₀) n'était pas tant due à une augmentation de la pollution de l'air qu'à la révision du 27 octobre 2011 d'un arrêté inter-préfectoral relatif à la procédure d'information et d'alerte du public en cas de pics de pollution atmosphérique en Île-de-France. Le nouvel arrêté⁶² revoit à la baisse le seuil de déclenchement de la procédure d'information pour les particules (PM₁₀) qui passe de 80 à 50µg/m³ et celui de la procédure d'alerte qui passe de 125 à 80µg/m³⁶³. Ainsi, bien que les niveaux de particules (PM₁₀) n'aient pas augmenté, la révision de procédures d'information et d'alerte entraîne une hausse du nombre de pics de pollution aux particules (PM₁₀)⁶⁴.

Francis Chateauraynaud et Josquin Debaz prétextent l'arrivée imminente des élections municipales pour mettre à l'agenda des candidats à celles-ci le problème de la pollution de l'air. Fin 2013, ils participent à la création du Collectif Poumons de Paris qui est alors composé d'un médecin généraliste, d'une semi-marathonienne, d'un enseignant proche du parti politique Europe Écologie Les Verts, d'un parent d'élève et d'un ingénieur en aménagement, militant de Vélorution. Peu après sa création, le collectif rencontre à plusieurs reprises Bernard Jomier (responsable de l'appel des médecins de Paris qui mène alors la liste Europe Écologie Les Verts dans le 19^e arrondissement de Paris) pour discuter du problème de la pollution de l'air à Paris.

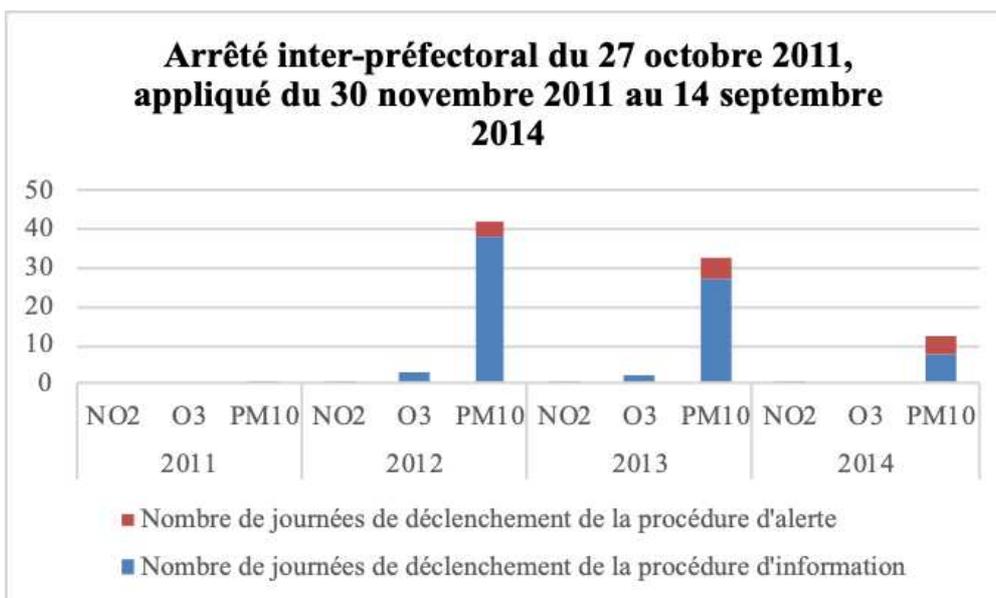
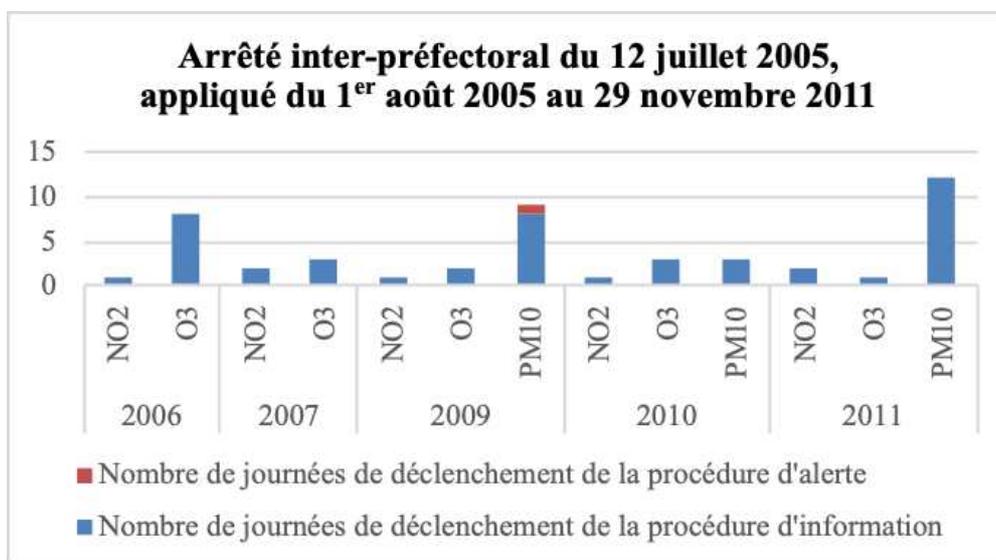
⁶¹ Airparif. s. d. « État de l'air. Historique des épisodes », Dernière consultation le 3 juin 2020. <https://www.airparif.asso.fr/alertes/historique>.

⁶² L'arrêté inter-préfectoral relatif à la procédure d'information et d'alerte du public en cas de pointe de pollution atmosphérique en région Île-de-France n'est qu'une application du décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air qui transpose la directive n° 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe.

⁶³ Le Préfet de Police, Le Préfet de la Zone de Défense et de Sécurité de Paris *et al.* 2011. « Arrêté inter préfectoral relatif à la procédure d'information et d'alerte du public en cas de pointe de pollution atmosphérique en région d'Île-de-France ». Paris. ; Le Préfet de Police, Le Préfet de la Zone de Défense et de Sécurité de Paris *et al.* 2007. « Arrêté inter préfectoral n° 2007-21277 du 3 décembre 2007 relatif à la procédure d'information et d'alerte du public en cas de pointe de pollution atmosphérique en région d'Île-de-France ». Paris.

⁶⁴ Airparif. 2013. « La qualité de l'air en Île-de-France en 2012 ». Paris.

Figure 1 - Nombre de jours d'information et d'alerte en PM₁₀ en Île-de-France⁶⁵



Le 23 février 2014, un mois avant le premier tour des élections municipales, le Collectif Poumons de Paris publie sur sa page Facebook une lettre ouverte qu'il adresse aux candidats aux élections municipales de 2014 à Paris (**tableau 3**)⁶⁶. Le Collectif

⁶⁵ Airparif. s. d. « État de l'air. Historique des épisodes ». Dernière consultation le 3 juin 2020. <https://www.airparif.asso.fr/alertes/historique>. La figure 1 présente le nombre de jours de déclenchement de la procédure d'information et d'alerte avant et après la révision des seuils.

⁶⁶ Les candidats aux élections municipales de 2014 à Paris : Anne Hidalgo, la candidate du Parti Socialiste (PS), Nathalie Kosciusko-Morizet de l'Union pour un mouvement populaire (UMP),

réclame alors que les candidats présentent chacun leur plan de lutte contre la pollution de l'air dans la capitale. Il plaide aussi qu'une conférence de citoyens soit organisée à la suite des élections municipales afin de proposer des mesures concrètes concernant la réduction de la pollution de l'air, la mesure des polluants atmosphériques et le suivi des pathologies chez les populations exposées.

Tableau 3 - La lettre ouverte du Collectif Poumons de Paris⁶⁷

Nous, citoyens parisiens, subissons une pollution chronique de l'air que nous respirons. Les médias n'en parlent que lors des épisodes de pollution aiguë, à l'exemple de la mi-décembre 2013. Les effets néfastes de la pollution atmosphérique sont désormais reconnus : surmortalité, asthme, bronchites chroniques... Après le diesel et les particules fines en 2012, l'OMS a récemment classé la pollution atmosphérique comme « cancérogène certain ». La première cause d'exposition de la population dans les grandes agglomérations a clairement été attribuée au trafic automobile.

Si vous êtes élu, quelles mesures concrètes vous engagez-vous à mettre en œuvre à la fois pour réduire les émissions polluantes et diminuer l'exposition des citoyens à la pollution ? Avec quels moyens à l'appui ?

Par ailleurs, notre collectif plaide pour l'organisation d'une conférence de citoyens, rassemblant Parisiens et Franciliens, dans le but d'élaborer des propositions concrètes concernant la mesure de la pollution, le suivi des populations exposées, et les politiques d'action contre les causes de la pollution. Si vous êtes élu, soutiendriez-vous une telle proposition ?

En vous remerciant par avance de vos réponses, que nous diffuserons,

Le Collectif Poumons de Paris

Le 5 mars 2014, une dizaine de jours après la publication de l'appel du Collectif Poumons de Paris, Airparif enregistre un pic de pollutions aux particules PM₁₀ en Île-de-France⁶⁸. Des conditions anticycloniques typiques en hiver (pression atmosphérique

Christophe Najdovski de l'EELV, Wallerand de Saint-Just du Front National (FN), Marielle de Sarnez du Mouvement démocrate (MoDem), Charles Beigbeder du Paris libéré, Danielle Simonnet du Parti de gauche (PG) et Christian Saint-Étienne de l'Union des démocrates et indépendants (UDI).

⁶⁷ Collectif Poumons de Paris. 2014. « Lettre ouverte aux candidats aux élections municipales 2014 à Paris ». Dernière consultation le 8 juin 2022. <https://www.facebook.com/poumondeparis/posts/810986665582245>.

⁶⁸ À noter qu'aucune procédure d'information, ni d'alerte n'est à ce jour prévu pour un pic de pollution de pollution aux PM_{2,5}.

élevée, ciel dégagé et fortes ou faibles températures), accompagnée d'un abaissement de la température au niveau du sol et de vents très faibles (inférieurs à 2 m/s), entraînent la formation d'un couvercle d'air chaud au-dessus de la ville de Paris⁶⁹. Ce phénomène, appelé inversion de température, piège la pollution locale à faible altitude qui atteint le 6 mars 2014 les seuils de déclenchement de la procédure d'information au pic de pollution aux particules PM₁₀. Dans les jours qui suivent, la pollution de l'air s'accumule à Paris. Les 11 et 12 mars, un vent de Nord-Est se lève, mais il rapporte des polluants qui intensifient la pollution accumulée depuis le début du mois de mars en Île-de-France. Ainsi, les niveaux de particules (PM₁₀) atteignent le seuil du déclenchement de la procédure d'alerte. Les 13 et 14 mars, un anticyclone avec une inversion de température est de nouveau présent et empêche la pollution de l'air de se disperser. Ce n'est finalement que le 15 mars qu'un vent d'Ouest se lève et disperse en partie la pollution de l'air.

Se produisant en pleine campagne municipale, ce pic de pollution de l'air met à l'agenda de futurs candidats aux élections municipales le problème de la pollution de l'air. Des images frappantes circulent dans les réseaux sociaux et la presse, comme celle de la tour Eiffel qui a presque disparu derrière le nuage de pollution. La pollution de l'air atteint un niveau de visibilité dans l'espace public qui la propulse sur la liste des priorités de la campagne municipale à Paris (Chateauraynaud et Debaz, 2017). La lettre ouverte du Collectif Poumons de Paris est alors intensément diffusée dans les médias. Les candidats aux élections municipales sont appelés à se positionner sur la pollution de l'air à Paris. Le Collectif Poumons de Paris reçoit et relaie sur sa page Facebook les réponses de trois candidats : Anne Hidalgo (candidate du Parti Socialiste), Christophe Najdovski (candidat de l'Europe Écologie Les Verts) et Nathalie Kosciusko-Morizet (candidate de l'Union pour un mouvement populaire)⁷⁰. Peu après, France Info sollicite un entretien avec Francis Chateauraynaud. Cependant, il préfère laisser la parole à un

⁶⁹ Airparif. 2014. « Bilan de l'épisode de pollution et de la circulation alternée ». Paris.

⁷⁰ Collectif Poumons de Paris. 2014. « Première réponse à notre lettre ouverte, par Anne Hidalgo ». Dernière consultation le 4 mai 2022. <https://www.facebook.com/poumondeparis/posts/81740045494086> ; Collectif Poumons de Paris. 2014. « Lettre ouverte : réponse de Christophe Najdovski ». Dernière consultation le 4 mai 2022. <https://www.facebook.com/poumondeparis/posts/821333544547557> ; Collectif Poumons de Paris. 2014. « Lettre ouverte : la réponse de NKM ». Dernière consultation le 4 mai 2022. <https://www.facebook.com/poumondeparis/posts/822240067790238>.

autre membre du collectif. Ainsi, c'est la semi-marathonienne qui accorde le 13 mars 2014 un entretien à la France Inter. Francis Chateauraynaud explique lors d'un entretien :

« Il y a eu un pic de pollution, comme c'était en mars 2014 [le mois des élections municipales], France info a cherché à joindre les Poumons de Paris. Ils tombent sur moi, je ne sais pas comment, quelqu'un leur a filé mon numéro. Et moi, je leur ai dit "attendez, je suis sociologue, je suis ce mouvement, mais ça serait dommage que je paraisse comme un porte-parole de ce collectif, alors qu'il y a d'autres gens. Je vais vous passer quelqu'un d'autre". Et donc, je lui ai passé [les coordonnées] de la semi-marathonienne qui était très remontée contre la pollution »⁷¹.

Le Collectif Poumons de Paris n'est pas le seul à avoir pris la parole devant les médias. Différents porteurs d'intérêts, y compris industriels, s'expriment à leur tour en ces moments de crise. C'est notamment le cas de Michel Aubier (chef du service de pneumologie-allergologie de l'hôpital de Bichat) qui, depuis la fin des années 1990, minimise les effets de la pollution de l'air sur la santé, notamment ceux de l'exposition aux gaz d'échappement des moteurs diesel⁷². Dans un entretien accordé le 10 mars 2014 à RTL, il avance que la pollution de l'air n'a aucun effet sur les personnes en bonne santé. Pour lui, ce sont seulement les personnes atteintes de pathologies chroniques (respiratoires ou cardiaques) qui, exposées dans leur quotidien à la pollution de l'air, peuvent voir leurs symptômes s'aggraver. Or, lors de l'entretien, il oublie de préciser qu'il est, depuis 1997, salarié de Total et, depuis 2007, membre du conseil d'administration de la Fondation Total⁷³. Michel Aubier raconte sur RTL :

⁷¹ Entretien du 21 octobre 2021, réalisé à Paris avec Francis Chateauraynaud, Directeur d'études de l'EHESS et Directeur du Groupe de sociologie pragmatique et réflexive.

⁷² Surnommé par la presse « professeur diesel », Michel Aubier sera condamné en 2017 à six mois de prison avec sursis pour faux témoignage devant la Commission d'enquête sénatoriale sur le coût financier de la pollution de l'air à qui il a caché ses liens avec le groupe Total.

⁷³ Mandard, Stéphane. 2017. « Le pneumologue Michel Aubier condamné à six mois de prison avec sursis ». *Le Monde*, 5 juillet 2017 ; Mandard, Stéphane. 2018. « La condamnation pour "faux témoignage" du pneumologue Michel Aubier confirmée en appel ». *Le Monde*, 9 novembre 2018.

« Michel Aubier : Le risque est essentiellement chez les sujets qui ont une maladie chronique, respiratoire ou cardiaque où effectivement plusieurs études ont montré que la pollution, mais plutôt la pollution constante, c'est-à-dire lorsqu'on est exposé de manière régulière... lorsqu'on a une atmosphère polluée, on peut avoir effectivement plus de symptômes si on est asthmatique, on peut avoir plus de symptômes si on est cardiaque, faire éventuellement un accident vasculaire, mais rien en ce qui concerne quelqu'un bien portant [...] Il ne faut pas dramatiser, il faut savoir quand même qu'on passe 5% de notre temps à l'extérieur, le reste du temps on est dans les locaux. Et puis dans les locaux, souvent c'est plus pollué qu'à l'extérieur, notamment à cause des peintures, à cause des colles qui sont mises sur les meubles avec les formaldéhydes. Donc il faut dire aux gens qu'il faut sortir, il faut aérer les locaux et puis être raisonnable. C'est-à-dire, lorsqu'on est malade et qu'il y a un pic de pollution, de ne pas faire d'effort physique important à l'extérieur.

Journaliste : Et pour les autres on profite très largement du beau soleil du jour.

Michel Aubier : Et pour les autres il faut en profiter, absolument »⁷⁴.

Soumis à la pression médiatique, les autorités municipales prennent la décision de mettre en place un dispositif de circulation alternée visant à réduire le pic de pollution de l'air. Déclenché le 17 mars 2014, ce dispositif vise à modérer la circulation automobile en fonction du numéro de la plaque d'immatriculation : seuls les véhicules dont le dernier chiffre de la plaque d'immatriculation se termine par un numéro pair ont le droit de circuler les jours pairs (mardi, jeudi, samedi) et ceux par un numéro impair les jours impairs (lundi, mercredi et vendredi). Un tel dispositif avait été mis en place à Paris en 1997 pour un pic de pollution au dioxyde d'azote. Ainsi, c'est la première fois que la circulation alternée est déclenchée pour un pic de pollution aux particules PM₁₀. Après une journée de circulation alternée, Airparif enregistre une diminution de 2% (soit 1µg/m³) des niveaux de particules PM₁₀ de fond et de 6% (soit 4µg/m³) de leurs niveaux sur le boulevard Périphérique⁷⁵. Quant au dioxyde d'azote (NO₂), la circulation

⁷⁴ RTL. 2014. « Le Pr. Michel Aubier : “Les pics de pollution ne gênent pas les gens bien portants” ». Dernière consultation le 8 juin 2022. <https://www.youtube.com/watch?v=DwA-7VbUFR8>.

⁷⁵ Airparif. 2014. « Bilan de l'épisode de pollution et de la circulation alternée ». Paris.

alternée contribue à diminuer de 7% des niveaux de fond et de 10% ceux sur le boulevard périphérique. Ayant suivi de près l'évolution du pic de pollution de l'air, Airparif remarque que la circulation alternée a permis de diminuer la pollution de l'air dans la capitale. Cependant, il constate que ce dispositif ne peut être considéré comme une mesure efficace de lutte contre la pollution de l'air. Non seulement, il ne permet pas de prévenir la survenue d'un pic de pollution de l'air, mais aussi il ne sort pas non plus de la circulation les véhicules les plus polluants. Ainsi, les véhicules très polluants aux plaques impaires ont circulé librement le 17 mars dans la capitale.

Le Collectif Poumons de Paris publie le 20 mars 2014, soit trois jours avant le premier tour des élections municipales, une analyse comparative des mesures de lutte contre la pollution de l'air proposées par les différents candidats⁷⁶. Christophe Najdovski est le seul candidat à vouloir interdire la circulation des véhicules individuels les « plus polluants » dans la capitale, notamment les véhicules diesel. Il propose de développer l'offre de transport en commun avec la création d'un tramway sur les quais de Seine et de lignes de bus « express » avec des voies réservées sur le boulevard périphérique et les grands axes routiers d'Île-de-France. Aussi, il souhaite mettre en place la livraison « zéro émission », par le transport fluvial de marchandises et du tram-fret. Anne Hidalgo et Nathalie Kosciusko-Morizet suggèrent plutôt de développer la « mobilité électrique » à Paris. Anne Hidalgo compte mettre en place une aide à la conversion de véhicules pour les chauffeurs taxis, de rendre gratuit le stationnement et la recharge nocturne de voitures électriques et d'offrir un an d'abonnement Autolib' pour les jeunes conducteurs parisiens. Anne Hidalgo propose aussi de remplacer les bus diesel par les bus électriques. Quant à Nathalie Kosciusko-Morizet, elle propose de doubler le bonus-malus écologique pour les petites entreprises et les artisans à l'achat de nouveaux véhicules⁷⁷. Aussi, elle compte interdire l'accès au poids lourds et aux autocars de tourisme dans la capitale. Pour le Collectif Poumons de Paris, les mesures

⁷⁶ Collectif Poumons de Paris. 2014. « Analyse des réponses des candidats à Paris ». Dernière consultation le 8 juin 2022. <https://www.facebook.com/poumondeparis/posts/825869150760663>.

⁷⁷ Nathalie Kosciusko-Morizet est la seule à proposer de mettre en place un plan d'urgence de la qualité de l'air intérieur par le développement de la surveillance de la qualité de l'air du métro parisien et des établissements d'accueil des publics vulnérables.

proposées par Christophe Najdovski pour réduire la pollution de l'air à Paris sont plus ambitieuses que celle suggérées par les autres candidates :

« Au total, les réponses reçues proposent toutes une prise en compte de la pollution et des mesures concrètes, mais, sans réelle surprise, le candidat EELV [Europe Écologie les Verts] apparaît comme le plus ambitieux dans sa volonté de diminuer les émissions liées au diesel. Il se démarque aussi par sa compréhension des enjeux de démocratie sous-jacents au dossier de la pollution atmosphérique »⁷⁸.

Après les élections municipales, la portée des actions du Collectif Poumons de Paris perd en intensité. Le Collectif continue de relayer les informations sur la pollution de l'air, cependant la fréquence de leurs publications se réduit progressivement. Leur page Facebook compte 89 post en 2014, 53 en 2016, 18 en 2017, 31 en 2018, 17 en 2019 et 5 en 2020. Le dernier post du collectif date du 25 août 2020. Tout de même, leurs actions contribuent à ce qu'Anne Hidalgo, élue Maire de Paris, organise une Conférence des Citoyens sur le problème de la pollution de l'air à Paris (Chateauraynaud et Josquin Debaz, 2017).

2. La transition de l'hygiène à la santé environnementale à Paris.

L'une des transformations notables de la lutte contre la pollution de l'air et le changement climatique est l'action d'un ensemble de « villes globales » du réseau *C40 Cities Climate Leadership Group*, un réseau global de maires visant à faire face à la lutte contre la pollution de l'air et la crise climatique. Au sein de ce réseau, Anne Hidalgo entend jouer un rôle de premier plan. Elle présente la lutte contre la pollution de l'air comme l'une des priorités de son mandat ; elle établit dans ce cadre sa propre politique en santé environnementale qui vient compléter la politique nationale. Peu après les élections, Anne Hidalgo confie la gestion du problème de la pollution de l'air aux deux membres de son exécutif fort impliqués dans les débats sur ce problème au

⁷⁸ *Ibidem.*

moment des élections municipales. On retrouve ici Christophe Najdovski (désormais élu adjoint à la Maire de Paris en charge de questions relatives aux transports, à la voirie, aux déplacements et à l'espace public) et de Bernard Jomier (maintenant, élu EELV du 19^e arrondissement, médecin à l'origine de l'Appel de Médecins de Paris, élu adjoint à la Maire de Paris en charge de la santé, du handicap et des relations avec l'Assistance Publique-Hôpitaux de Paris).

Le point de départ de cette politique est la conférence citoyenne sur la pollution de l'air que la Maire de Paris met en place à la demande du Collectif Poumons de Paris⁷⁹. Son organisation est déléguée au cabinet de Bernard Jomier, en collaboration avec l'Institut français d'opinion publique (Ifop) qui constitue un panel de citoyens composé de dix-neuf personnes, originaires de Paris et de la petite couronne. Le panel se réunit durant deux week-ends au mois de novembre 2014. Il est alors formé à la pollution de l'air pour auditionner ensuite une douzaine d'experts sur le problème de la pollution de l'air. À l'issue de cette conférence, le panel de citoyens transmet en novembre son rapport et présente les conclusions de son travail lors de la session du Conseil de Paris des 9 et 10 février 2015. Christophe Najdovski s'appuie ensuite sur les conclusions du panel de citoyens pour préparer le Plan de lutte contre la pollution liée au trafic automobile adopté par le Conseil de Paris en février 2015⁸⁰. Ce plan repose sur deux leviers : inciter d'une part les Parisiens et les professionnels à changer leur mode de déplacement et d'autre part restreindre la circulation des véhicules les plus polluants de l'autre⁸¹. Les mesures phares de cette politique sont la mise en place d'une zone à faible émission (interdisant l'accès à Paris aux véhicules essence et diesel les plus polluants) et la piétonisation des voies sur berge.

Dès le début de son mandat, Anne Hidalgo concentre sa politique de lutte contre la pollution de l'air sur la réduction du trafic routier. Et pourtant, ce n'est pas la seule source de la pollution de l'air à Paris. Selon les estimations d'Airparif, en 2012 le trafic

⁷⁹ Hidalgo, Anne. 2014. « Note à l'attention de Bernard JOMIER, Adjoint à la Maire chargé de la santé, du handicap et des relations avec l'AP-HP ». Paris.

⁸⁰ Le Conseil de Paris. 2015. « Communication au Conseil de Paris des 9 et 10 février 2015. Lutte contre la pollution atmosphérique liée au trafic routier ». Paris.

⁸¹ Mairie de Paris. 2015. « Plan de lutte contre la pollution liée au trafic routier ». Paris.

routier est responsable de 66% d'émissions d'oxydes d'azote (NOx) à Paris et de 55% en Île-de-France⁸². Le secteur résidentiel et tertiaire représente aussi une part non négligeable d'émissions d'oxydes d'azote (NOx) à Paris à hauteur de 31%. Quant aux autres sources d'émission d'oxydes d'azote, l'industrie manufacturière est responsable de 2% des émissions, les chantiers et carrières de 1%, le trafic ferroviaire et fluvial de 0,5% et le traitement des déchets de 0,1%. Le trafic routier constitue aussi 56% d'émissions des particules PM₁₀ à Paris, le secteur résidentiel 24%, les chantiers et carrières 9%, l'industrie manufacturière 6%, le trafic ferroviaire et fluvial 4% et le traitement des déchets 1%. En ce qui concerne les PM_{2,5}, la distribution sectorielle des émissions est similaire à celle enregistrée pour les PM₁₀ : le trafic routier représente 58% des émissions, le secteur résidentiel et tertiaire 27%, les chantiers et carrières 6%, l'industrie manufacturière 5%, le trafic ferroviaire et fluvial 2% et le traitement des déchets 2%.

Le Plan de lutte contre la pollution de l'air constitue le premier pas de la politique de santé environnementale à Paris. Bernard Jomier, à qui la Mairie de Paris a confié la création du Plan Paris Santé Environnement, remarque lors d'un entretien accordé à Lionel Charles et Isabelle Roussel :

« Je dis souvent que la première marche de ce plan santé environnementale a été le plan de lutte contre la pollution de l'air. Pourquoi ? Parce qu'il s'agit d'un problème de santé publique majeur. On peut discuter à l'infini de savoir si cela recouvre trente, quarante ou cinquante mille décès par an, je ne sais pas. [...] À ce niveau-là, plusieurs dizaines de milliers de morts par an signifient qu'on a affaire à un problème de santé publique majeur, qui appelle donc des réponses »⁸³.

Le 16 décembre 2015, après un laborieux processus de consultation des élus, du personnel administratif, des institutions scientifiques et des associations, le Conseil de Paris adopte le Plan Paris Santé Environnement. Le cabinet de Bernard Jomier avait

⁸² Airparif. 2013. « Évolution de la qualité de l'air à Paris entre 2002 et 2012 ». Paris.

⁸³ Charles, Lionel et Isabelle Roussel. 2016. « Le plan parisien de santé environnementale. Entretien avec Bernard Jomier ». *Pollution atmosphérique*, n° 228 : 3-4.

alors consulté l'avis de l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France, de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES), de l'Agence Régionale de Santé Île-de-France, de l'Atelier Parisien d'Urbanisme, de l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS), de l'Université Paris X Nanterre, de la Caisse primaire d'assurance maladie (CPAM) et du Centre Antipoison et de toxicovigilance de Paris. Il a également consulté l'avis de quelques associations comme le Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA), l'Association pour la prévention de la pollution atmosphérique (Appa) et l'Association des Familles Victimes du Saturnisme (AFVS).

Le Plan Paris Santé Environnement, la feuille de route municipale en santé environnementale, se décline en seize fiches d'action⁸⁴. Les principaux objectifs définis dans ce plan par les autorités municipales sont ambitieux. Il vise à réduire les pollutions et nuisances environnementales dans la capitale, tout en tenant compte des inégalités sociales de santé qui persistent chez les Parisiens⁸⁵. Il vise aussi à positionner la ville de Paris à l'échelle nationale et internationale comme exemplaire en matière de politique de santé environnementale. Ainsi, ce n'est pas une coïncidence si le Plan Paris Santé Environnement est adopté une dizaine de jours après le Sommet de 1 000 Maires pour le climat qui s'est tenu le 4 décembre 2015 sur l'initiative de Anne Hidalgo et de Michaël Bloomberg (ancien Maire de New York et envoyé spécial de l'Organisation des Nations Unies (ONU) pour les villes et le changement climatique) en marge de la 21^e

⁸⁴ Les seize fiches d'action du Plan Paris Santé Environnement : (1) Mieux intégrer la santé dans les projets d'urbanisme et les espaces publics, (2) Évaluer les impacts sur la santé pour les projets urbains structurants et les requalifications des espaces publics, (3) Mieux observer la santé environnementale à Paris : mener un travail de capitalisation des données et études, définir des indicateurs, (4) Renouveler les modalités d'intervention dans les quartiers où des fragilités en santé environnementale sont repérées, (5) Prévenir et suivre les affections respiratoires chez l'enfant, (6) Améliorer la santé des Parisien.ne.s en agissant sur la qualité de l'environnement intérieur (domicile, lieux de vie) : sensibilisation, mobilisation et interventions, (7) sensibiliser à la santé environnementale dès l'enfance, (8) Co-construire une culture de la santé environnementale, (9) Encourager la mobilisation des professionnels de santé : sensibilisation, acculturation, formation, (10) Faciliter l'émergence d'un écosystème de la santé environnementale en s'appuyant sur le Pôle Paris Santé Environnement, (11) Développer l'expertise du Service parisien de santé environnementale, (12) Santé environnementale par l'alimentation durable, (13) Intégrer les objectifs de santé environnementale dans la commande publique, (14) Gérer les établissements de la ville de façon exemplaire, (15) Progresser encore dans la protection de la santé des personnels de la ville et (16) Promouvoir la santé en développant la biodiversité.

⁸⁵ Mairie de Paris. 2015. « Plan Paris Santé Environnement ». Paris.

Conférence des Parties (COP-21) à Hôtel de Ville de Paris. Son adoption coïncide également avec la préparation du 3^e Plan Régional Santé-Environnement pour l'Île-de-France qui est une adaptation régionale du 3^e Plan National Santé Environnement.

Le Plan Paris Santé Environnement se fonde sur les travaux de la Commission des Déterminants Sociaux de la Santé qui a été constitué en 2005 par l'OMS pour effectuer un état des lieux des connaissances concernant les déterminants sociaux de la santé et leurs effets sur les inégalités de santé⁸⁶. La Commission a constaté, dans un rapport publié en 2009⁸⁷, d'importantes disparités de santé enregistrées aussi bien à l'échelle de la population mondiale, entre différents pays, qu'à l'échelle de la population nationale. Elle affirmait alors que l'état de santé coïncidait au « gradient social » de la population : plus la situation socio-économique est précaire, moins la santé est bonne. Malgré une place secondaire attribuée dans ces travaux aux problèmes environnementaux et leur contribution aux inégalités de santé, la Commission rappelait l'urgence d'agir sur l'habitat insalubre, la pollution de l'air et le réchauffement climatique, particulièrement en milieu urbain. L'une des idées principales reprises par Bernard Jomier de ces travaux concerne les inégalités environnementales de santé⁸⁸. S'appuyant sur les travaux de l'OMS, il part du constat que les inégalités environnementales ne se limitent pas aux inégalités d'exposition aux polluants⁸⁹. La dimension sociale de ces inégalités ne peut être négligée et il est, pour lui, primordial d'identifier et comprendre les processus sociaux qui les induisent.

Les inégalités de santé à caractère environnemental sont un phénomène plus large qui a été étudié aux États-Unis dès les années 1970, en particulier par des

⁸⁶ Les dix-neuf membres de la Commission des Déterminants sociaux de la Santé : le Président Michelle Marmot (Professeur d'épidémiologie et de santé publique à l'University College de Londres), Frances Baum, Monique Bégin, Giovanni Berlinguer, Mirai Chatterjee, William H. Foege, Yan Guo, Kiyoshi Kurokawa, Ricardo Lagos Escobar, Alireza Marandi, Pascoal Mocumbi, Ndioro Ndiaye, Charity Kaluki Ngilu, Hoda Rashad, Amartya Sen, David Satcher, Anna Tibajuka, Denny Vågerö et Gail Wilensky.

⁸⁷ Marmot, Michael *et al.* 2009. « Comblent le fossé en une génération : instaurer l'équité en santé en agissant sur les déterminants sociaux de la santé : rapport final de la Commission des Déterminants Sociaux de la Santé ». Genève : OMS.

⁸⁸ Dans l'édito du Plan Parisien de Santé Environnemental, Bernard Jomier se réfère aux travaux de la Commission des Déterminants Sociaux de la Santé de l'OMS.

⁸⁹ Mairie de Paris. 2015. « Plan Paris Santé Environnement ». Paris.

environmental justice studies, dans un contexte de revendications socio-raciales pour la justice environnementale concernant la surexposition de certains groupes ethniques aux pollutions industrielles. En Europe, ce même mouvement a pris la forme d'un appel à « l'équité en santé », promu en particulier par l'OMS, où la réduction des inégalités passe par l'intervention étatique plutôt qu'une action judiciaire au titre de réparation du préjudice subi par le groupe concerné (Durand et Jaglin, 2012).

Alors que le Plan Paris Santé Environnement est en cours de rédaction, des questions se posent quant à l'avenir du Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène de la ville de Paris, situé dans l'Institut George Eastman (13^e arrondissement de Paris) (**figure 2**)⁹⁰.

Figure 2 - Service Parisien de Santé Environnementale⁹¹



⁹⁰ Ce site historique a été inauguré en 1937 comme centre de soin bucco-dentaire pour les enfants défavorisés, suite à une donation de George Eastman (inventeur de la pellicule photographique en rouleau et fondateur de la marque Kodak). Le Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris et le Laboratoire d'étude des particules inhalées y ont été implantés depuis 1991.

⁹¹ Photographie personnelle du 9 juillet 2019.

Créé en 2008, le Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène regroupe les laboratoires et services d'hygiènes municipaux, comme le Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris, le Laboratoire d'étude des particules inhalées, le Service municipal d'actions de salubrité et d'hygiène et la cohorte de nouveau-nés Paris. Bien que le Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène offrît un service de qualité, plusieurs facteurs ont remis en cause ses activités⁹². D'une part, le bureau a perdu certaines activités au profit d'autres acteurs publics, comme celle de mesure de la pollution de l'air et du contrôle de la qualité de l'eau des piscines. D'autre part, les différentes structures n'étaient pas suffisamment intégrées au sein du bureau, ce qui s'est traduit par un déploiement de ses activités (réalisées pour la ville de Paris, des clients publics et privés) sans aucune priorisation.

En 2013, George Salines (médecin de santé publique et ancien directeur du Département Santé Environnement à l'Institut de Veille Sanitaire), succède à Fabien Squinazi au poste de chef du Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène de la ville de Paris (**tableau 4**). Dès son arrivée, sa mission principale est de réfléchir sur le devenir du bureau. Pour lui, la ville de Paris avait alors un choix à faire : recourir à des experts privés ou maintenir et développer les compétences de ses propres laboratoires. Il raconte lors d'un entretien :

« Quelques années avant ma prise de fonction au sein de la sous-direction de la santé s'était créé un Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène. On avait rattaché à ce bureau trois structures : le Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris, le Laboratoire d'étude des particules inhalées et le Service municipal d'actions de salubrité (SMASH). Donc, deux laboratoires de taille très différente, puisque le Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris c'était presque 100 personnes, alors que les Particules inhalées c'était moins d'une vingtaine de personnes. Et puis, ce service municipal, le SMASH, était une entreprise de dératification, de désinsectisation interne, prestataire interne à la ville de Paris qui répondait aux inspections. Quand je suis venu, j'avais pour mission de réfléchir sur le devenir de cette organisation, avec quand même un grand point

⁹² Directeur de l'action sociale, de l'enfance et de la santé. 2015. « Note à l'attention du Secrétaire général de la ville de Paris. Propositions d'évolution du Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène ». Paris.

d'interrogation sur le fait de savoir si la ville de Paris devait garder en interne tous ces laboratoires, ou bien de faire comme ont fait toutes les autres villes, c'est-à-dire commander les analyses à l'extérieur »⁹³.

Tableau 4 - Parcours de Georges Salines

Georges Salines, diplômé en 1983 du doctorat de médecine à l'Université de Montpellier, suit en 1984 une formation des médecins inspecteurs de santé publique à l'École Nationale de Santé Publique à Rennes. Il devient d'abord médecin inspecteur de santé publique dans les Pyrénées, puis aux Antilles Guyane. Il part en 1993 en Égypte, en tant qu'expert, pour développer la coopération franco-égyptienne en matière de santé. Il rentre en 1998 en France pour assurer le poste de médecin inspecteur régional adjoint à la Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales d'Île-de-France. Il s'investit alors dans l'étude des problèmes de santé environnementale, notamment le problème du saturnisme chez les enfants en Île-de-France. Il est recruté en 2001 par l'Institut de Veille Sanitaire (InVS) comme médecin épidémiologiste pour développer les programmes de surveillance du saturnisme chez les enfants et des intoxications au monoxyde de carbone. Il devient en 2003 adjoint au directeur du Département Santé Environnement à l'InVS pour prendre en 2006 la direction de ce même département.

Depuis 2008, Georges Salines est membre du Conseil d'Administration de la Société Francophone de Santé et Environnement. Il y apprend que Fabien Squinazi (chef du Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène de la ville de Paris) prévoit de partir à la retraite et cherche son successeur. Après douze ans passés à l'InVS, Georges Salines décide de présenter sa candidature au poste de chef du bureau. En 2013, il est recruté en 2013 comme chef de Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène. Quatre ans plus tard, il décide de partir en pré-retraite. Il est alors remplacé par Agnès Lefranc qui était la directrice du Département Santé Environnement à l'InVS.

Pour répondre à l'ensemble des interrogations, toute la structure du Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène est alors mise à plat. La ville de Paris crée un comité de pilotage qui engage début 2014 un dialogue avec les agents du Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène et des directions de la ville bénéficiant des services du bureau. L'objectif est d'identifier les points forts et faibles de l'activité du bureau pour formuler des propositions de restructuration. Cette démarche est complétée par un avis externe de Deloitte, un cabinet d'audit et de conseil. Le Directeur de l'action sociale, de l'enfance et de la santé propose, dans une note rédigée à l'attention du

⁹³ Entretien du 1^{er} juin 2018, réalisé à Paris avec Georges Salines, chef du Service Parisien de Santé Environnementale (2013-2019).

Secrétaire général de la ville de Paris, de recentrer les activités du bureau autour de trois orientations stratégiques : (1) répondre de manière prioritaire aux besoins de la ville de Paris, (2) privilégier les activités d'expertise à celles de surveillance de routine et (3) appuyer la mise en œuvre du Plan Paris Santé Environnement⁹⁴.

La première orientation, vise à accorder la priorité aux requêtes d'expertise venant des directions de la ville de Paris au détriment de celles formulées par d'autres acteurs publics et privés. Pour autant, le Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène compte préserver des liens avec des partenaires publics et associatifs pour élargir ses compétences et affirmer sa place dans le domaine de la santé environnementale. La deuxième orientation a pour objectif de positionner les ingénieurs du bureau comme experts capables d'assurer une aide à la décision et non pas simplement une surveillance de routine. Dans ce but, il est décidé de développer de nouvelles compétences en matière de conseil, de l'observation et de l'éducation en santé environnementale et d'externaliser les activités de surveillance de routine qui, impliquant un nombre important de prélèvements et d'analyses, saturait les capacités des laboratoires⁹⁵. Le bureau cesse alors les prestations gratuites d'analyse des Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), réalisée par le Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris pour Airparif, et des interventions payantes de dératisation et désinsectisation, effectuées pour les clients privés. La troisième orientation, vise à renforcer le conseil et l'expertise municipale dans le domaine de la santé environnementale. Lors d'un entretien, Georges Salines remarque que si la Maire de Paris comptait mener une politique de santé environnementale, elle avait besoin d'experts proches du terrain qui connaissaient l'organisation et le fonctionnement de la ville de Paris. Il indique :

« On est arrivé à la conclusion que [...] si elle [la Maire de Paris] voulait mettre en œuvre la politique de santé environnement, elle avait besoin d'une expertise, de gens capables de donner des conseils sur les différents sujets qu'elle

⁹⁴ Directeur de l'action sociale, de l'enfance et de la santé. 2015. « Note à l'attention du Secrétaire général de la ville de Paris. Propositions d'évolution du Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène ». Paris.

⁹⁵ *Ibidem*.

souhaitait traiter. Et que la meilleure manière de trouver cette expertise c'était d'utiliser ce qui était vraiment une force, c'est-à-dire les gens de terrain qui avaient l'habitude d'aller faire des prélèvements dans les piscines pour chercher les légionelloses, etc. C'était vraiment une richesse unique en France, et ça, ce serait une erreur de s'en séparer et de renvoyer toute cette activité du laboratoire à l'extérieur pour ne garder que les experts qui seraient coupés du terrain. Mais que par contre il fallait vraiment sortir de cette logique qui était qu'on avait les gens qui étaient utilisés pour répondre à la demande [...]. Ce serait paradoxal si, au moment où la ville de Paris affichait la santé environnementale comme une priorité, elle démantelait ses services de santé-environnement »⁹⁶.

L'adoption du Plan Paris Santé Environnement participe à conserver et à restructurer le Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène. Le 19 septembre 2016, le Conseil de Paris crée une nouvelle entité, le Service Parisien de Santé Environnementale qui vient remplacer l'ancien bureau. Le nouveau service est composé de trois laboratoires (le Laboratoire des polluants chimiques, le Laboratoire micro-organismes et allergènes, le Laboratoire amiante, fibres et particules), ainsi que de trois départements (le Département faune et action de salubrité, le Département des activités scientifiques transversales et le Département support). Pour le directeur de l'action sociale, de l'enfance et de la santé, l'objectif d'une telle organisation est de remplacer la structure d'un bureau qui pilote quatre établissements différents (le Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris, le Laboratoire d'étude des particules inhalées, le Service municipal de la salubrité et d'hygiène et la cohorte de nouveau-nés Paris) par une structure plus horizontale avec un nombre d'échelons hiérarchiques réduit⁹⁷. Un an après sa création, le service était composé de 163 agents, dont 153 des filières techniques, ouvrière et médico-sociales (ingénieurs hygiénistes hydrologues, chargés de mission, techniciens de laboratoire, personnels de maîtrise, secrétaires médico-sociales,

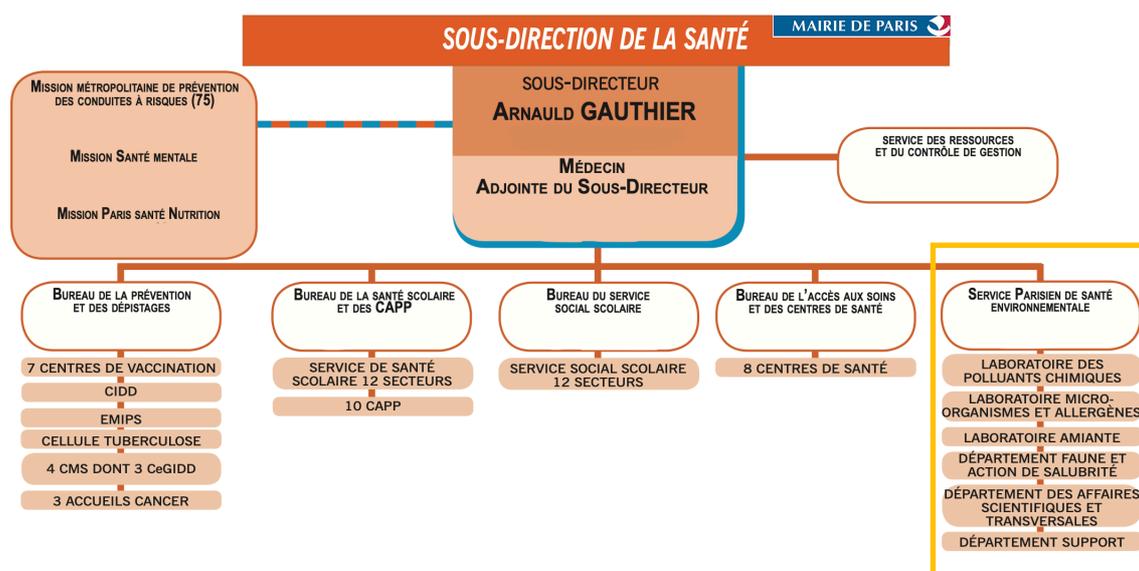
⁹⁶ Entretien du 1^{er} juin 2018, réalisé à Paris avec Georges Salines, chef du Service Parisien de Santé Environnementale (2013-2019).

⁹⁷ Directeur de l'action sociale, de l'enfance et de la santé. 2015. « Note à l'attention du Secrétaire général de la ville de Paris. Propositions d'évolution du Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène ». Paris.

adjoints techniques eau et assainissement et personnels techniques), 3 médecins, 1 vétérinaire, 1 entomologiste médicale et 5 agents de la filière administrative⁹⁸.

Le Service Parisien de Santé Environnementale n'est pas un établissement d'expertise indépendant de la ville de Paris. Il exerce ses activités principalement pour le compte des directions de la ville de Paris et ne peut être saisi par d'autres collectivités ou institutions que lorsqu'une convention est établie avec la ville de Paris. Le service est rattaché à la Sous-Direction de la Santé (**figure 3**) qui fait partie de la Direction de l'Action Sociale, de l'Enfance et de la Santé de la ville de Paris (**figure 4**). Son adjoint de référence est l'adjoint à la Maire de Paris en charge de la Santé, du handicap et des relations avec l'AP-HP. Bernard Jomier occupe ce poste dès les élections municipales de 2014 et jusqu'à son élection au Sénat en 2017, date à laquelle l'écologiste Anne Souyris le remplace. Le cabinet d'adjoint peut faire appel à l'expertise du service pour appuyer leurs projets ou pour répondre à des vœux concernant la santé environnementale qui ont été présentés par la majorité d'opposition au Conseil de Paris. D'autres adjoints peuvent saisir le service lorsque leurs projets touchent, même indirectement, aux problèmes de santé environnementale⁹⁹.

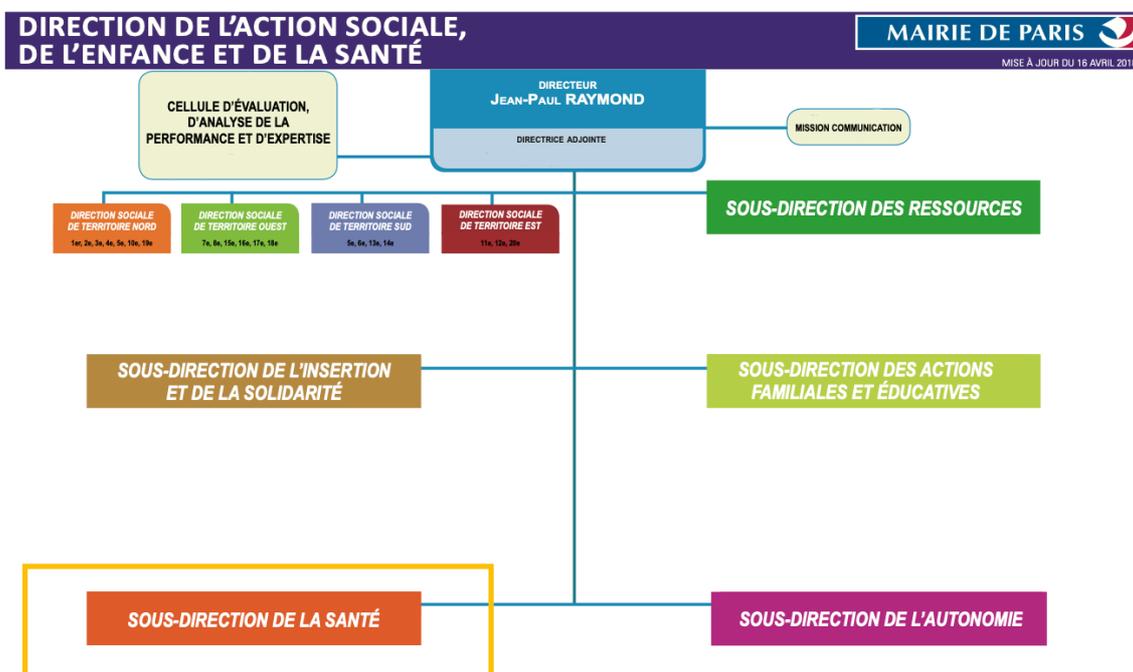
Figure 3 - Organigramme de la Sous-Direction de la Santé



⁹⁸ SPSE. 2017. « Rapport d'activité 2017 ». Paris.

⁹⁹ Ville de Paris. s. d. « Santé environnementale ». Dernière consultation le 18 août 2020, <https://www.paris.fr/pages/sante-environnementale-2082>.

**Figure 4 - Organigramme de la Direction de l'Action Sociale,
de l'Enfance et de la Santé**



La création en 2016 du Service Parisien de Santé Environnementale devient un élément structurant dans la transition de l'hygiène à la santé environnementale, et dans la reconversion des ingénieurs hygiénistes hydrologues de l'une à l'autre. Cette reconversion s'institutionnalise, deux ans plus tard, par la réforme du statut applicable au corps des ingénieurs cadres supérieurs d'administrations parisiennes¹⁰⁰. Avec cette réforme, ces ingénieurs du Service Parisien de Santé Environnementale intègrent officiellement ce corps¹⁰¹ avec la spécialité en santé publique et environnement. Leur mission consiste à concevoir, élaborer et évaluer des politiques publiques dans le domaine de la santé environnementale¹⁰². Ils s'occupent dans ce cadre de la veille en santé environnementale, de la réalisation et de la rédaction des rapports d'études, de la gestion du personnel, de l'animation des équipes, de la rédaction des cahiers des charges

¹⁰⁰ Le Conseil de Paris. 2018. « Extrait du registre des délibérations. 2018 DRH 7 Statut particulier du corps des ingénieurs et architectes, cadres supérieurs d'administrations parisiennes ». Paris.

¹⁰¹ Le corps des ingénieurs et architectes d'administrations parisiennes a regroupé les ingénieurs des travaux, ingénieurs de l'économie et ingénieurs hygiénistes-hydrologues.

¹⁰² *Ibidem*.

et du choix de fournisseurs¹⁰³. Ainsi, les ingénieurs hygiénistes hydrologues sont positionnés au cœur des problématiques de santé environnementale. Lors de l'entretien, la directrice du Laboratoire des Polluants Chimiques remarque que la création du Plan Paris Santé Environnement a dissipé un ensemble d'inquiétudes des ingénieurs hygiénistes sur une potentielle privatisation des activités du Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène. Elle raconte :

« On est au cœur de la thématique santé environnement pollution. On est positionné sur les sujets qui sont importants pour la ville. Souvent se pose pour nous la question... on est le dernier laboratoire d'analyse municipal en France, et beaucoup de services sont privatisés. Donc voilà, c'est toujours une inquiétude pour les équipes pour savoir qu'est-ce qu'on va faire de nous. Voilà ce que ça change pour nous, c'est qu'on est au cœur d'une thématique importante pour la ville, on est là et on va sûrement y rester encore. C'était rassurant pour notre travail »¹⁰⁴.

J'arrive sur ce terrain de recherche en avril 2018, après la récente restructuration du Service Parisien de Santé Environnementale. Malgré l'adoption du Plan Paris Santé Environnement, les principales missions des laboratoires n'ont pas réellement changé. Le premier, le Laboratoire des polluants chimiques, mesure et analyse des polluants chimiques et contaminants dans des environnements extérieurs et intérieurs. Il réalise des campagnes ponctuelles de mesure de la pollution de l'air extérieur dans le cadre de nombreux projets d'urbanisme et de réaménagements de la voirie à Paris. J'ai eu l'occasion, au cours de mon enquête de terrain, d'accompagner les ingénieurs de ce laboratoire qui ont alors été chargés d'évaluer l'impact sur la qualité de l'air que pourrait avoir un potentiel agrandissement des trottoirs de la rue Charonne dans le 11^e arrondissement de Paris (**figures 5 et 6**). Une telle évaluation n'est pas effectuée pour chaque projet de réaménagement de la voirie. Le Laboratoire des polluants chimiques peut aussi être amené à mesurer la qualité de l'air intérieur dans les bâtiments municipaux (logements, bureaux, piscines, crèches et écoles, etc.) ou logements

¹⁰³ Bureau du recrutement. 2020. « Concours pour l'accès au corps des ingénieur.es et architectes d'administrations parisiennes. Spécialité santé publique et environnement ». Paris.

¹⁰⁴ Entretien du 24 mai 2017, réalisé à Paris avec la directrice du Laboratoire des Polluants Chimiques.

individuels sur prescription médicale. Un exemple récent d'une telle mesure a été la campagne de mesure de la pollution de l'air intérieur et extérieur dans les écoles et crèches municipales réalisé en collaboration avec Airparif de septembre à juillet 2020.

Figure 5 - Station de mesure de la pollution de l'air installée par le Laboratoire des polluants chimiques sur la rue de Charonne à Paris¹⁰⁵



Le second laboratoire, le Laboratoire micro-organismes et allergènes mesure et analyse les contaminants biologiques microscopiques (bactéries dont légionelloses, virus, parasites, moisissures, endotoxines bactériennes et pollens) qui sont présents dans différents milieux, comme par exemple l'air intérieur. La mission du troisième et dernier laboratoire, Le Laboratoire amiante, fibres et particules, consiste à identifier et quantifier : (1) des fibres naturelles (entre autres l'amiante) et artificielles, (2) des particules non fibreuses (y compris les nanoparticules) dans l'environnement (air et matériaux) et (3) des biomarqueurs de ces derniers dans les prélèvements biologiques.

¹⁰⁵ Photographies personnelles du 6 juin 2018.

Figure 6 - Test d'élargissement des trottoirs de la rue de Charonne à Paris¹⁰⁶



S'agissant des missions des trois départements du Service Parisien de Santé Environnementale, le premier, le Département des activités scientifiques transversales est chargé de la coordination et l'organisation de projets transversales dans le domaine de la santé environnementale impliquant l'intervention de plusieurs laboratoires ou départements du service. Ce département a été conçu comme un département d'expertise et d'aide à la décision dans le domaine de la santé environnementale¹⁰⁷. Ainsi, il s'est vu confier la tâche du suivi des avancées des seize fiches d'action du Plan Paris Santé Environnement. Plus largement, son activité englobe l'observation et l'éducation à la santé environnementale, la recherche (cohorte de nouveau-nés Paris), l'évaluation des risques issus des sites et sols pollués, le conseil en environnement intérieur sur prescription médicale et l'Évaluation d'impact sur la santé (EIS). Le Directeur de l'action sociale, de l'enfance et de la santé remarque, dans une note

¹⁰⁶ Photographie personnelle du 6 juin 2018.

¹⁰⁷ Service Parisien de Santé Environnementale. 2017. « Rapport d'activité 2017 ». Paris.

adressée à l'attention du Secrétaire général de la ville de Paris, que l'objectif de ce département est d'augmenter la visibilité de la ville de Paris dans le champ d'expertise scientifique en santé environnementale. Il indique :

« Dans le cadre de ces différentes missions, le BSEH [Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène] aurait pour vocation à développer des compétences transversales à forte plus-value scientifique dans les domaines de l'éducation à la santé, de la formation professionnelle (notamment au profit des agents de la ville), de la recherche ou de la communication afin d'asseoir le rayonnement métropolitain et national de Paris dans le champ de la santé environnementale. La réponse à des appels à projet, en partenariat avec des équipes de recherche, devrait ainsi être maintenue et encouragée »¹⁰⁸.

Le second, le Département faune et action de salubrité, intervient au sujet de risques sanitaires pour la faune, notamment les rongeurs et insectes. Ce département peut également intervenir sur réquisition de la Préfecture de Police pour désinfecter des lieux après la découverte d'un cadavre. Le dernier département, le Département support, assure des tâches administratives du Service Parisien de Santé Environnementale qui jusqu'alors étaient coordonnées par chacun des laboratoires.

J'ai réalisé une grande partie de mon enquête de terrain au sein du Département des activités scientifiques transversales qui est constitué de six pôles : l'Observatoire de la santé environnementale, l'Éducation à la santé environnementale, la cohorte de nouveau-nés Paris, les sites et sols pollués, la cellule santé habitat et l'Évaluation d'impacts sur la santé (**figure 7**). Son équipe a été formée en septembre 2016, suite à la création du Service Parisien de Santé Environnementale. Elle compte quatorze personnes (onze femmes et trois hommes) qui ont été recrutées en majeure partie par promotion interne. Ce département se situe au deuxième et dernier étage de l'Institut George Eastman, bâti sous forme de mezzanine bordée d'une balustrade qui surplombe le couloir du premier étage. Il a été agencé en open space avec la distribution des

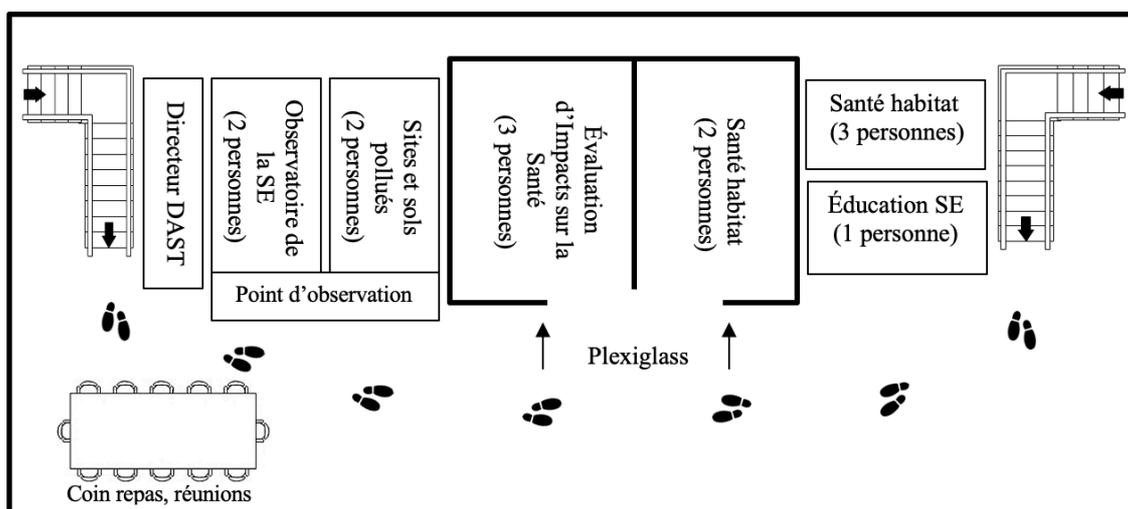
¹⁰⁸ Directeur de l'action sociale, de l'enfance et de la santé. 2015. « Note à l'attention du Secrétaire général de la ville de Paris. Propositions d'évolution du Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène ». Paris.

espaces propres à chacun des pôles (**figure 8**). Lors de mon arrivée sur ce terrain d'enquête, le bureau qui m'est accordé se situe à proximité de l'Observatoire de la Santé Environnementale et du pôle Sites et Sols Pollués.

Figure 7 - La structure du Département des activités scientifiques transversales



Figure 8 - Plan du Département des activités scientifiques transversales



L'un des pôles du Département des activités scientifiques transversales est la cohorte de nouveau-nés Paris. Elle a été créée par Isabelle Momas (**tableau 5**) qui, dans le contexte d'une augmentation du nombre de cas d'asthme et d'allergies chez les jeunes enfants, sollicite Alain Lhostis (Adjoint au Maire de Paris chargé de la santé) pour mettre en place une cohorte de nouveau-nés parisiens. Son idée est alors de suivre la survenue de pathologies respiratoires et de réactions allergiques pour étudier d'éventuels liens de causalité avec le mode et le cadre de vie des enfants parisiens, en particulier la pollution de l'air intérieur et extérieur. Très vite, l'adjoint adhère à sa

demande. Le recrutement des enfants pour la cohorte de nouveau-nés Paris débute en 2003 et va durer près de trois ans. Isabelle Momas détaille :

« On était quand même dans la plus grosse agglomération en France, avec des niveaux de pollution qui diminuent au fil du temps, mais qui étaient quand même non négligeables. Et puis, on était dans un contexte, quand même, où les publications scientifiques faisaient état d'une augmentation très importante, depuis vingt ans, du nombre des allergies. Il y avait un doublement de la fréquence des allergies. C'était des constats qui étaient établis et publiés dans la littérature scientifique internationale. Cette littérature rejoignait des constats des cliniciens pour qui il y avait de plus en plus de cas diagnostiqués d'allergies. À ce moment-là, on était dans un contexte idéal pour pouvoir tester si la pollution atmosphérique influait sur le développement de ces allergies. Et puis, on avait éprouvé la nécessité de voir au fil du temps, comment les enfants, et combien de ces enfants développaient d'allergies. »¹⁰⁹

La cohorte de nouveau-nés Paris est rattachée au Département des activités scientifiques transversales. Cependant, le Service Parisien de Santé Environnementale n'assure que la partie administrative de la gestion du projet. L'équipe de recherche est située à la Faculté de Pharmacie de l'Université Paris Descartes (aujourd'hui l'Université Paris Cité). Elle est composée d'une quinzaine de chercheurs et d'étudiants : deux professeurs, trois maîtres de conférences, une clinicienne, trois membres du service de santé des armées (métrologues et toxicologues), une secrétaire, deux doctorants et quatre étudiants de master. Elle jouit d'une pleine indépendance scientifique concernant la recherche et la publication scientifique.

¹⁰⁹ Entretien du 17 avril 2018 avec Isabelle Momas, professeur en épidémiologie environnementale à l'Université Paris Descartes.

Tableau 5 - Parcours d'Isabelle Momas¹¹⁰

Isabelle Momas, professeure en épidémiologie environnementale à l'Université Paris Descartes (aujourd'hui l'Université Paris Cité) et dernière présidente du conseil scientifique de l'Agence nationale de sécurité de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). Elle réalise une maîtrise en biomathématique statistique (équivalent du bac +4) à l'Université de Bordeaux, puis un diplôme d'études approfondies (DEA) en Métrologie des Polluants dans l'Alimentation et l'Environnement (équivalent du bac +5) à l'Université Montpellier 1. Elle soutient en 1986 une thèse d'exercice en pharmacie à l'Université Montpellier 1 qui porte sur le « protocole d'enquête cas-témoins sur les cancers vésicaux dans l'Hérault ». Quatre ans plus tard, elle soutient une thèse de doctorat en hydrologie, hygiène et environnement à l'Université Montpellier 1 qu'elle réalise sous la direction de Jean Bontoux (professeur d'hygiène et d'hydrologie et directeur du département des sciences de l'environnement et santé publique à la faculté de pharmacie de Montpellier). Sa thèse s'intitule alors « Épidémiologie du cancer de la vessie dans l'Hérault : enquête cas-témoins ».

Après sa thèse, Isabelle Momas obtient un poste de maître de conférences à la faculté de pharmacie des sciences pharmaceutiques et biologiques de l'Université Paris Descartes. Son objectif est d'y développer des enseignements en épidémiologie. Elle travaille alors avec Bernard Festy (professeur à la faculté de pharmacie des sciences pharmaceutique et biologique à l'Université Paris Descartes et directeur du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris). Sa collaboration étroite avec Bernard Festy la conduit à développer des activités d'épidémiologie à visée décisionnelle. Ainsi, elle a mis en place des études en partenariat avec des services municipaux de la protection maternelle et infantile. Dès 1992, elle intègre le conseil scientifique de l'étude d'Évaluation des risques de la pollution urbaine sur la santé (ERPURS).

Elle succède en 1996 au poste de Bernard Festy qui, après une longue carrière universitaire, part à la retraite. Isabelle Momas oriente alors toute l'activité de son équipe de recherche sur l'épidémiologie environnementale. Aujourd'hui, elle est co-responsable de deux masters à la faculté de pharmacie de l'Université Paris Cité : Master 1 Santé publique et Master 2 Santé Publique et risques sanitaires liés à l'environnement général (SPREg). Elle a dirigé au total vingt-et-une thèses de doctorat.

De 2000 à 2006, Isabelle Momas a été présidente de la section des milieux de vie du Conseil supérieur d'hygiène publique. En 2003, elle a co-présidé la Commission d'orientation du 1^{er} Plan national santé environnement dont la mission a été d'élaborer un diagnostic et de préconiser un plan d'action dans le domaine de la santé environnementale. De 2007 à 2011, elle a été vice-présidente du 1^{er} Haut conseil de santé publique. Depuis 2015, elle est vice-présidente du Conseil National de l'Air. Elle co-anime, depuis sa création en 2017, la 6^e section de l'Académie nationale de Pharmacie : Sciences appliquées à la santé environnementale. Le 23 janvier 2017, elle a été nommée présidente du Conseil scientifique de l'ANSES.

¹¹⁰ ANSES. 2017. « Professeur Isabelle Momas nommée présidente du Conseil scientifique de l'ANSES [Communiqué de presse] ». Maisons-Alfort.

Isabelle Momas et son équipe de recherche développent un modèle physico-chimique de dispersion de polluants atmosphériques qui modélise, à partir de données de mesure de la pollution de l'air produites par Airparif, l'exposition à l'oxyde d'azote (NO_x), un traceur de la pollution automobile. Alors que de nombreuses études se sont intéressées à l'exposition des enfants à la pollution de l'air dans leur domicile, ce modèle tient compte d'un cumul d'expositions des enfants dans leurs différents cadres de vie, comme leur domicile, lieu de garde et de scolarisation. Ainsi, l'estimation de l'exposition des enfants est relativement fine et précise. Isabelle Momas explique lors d'un entretien :

« [La] modélisation de l'exposition est une des questions-clés en épidémiologie environnementale, puisque c'est la qualité de l'évaluation de l'exposition qui conditionne la qualité des résultats qu'on peut par la suite obtenir, et en particulier toute la relation dose – réponse qu'on est amené à établir. On a un modèle d'exposition à la pollution liée au trafic qui est un modèle physico-chimique de dispersion de polluants, le modèle assez précis qui nous permet de suivre l'exposition au fil du temps des enfants et le cumul de leur exposition dans leurs différents lieux de vie »¹¹¹.

L'un des résultats phares de la cohorte de nouveau-nés Paris a été de montrer que la pollution de l'air peut induire la survenue de l'asthme chez les enfants parisiens, alors que la littérature scientifique avait seulement mis en évidence une aggravation des symptômes respiratoires par la pollution de l'air. Isabelle Momas souligne que :

« [...] La littérature a déjà pu montrer que la pollution peut aggraver les maladies asthmatiques. Cependant, ce qui était moins clair était le fait qu'elle contribue au développement de la maladie asthmatique »¹¹².

Alors que la cohorte de nouveau-nés Paris est rattachée au Département des activités scientifiques transversales, les collaborations entre les épidémiologistes de la

¹¹¹ Entretien du 17 avril 2018 avec Isabelle Momas, professeur en épidémiologie environnementale à l'Université Paris Descartes, et Fanny Rancière, maître de conférences en santé publique à l'Université Paris.

¹¹² *Ibidem*.

cohorte de nouveau-nés Paris et les ingénieurs du Service Parisien de Santé Environnementale sont très limitées. Et pourtant, la relation entre ces deux groupes d'acteurs est relativement ancienne. Elle a été développée dans les années 1990 par Bernard Festy (professeur d'hygiène et de santé publique à l'Université Paris Descartes et directeur du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris) qui a circulé et maintenu les échanges entre ces deux mondes jusqu'à son départ en retraite. Après son départ, les relations entre les épidémiologistes de l'Université Paris Descartes et les ingénieurs hygiénistes s'étiolent. Aujourd'hui, les deux groupes d'acteurs échangent très peu. Le deuxième et le troisième chapitres de cette thèse tenteront d'en comprendre les raisons.

Ce manque de liens entre les épidémiologistes de la cohorte de nouveau-nés Paris et les ingénieurs du Service Parisien de Santé Environnementale a des conséquences majeures. Je constate au cours de mon enquête de terrain que les ingénieurs du service ont tendance à travailler davantage avec les ingénieurs d'Airparif qu'avec les épidémiologistes parisiens. Par conséquent, les outils d'aide à la décision qu'ils produisent s'appuient essentiellement sur les données métrologiques de certains polluants atmosphériques et non pas sur des données sanitaires. Les données sanitaires concernant les pathologies environnementales sont clairement absentes de ces outils, malgré la disponibilité de certaines données sanitaires à l'échelle de la ville de Paris. Des savoirs censés appuyer les politiques municipales de lutte contre la pollution de l'air à Paris se retrouvent fragmentés en deux champs d'études : les savoirs sanitaires et les savoirs métrologiques. Ainsi, les deux groupes d'acteurs produisent chacun de leur côté des savoirs sur seulement un aspect du problème.

Bien que sophistiqués, les savoirs de la cohorte de nouveau-nés Paris sont très peu exploités par les autorités municipales dans la gestion du problème de la pollution de l'air à Paris. Ces savoirs servent plutôt à conforter l'action municipale mise en place sur le problème qu'à la produire. Après avoir réalisé des entretiens avec les conseillers du cabinet d'adjoint au transport et du cabinet d'adjoint à la santé, je constate que les conseillers connaissent les travaux des épidémiologistes, mais ne les utilisent pas dans la définition de politiques municipales. Isabelle Momas et son équipe de recherche sont régulièrement invitées par la ville de Paris à des conférences pour présenter leur travail.

L'une de ces conférences était le colloque sur la pollution de l'air et ses impacts sur la santé organisé le 5 avril 2018 par Anne Hidalgo dans le cadre de la semaine de la santé environnementale. Cependant, ces savoirs n'ont pas débouché sur la définition de nouvelles politiques municipales concernant l'exposition des enfants à la pollution de l'air, y compris dans les écoles et crèches parisiennes. Lors d'un entretien, Isabelle Momas souligne qu'il existe un important décalage entre la production de résultats scientifiques et la mise en place de l'action publique. Elle reconnaît conforter l'action publique sans forcément l'induire :

« [...] avec le décalage qu'il y a dans la production des résultats, c'est compliqué [...]. On a quand même documenté le nombre d'expositions et on a conforté les pouvoirs publics dans les différentes mesures qui ont été prises sans qu'on puisse dire que c'est l'une qui est plus efficace que l'autre, parce que c'est une conjonction de mesures qui sont intervenues dans cette période-là »¹¹³.

Depuis une vingtaine d'années, la ville de Paris dispose des connaissances sophistiquées concernant les effets de la pollution de l'air sur la santé de jeunes enfants parisiens. Pourtant, elle ne s'en sert pas pour prendre en charge le problème. Les autorités municipales ont plutôt tendance à réagir sur le problème de la pollution de l'air à la suite d'un scandale révélé par les associations suite à la publication d'une étude scientifique qu'elle a financé. Un bon exemple de cette dynamique a été la publication d'une carte de la pollution de l'air dans les établissements scolaires (crèches, écoles, collèges et lycées) en Île-de-France, publiée par l'association Respire. Cette carte, réalisée à partir de données météorologiques mises à disposition en open data par Airparif, a enregistré un excès des normes légales de dioxyde d'azote ($40\mu\text{g}/\text{m}^3$) dans 682 établissements scolaires, dont 548 à Paris, 125 en petite couronne et 9 en grande couronne¹¹⁴. Quant aux particules, les normes légales des PM_{10} ($40\mu\text{g}/\text{m}^3$) sont dépassées dans une école primaire et celles des $\text{PM}_{2,5}$ ($25\mu\text{g}/\text{m}^3$) dans aucun établissement scolaire. Le nombre d'établissements exposés aux dépassements

¹¹³ Entretien du 17 avril 2018 avec Isabelle Momas, professeur en épidémiologie environnementale à l'Université Paris Descartes, et Fanny Rancière, maître de conférences en santé publique à l'Université Paris.

¹¹⁴ Respire. 2019. « Pollution de l'air dans les écoles ». Paris.

particulaires change de manière diamétrale lorsque Respire intègre à la carte les seuils de recommandations de l’OMS. Ainsi, sur 12 520 établissements existants en Île-de-France, 11 427 dépassent les recommandations pour des PM_{2,5} (10µg/m³) et 6 257 celles des PM₁₀ (20µg/m³).

La carte publiée par l’association Respire a induit la mise en place d’un ensemble de mesures de lutte contre la pollution de l’air dans les établissements scolaires à Paris, notamment un programme de mesure de la pollution de l’air dans les écoles et la piétonisation en 2020 de 168 rues aux abords des écoles parisiennes¹¹⁵. Ces actions n’ont été mises en place qu’en 2020, alors que la ville de Paris dispose depuis une dizaine d’années des données bien plus fines de la cohorte de nouveau-Paris qui ont montré les effets néfastes de la pollution de l’air sur la santé des enfants (y compris sur leur lieu de scolarisation). La ville de Paris finance et accumule la production de nombreux savoirs qui ne sont pas forcément utilisés dans la définition de politiques municipales.

3. Conclusion du chapitre

Ce chapitre a montré comment le problème de la pollution de l’air a été au cœur du renouvellement de la politique de santé environnementale à Paris. Après son élection, Anne Hidalgo fait de ce problème la priorité de son mandat. Ses actions s’inscrivent dans un mouvement plus large porté par un ensemble de villes globales du réseau *C40 Cities Climate Leadership Group* dans lequel Anne Hidalgo entend jouer un rôle de pionnière en matière de lutte contre la pollution de l’air et le changement climatique. Dans ce cadre, elle établit sa propre politique de santé environnementale dont l’objectif est de réduire les inégalités sociales et environnementales de santé. Le 16 décembre 2015, le Conseil de Paris adopte le Plan Paris Santé Environnement institutionnalisant cette nouvelle politique. La place de l’expertise y est centrale. Elle constitue, à côté de la réduction du trafic automobile, l’un des principaux modes

¹¹⁵ Ville de Paris. 2022. « 168 rues aux écoles dans Paris ». Dernière consultation le 22 août 2022. <https://www.paris.fr/pages/57-nouvelles-rues-aux-ecoles-dans-paris-8197>.

d'action de lutte contre la pollution de l'air à Paris. Ce renouvellement de la politique en santé environnementale participe à conserver le Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène et de lui donner une nouvelle direction. Ce bureau connaît une restructuration importante visant à appuyer cette nouvelle politique. Elle pousse les anciens ingénieurs hygiénistes à faire la transition de l'hygiène à la santé environnementale qui s'institutionnalise en 2018 par la réforme du statut applicable au corps des ingénieurs cadres supérieurs d'administrations parisiennes. Les ingénieurs hygiénistes intègrent ce corps en gardant la spécialité en santé publique et environnement.

Ce chapitre a montré également comment cette nouvelle politique de santé environnementale est le fruit d'une série non coordonnée de mobilisations scientifiques et militantes qui ont participé à mettre à l'agenda municipal le problème de la pollution de l'air. Bien que ne faisant pas partie du même réseau au cours de la dernière décennie, leurs mobilisations se sont légitimées et renforcées mutuellement. Par exemple, la publication par les épidémiologistes des résultats du programme APHEKOM rend tangible l'alerte des médecins généralistes de Paris sur l'augmentation d'un ensemble de pathologies environnementales (asthme, pharyngites, trachéites, toux chroniques, etc.) chez leurs patients. La portée de ces mobilisations est consolidée par la classification en 2012 des gaz d'échappement diesel comme agents « cancérogènes pour l'homme » et la révision en 2011 des seuils de déclenchement de la procédure d'alerte au pic de pollution de l'air en Île-de-France. Le nombre de pics de pollution de l'air augmente mécaniquement qui, désormais considérés comme cancérogènes, propulsent la pollution de l'air au rang du principal problème de santé environnementale à Paris.

Malgré la menace de lourdes amendes financières, ces mobilisations scientifiques et militantes ne débouchent pas sur une réelle prise en charge du problème à l'échelle nationale. L'État entend s'occuper du problème sans mettre en difficulté les intérêts de l'industrie automobile. Ainsi, les mesures proposées par l'État, comme la promotion fiscale de véhicules électriques ou hybrides ou encore la prime à la casse, sont jugées insuffisantes par les groupes mobilisés pour protéger la santé de la population. La priorité de l'État est donnée aux enjeux économiques pouvant être difficilement

surmontés seuls par les groupes mobilisés. Les travaux de Barbara Allen, sur l'excès de pathologies environnementales dans la région industrielle de l'Étang de Berre, suggèrent que la production des savoirs crédibles (y compris par les groupes mobilisés) permet de réduire les « asymétries de savoirs » (*knowledge inequities*) qui, à leur tour, réduisent les « asymétries de pouvoirs » (*power inequities*) entre les groupes mobilisés, les acteurs industriels et les autorités publiques (Allen, 2018). Or, ce chapitre a montré que les « asymétries de pouvoir », et l'inaction publique qui en découle, ne sont pas toujours liées au manque de connaissances scientifiques. Aussi, le « pouvoir » détenu par les autorités publiques et les acteurs industriels peut être plus ou moins fragile à différentes échelles décisionnaires. Ainsi, alors que les mobilisations scientifiques et militantes ne débouchent pas sur le renouvellement de la politique nationale, elles font pression sur de principaux candidats aux élections municipales de 2014 à Paris. Cependant, le transfert de « pouvoirs » ne s'opère pas par la seule production de savoirs crédibles, comme considéré par Barbara Allen. Bien au contraire, la production des savoirs a été couplée à d'autres actions (comme les mobilisations scientifiques et militantes, la pression médiatique et la révision des seuils de déclenchement de la procédure d'alerte) qui participent à mettre le problème de la pollution de l'air à l'agenda des autorités municipales. Ce chapitre a montré aussi que ce transfert de « pouvoir » est volatil ; après la campagne municipale, les actions portées par les groupes mobilisés n'ont plus le même poids dans les discussions avec les autorités municipales.

La restructuration du Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène participe à (re)produire la fragmentation des savoirs sur la pollution de l'air à Paris. Bien que rattachés au même service, les épidémiologistes de la cohorte de nouveau-nés Paris et les ingénieurs hygiénistes continuent à produire chacun de leur côté des savoirs limités à leurs propres questions, instruments et méthodes de recherche. Leurs collaborations sont tout aussi rares ; les ingénieurs du bureau ont davantage l'habitude de travailler avec les ingénieurs d'Airparif qu'avec les épidémiologistes de la cohorte de nouveau-nés Paris. De même, les expertises produites par les ingénieurs se fondent principalement sur les données météorologiques et non pas les données sanitaires. Par conséquent, les savoirs produits au sein du Service Parisien en Santé Environnementale

pour appuyer la politique municipale en santé environnementale sont fragmentés en deux types de savoirs : métrologiques et sanitaires.

Pour mieux saisir cette fragmentation des savoirs et les dynamiques qui l'ont installée, un détour par l'histoire me semble nécessaire, ce à quoi je m'attèle à étudier dans les deux chapitres suivants.

Chapitre 2

Comprendre les configurations contemporaines de la fragmentation des savoirs.

Le rôle du grand smog de Londres

Figure 9 - Le grand smog de Londres, 1952¹¹⁶



¹¹⁶ Farrow, Alan. 2018. *London Smog 1952*. Dernière consultation le 1^{er} septembre 2022. <https://www.flickr.com/photos/116071498@N08/32506838248>.

Après quelques mois d'observation réalisée au sein du Service Parisien de Santé Environnementale, l'enquête de terrain a permis de dégager deux constats. Le premier est que les épidémiologistes de la cohorte de nouveau-nés Paris côtoient très peu les ingénieurs hygiénistes du Service Parisien de Santé Environnementale. Le second est que, dans la production d'expertise en santé environnementale, les ingénieurs hygiénistes n'ont pas recours aux données sanitaires produites par les épidémiologistes. Bien au contraire, les ingénieurs hygiénistes ont tendance à utiliser davantage les données métrologiques de la pollution de l'air que les données sanitaires liées à cette exposition. Ainsi, malgré leur rattachement institutionnel, les deux groupes d'acteurs produisent chacun de leur côté des savoirs qui leur sont propres et qu'ils ont forgés séparément pour rendre compte d'un aspect du problème de la pollution de l'air. Afin de comprendre les interdépendances et les dynamiques observées sur mon terrain d'enquête entre ces deux groupes d'acteurs, il me semble nécessaire d'élargir mon enquête de terrain en réalisant une enquête socio-historique sur la construction de l'expertise sur la pollution de l'air à Paris. En effet, la structuration de l'action publique sur des questions de santé environnementale est souvent le résultat d'une série d'actions passées (Boudia et Jas, 2019). Leur étude donne des clés de lecture nécessaires pour saisir les configurations contemporaines observées sur mon terrain d'enquête.

Pour mener ce travail, je m'appuie en grande partie sur un corpus de travaux dédiés à l'histoire du problème de la pollution de l'air. Ces derniers renvoient à un événement majeur des politiques de la pollution de l'air et à un véritable tournant dans leur conceptualisation et mise en œuvre : le « grand smog de Londres » du 5 décembre 1952, un épisode meurtrier de la pollution de l'air à Londres (Charvolin *et al.*, 2015 ; Frioux, 2013). Ce chapitre étudie les effets du grand smog de Londres sur la structuration des savoirs dans la gestion du problème de la pollution de l'air à Paris. L'objectif est d'analyser, à partir d'un corpus de rapports et d'articles scientifiques, comment le grand smog de Londres de 1952 a débouché sur une mobilisation des ingénieurs hygiénistes du Laboratoire d'hygiène de la Ville de Paris et des chimistes du Laboratoire municipal de la préfecture de police. Mon objectif n'est pas d'écrire l'histoire de la pollution de l'air à Paris, comme cela a pu être fait dans les travaux de Thomas le Roux (2011) ou de Geneviève Massard-Guilbaud (2010). Il s'agit plutôt

d'étudier les effets de longue durée sur la structuration de savoirs (Boudia, 2009). Soraya Boudia souligne, dans ses travaux sur les faibles doses de radioactivité, qu'un problème dispose de caractéristiques propres à une période donnée. Dans la longue durée, ces caractéristiques s'imbriquent et façonnent la manière de l'étudier et de le réguler. Ainsi, analyser « l'épaisseur historique » (Boudia, 2009) de la structuration des savoirs se présente comme une étape indispensable pour comprendre des configurations contemporaines de la fragmentation des savoirs sur le problème de la pollution de l'air.

Ce chapitre analyse, tout d'abord, comment, après le grand smog de Londres de 1952, les ingénieurs hygiénistes du Laboratoire d'hygiène de la Ville de Paris développent un réseau de mesure de la « pollution atmosphérique globale d'environnement », éloigné de toute source directe de pollution atmosphérique. Il étudie, ensuite, comment les chimistes du Laboratoire municipal de la préfecture de police construisent un réseau de mesure de pollution de « voisinage », qu'il est possible d'associer à une source de pollution automobile ou industrielle. Il examine, enfin, les effets de la construction de ces deux réseaux de surveillance sur la prise en charge du problème de la pollution atmosphérique par les autorités publiques et industrielles.

1. Le grand smog de Londres et ses effets.

Le 4 décembre 1952, un anticyclone recouvre la ville de Londres, sans un souffle de vent. Il engendre une inversion de température avec un temps sec et très froid qui piège à faible altitude, tout près du sol, la pollution de l'air émise par le chauffage domestique au charbon, l'industrie du grand Londres et la flotte de 8 000 bus diesel¹¹⁷. Le lendemain, un smog d'une couleur brun-jaunâtre s'installe dans les rues de Londres limitant le champ de vision à seulement quelques mètres¹¹⁸. Il s'est ensuivi, avec un

¹¹⁷ Laskin, David. 2006. « The Great London Smog ». *Weatherwise* 59, n° 6 : 42-45. <https://doi.org/10.3200/WEWI.59.6.42-45>.

¹¹⁸ Rodriguez, Yvonne R. 2014. « Great Smog of London ». Dans *Encyclopedia of Toxicology*, Philip Wexler (éd.), 796-797. Amsterdam et Boston : Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.00027-0>.

décalage de quelques heures, une augmentation considérable du taux de mortalité¹¹⁹. À la fin de la journée, des centaines de personnes sont mortes d'insuffisance cardiaque, d'inflammation des voies respiratoires, de pneumonie ou de suffocation, alors qu'aucune épidémie particulière n'est en cours en Angleterre¹²⁰. Le smog s'accumule à Londres pour ne se dissiper que le 9 décembre 1952 par l'arrivée d'un vent de l'ouest et du sud. Le Grand Smog de Londres laisse peu de doutes quant au lien entre la pollution de l'air et la mortalité¹²¹. Les services médicaux additionnent, quelques semaines après le passage du smog, le nombre de 4 000 décès¹²².

Deux ans après, la ville de Paris est recouverte les 6 et 7 février 1954 par un smog¹²³ d'une odeur acide de soufre brûlé et d'une couleur brunâtre qui réduit considérablement la visibilité des Parisiens¹²⁴. Leurs vêtements sont salis par de nombreuses tâches noires. Les voitures stationnées dans les rues de la capitale sont recouvertes d'une fine couche de retombées de suie émises par l'industrie, les foyers domestiques et les véhicules automobiles. Le gaz carbonique atteint 92 litres pour 100m³ d'air, alors que la teneur du gaz carbonique considérée comme dangereuse pour la santé est de 100 litres pour 100m³ d'air. L'épisode du « smog » parisien, se produisant deux ans après le « grand smog de Londres », éveille l'inquiétude des ingénieurs hygiénistes sur le problème de la pollution de l'air à Paris.

La question qui préoccupe alors les ingénieurs hygiénistes est de savoir si un épisode de même ampleur pourrait se produire à Paris (Charvolin *et al.*, 2015). Après des premières analyses, ils constatent que les retombées mensuelles de poussières à Paris (6gr au m²) ne sont qu'au « premier stade de la pollution atmosphérique », en

¹¹⁹ Schwartz, Joel. 1994. « Air Pollution and Daily Mortality: A Review and Meta-Analysis ». *Environmental Research* 64, n° 1 : 36-52. <https://doi.org/10.1006/enrs.1994.1005>.

¹²⁰ Laskin, David. 2006. « The Great London Smog ». *Weatherwise* 59, n° 6 : 42-45. <https://doi.org/10.3200/WEWI.59.6.42-45>.

¹²¹ Schwartz, Joel. 1994. « Air Pollution and Daily Mortality: A Review and Meta-Analysis ». *Environmental Research* 64, n° 1 : 36-52. <https://doi.org/10.1006/enrs.1994.1005>.

¹²² De récentes estimations épidémiologiques montrent qu'au total, le Grand Smog de Londres a été responsable de 12 000 décès.

¹²³ Le Smog est un anglicisme utilisé pour parler d'une combinaison de deux phénomènes : smoke (fumée) et fog (brouillard).

¹²⁴ Girard, Charles. 1954. « La lutte contre le brouillard mortel des grandes villes ». *Sciences et Vie Technique*, n° 449.

comparaison de celles de Londres et de Liverpool au deuxième stade de la pollution (17gr au m²) et de celles de Saint Louis et Pittsburg au troisième stade (33gr au m²). Malgré ces retombées relativement « basses », ils remarquent que l'incurie face au smog parisien pourrait déboucher sur une catastrophe comparable à celle de Londres ou de la Vallée de la Meuse :

« Paris n'est qu'au premier stade de la pollution de l'atmosphère. À Londres et à Liverpool, la retombée totale des poussières atteint 17 grammes par mois au mètre carré. À Saint Louis et Pittsburg (U.S.A.), on enregistre jusqu'à 33 grammes au mètre carré. À Paris, la moyenne est de 6 grammes seulement. Le chiffre est comparativement faible. Néanmoins, il autorise à donner l'alarme. La négligence pourrait entraîner des catastrophes comme celles de la Vallée de la Meuse, près de Liège, où le « smog » fit 63 morts en 1930, ou celle du grand brouillard de 1952 à Londres, qui en fit 8 000 en quelques semaines »¹²⁵.

Cependant, le plus grand souci des ingénieurs hygiénistes est de ne pas pouvoir surveiller ces épisodes, car la pollution atmosphérique n'est plus mesurée à Paris depuis le 30 août 1910¹²⁶. Cette cessation de mesure correspond à la réorganisation de l'Observatoire de Montsouris, un observatoire météorologique dont l'une des activités a été la mesure de la pollution atmosphérique à Paris, notamment le dioxyde de carbone (CO₂), l'ammoniaque (NH₃) et l'ozone (O₃) (**tableau 6**). Cette réorganisation en 1910 de l'Observatoire de Montsouris débouche sur la création de deux nouvelles institutions : le Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris et le Service de surveillance des eaux d'alimentation. Le Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris est créé le 30 août 1910 à partir de deux anciens services de l'Observatoire de Montsouris : le Service chimique de l'air, du sol et des eaux (l'ancien service d'Albert Lévy¹²⁷) et le Service

¹²⁵ *Ibidem*.

¹²⁶ Alary, René, et Yvon Le Moullec. 2003. « La mesure de la pollution atmosphérique dans l'agglomération parisienne depuis 1879 ». *Pollution atmosphérique*, 73-83.

¹²⁷ Albert Lévy (1844-1907) était physicien à l'Observatoire de Montsouris. Diplômé en 1863 de l'École Polytechnique, il poursuit ses études à l'École des Mines. Il interrompt ses études trois ans plus tard pour rejoindre l'Observatoire de Paris, décision prise sur le conseil de Urbain Le Verrier, directeur de cet établissement. Lévy est alors engagé comme astronome adjoint et secrétaire agent comptable. Il prend un poste de physicien en 1873 à l'Observatoire de Montsouris où il poursuit toute sa carrière. Il est aussi engagé en 1882 comme professeur de mathématiques à l'École municipale de physique et de chimie. Albert Lévy est nommé en 1894 directeur du Service Chimique à l'Observatoire de Montsouris, service

d'analyses micrographiques de l'air, du sol et des eaux¹²⁸. Son champ d'activités est déterminé par deux arrêtés préfectoraux des 24 octobre et 26 décembre 1910 : l'étude et la recherche sur les eaux usées, les atmosphères libres et confinées, les poussières de l'air et des habitations ainsi que l'hygiène générale. Le Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris est implanté dans l'ancien Marché des Blancs Manteaux, situé rue des Hospitalières Saint-Gervais dans le 4^e arrondissement de Paris.

Tableau 6 - Mesure de la pollution de l'air par l'Observatoire de Montsouris

L'Observatoire de Montsouris est créé en 1869 par Victor Duruy, ministre de l'Instruction publique, souhaitant mettre fin aux conflits institutionnels et scientifiques de l'Observatoire de Paris, un grand établissement français de recherche en astronomie et météorologie (Javelle et Rousseau, 2021). L'Observatoire de Montsouris débute officiellement ses activités le 1^{er} juin 1869 sous la direction de Charles Sainte-Claire Deville, géologue et météorologue français, membre de l'Académie des sciences. Le 1^{er} janvier 1887, l'Observatoire de Montsouris est placé sous l'autorité administrative du Préfet de la Seine et sous le contrôle d'une Commission de surveillance, rattachée à l'une des Commissions permanentes du Conseil Municipal. Depuis, l'Observatoire de Montsouris fait partie des établissements municipaux de la ville de Paris.

L'administration municipale sollicite en 1876 l'Observatoire de Montsouris pour mettre en place un réseau de mesure de la pollution de l'air dans quelques quartiers parisiens (Lestel, 2013). La direction du Service de l'analyse chimique de l'air, du sol et des eaux est alors attribuée à Albert Lévy, un physicien à l'Observatoire de Montsouris. Lévy met en place le premier réseau de mesure de la pollution de l'air à Paris. Sous sa direction, le Service de l'analyse chimique de l'air réalise de 1876 à 1882 les mesures de l'ammoniac (NH₃), de 1877 à 1883 de l'ozone (O₃) et de 1891 à 1910 du dioxyde de carbone (CO₂)¹²⁹. Ces trois polluants ont été prélevés dans l'air tous les jours à midi pour être analysés dans le Service de l'analyse chimique de l'air, du sol et des

qui avait alors pour objectif de surveiller l'eau potable et la pollution atmosphérique dans la capitale. Il y met au point les procédés existants d'analyse de la pollution atmosphérique qu'il applique à l'étude de la pollution à l'air libre et dans les espaces clos, comme les salles de classe, les théâtres, les ateliers, les fabriques, les usines, le métro et les chantiers souterrains. Il conçoit, en collaboration avec M. Pécol, deux appareils de mesure de la pollution atmosphérique à l'intérieur de locaux de travail. L'un permettant d'identifier l'oxyde de carbone dans l'air, l'autre le dosage de l'acide carbonique. Les deux appareils seront ensuite employés par les inspecteurs du travail.

Schmoll, A. 1908. « Notice nécrologique d'Albert Lévy 1844-1907 ». *L'Annuaire de l'association amicale des anciens élèves du lycée Charlemagne*. Paris : Léon Échegut.

¹²⁸ Squinazi, Fabien *et al.* 2010. « De l'hygiène publique à la santé environnementale ». Paris : Le Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris.

¹²⁹ Alary, René, et Yvon Le Moullec. 2003. « La mesure de la pollution atmosphérique dans l'agglomération parisienne depuis 1879 ». *Pollution atmosphérique*, 73-83.

eaux (Lestel, 2013).

À la fin du XIX^e siècle, la mesure du dioxyde de carbone (CO₂) s'effectue en deux étapes¹³⁰. Après être piégé dans une solution alcaline, il est ensuite dosé par volumétrie gazeuse. La mesure de l'ammoniaque (NH₃) ressemble à celle du dioxyde de carbone (CO₂). Il est piégé dans une solution diluée d'acide sulfurique pour doser par la suite les ions ammonium. L'ammoniaque (NH₃) n'est pas encore envisagé comme un polluant atmosphérique, mais plutôt comme un indicateur du degré de « pureté de l'atmosphère ». Ce dernier est souvent perturbé par la décomposition de déchets fermentescibles, redouté par les hygiénistes pour ses effets sur la santé. Ainsi, la mesure de l'ammoniaque n'est pas très commune (NH₃), la ville de Paris est l'une des rares villes européennes qui le surveille dès 1876. Quant à l'ozone (O₃), le dosage s'effectue par l'oxydation d'arsénite de potassium par l'ozone, en présence d'iodure de potassium.

Dès 1877, l'Observatoire de Montsouris publie tous les résultats de mesure d'analyse chimique de l'air dans l'Annuaire de l'Observatoire de Montsouris, devenu plus tard les Annales de l'Observatoire municipal (Lestel, 2013). Ces derniers représentent aujourd'hui un repère important pour évaluer l'évolution du dioxyde de carbone (CO₂) et de l'ozone (O₃) dans le temps.

Après sa création, le Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris laisse de côté la surveillance de la pollution de l'air extérieur, réalisée jusqu'alors par l'Observatoire de Montsouris, pour se concentrer sur la mesure de la pollution dans les espaces confinés, comme les logements d'habitation, les locaux de travail, les souterrains du chemin de fer métropolitain et les égouts. Dès 1918, le Laboratoire fait partie de la Direction départementale de l'hygiène du travail et de la prévoyance sociale. Il peut alors intervenir à la demande du Service technique d'hygiène de l'habitation, d'organismes privés, et des services chargés de l'exploitation des égouts et des souterrains. À partir de 1951, le Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris est rattaché à l'Inspection générale des services techniques d'hygiène¹³¹, elle-même dépendante de la Préfecture de la Seine¹³². Il est ainsi placé sous l'autorité du docteur Albert Besson (médecin, hygiéniste et bactériologiste), et dirigé par Odette Rosenstock¹³³ (médecin et ancienne résistante

¹³⁰ *Ibidem.*

¹³¹ Avant cette date, et depuis 1945, le Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris faisait partie de la Direction des affaires sociales de la préfecture de la Seine.

¹³² *Ibidem.*

¹³³ Odette Rosenstock (1914-1999), médecin et ancienne résistante française. Elle réalise une thèse de médecine sous la direction du Professeur Louis Tanon. Elle effectue, à la fin de ses études, des remplacements des médecins généralistes en région parisienne. Elle participe à la mise en place en 1943 du Réseau Marcel qui, pendant la Seconde Guerre mondiale, sauve 527 enfants de la déportation. Après la guerre, elle reprend ses activités de médecin. De 1945 à 1948, elle travaille au dispensaire de l'Œuvre de

française). Le Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris est alors composé de quatre sections principales : (1) microbiologie médicale, (2) sérologie, hématologie, chimie biologique, virologie, (3) hygiène des atmosphères libres et confinées et (4) hygiène industrielle, hygiène générale, radioactivité¹³⁴. Il peut intervenir à la demande de l'administration préfectorale ou de l'État, des industriels et des médecins praticiens.

À partir de 1947, les ingénieurs hygiénistes du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris renouent partiellement avec la mesure de la pollution atmosphérique extérieure après le passage du « brouillard mortel » dans la Vallée de la Meuse en 1930 et du « smog mortel » de Donora en 1948, les épisodes d'un épais brouillard industriel qui ont entraîné de nombreux problèmes respiratoires et cardiovasculaires et des dizaines de décès (Snyder, 1994 ; Zimmer, 2013). Ces deux épisodes éveillent la vigilance des ingénieurs hygiénistes du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris sur la pollution atmosphérique. Ils s'intéressent alors à la composition chimique de retombées atmosphériques sèches (aérosols, poussières) et humides (eau de pluie)¹³⁵. Cependant, ce n'est qu'après le grand smog de Londres en 1952 que les ingénieurs hygiénistes s'emparent réellement de la pollution atmosphérique à Paris. Jean Pelletier (ingénieur hygiéniste divisionnaire et chef de la Section d'hygiène des « atmosphères libres et confinées » au Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris) explique lors du 58^e congrès de l'Air Pollution Control Association organisé du 20 au 24 juin 1965 à Toronto :

secours aux enfants à Nice, association médico-sociale juive de France. En 1948, elle déménage à Paris, sa ville natale. Elle est alors recrutée comme médecin inspecteur vacataire des écoles dans le 12^e arrondissement de Paris. En 1953, elle occupe un poste de chef du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris, poste qu'elle quitte trois ans plus tard. Par la suite, elle occupe un poste d'Inspecteur Adjoint à la Direction Générale de l'Action Sanitaire et Sociale de la Préfecture de la Seine. Elle devient en 1978 chef au service de vénéréologie de la Direction de l'Action Sanitaire et Sociale de Paris. Elle part à la retraite en 1979.

Les Enfants & Amis Abadi. 2022. « Odette Rosenstock. Préserver la mémoire d'Odette et Moussa Abadi et perpétuer la mémoire de la shoah ». Dernière consultation le 4 mai 2022. <https://www.lesenfantsetamisabadi.fr/fr/odette1.htm>.

¹³⁴ Squinazi, Fabien *et al.* 2010. « De l'hygiène publique à la santé environnementale ». Paris : Le Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris.

¹³⁵ *Ibidem*.

« Les accidents des brouillards de la Meuse en 1930, plus récemment ceux de Donora en 1948 avaient déjà attiré l'attention de l'opinion sur ce problème épidémiologique, mais il a fallu les brouillards de Londres en 1952, avec leurs conséquences sur la morbidité et la mortalité, pour que cette opinion soit définitivement sensibilisée »¹³⁶.

Les brouillards mortels de la Vallée de la Meuse et de Donora ont été appréhendés par des hygiénistes industriels et les autorités municipales de la ville de Paris comme des catastrophes localisées, favorisées par la topographie naturelle des sites, les conditions météorologiques exceptionnelles et les problèmes respiratoires et cardiovasculaires préexistants (Snyder, 1994 ; Zimmer, 2013). La responsabilité industrielle a été, dans les deux cas, largement minimisée. Pour Alexis Zimmer (2013), les deux catastrophes n'ont pas préoccupé les services d'hygiène de la ville de Londres, car la topographie et le climat de cette ville écartait *a priori* la survenue d'une telle catastrophe. La communication de Jean Pelletier au Congrès de l'air à Toronto laisse penser que les ingénieurs hygiénistes du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris étaient du même avis pour la capitale française. Compte tenu du climat et de la topographie de la ville, la formation d'un brouillard mortel leur paraît invraisemblable à Paris.

La formation du grand smog de Londres en 1952 montre que la capitale française n'est pas à l'abri d'un brouillard mortel. Cet épisode de smog mortel débouche sur une importante mobilisation des ingénieurs hygiénistes du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris sur la pollution de l'air. Leur objectif est alors de mesurer l'évolution de la pollution de l'air dans la capitale, afin d'éviter qu'une catastrophe de l'ampleur du grand smog de Londres ne se produise à Paris. Cependant, la ville de Paris ne dispose plus d'un réseau de mesure de la pollution de l'air qui a été démantelé peu après l'arrêt de l'activité d'Albert Lévy. Ce n'est qu'en 1954 que les ingénieurs hygiénistes implantent un système de mesure du dioxyde de carbone (CO₂), puis quelques mois plus tard celle de l'acidité forte (SO₂) et de l'indice de fumée noire (FN).

¹³⁶ Labonde, Josette *et al.* 1965. « La pollution atmosphérique dans la région parisienne et ses répercussions sur la santé » (Communication, 58e Congrès de l'Air). Toronto.

Jean Pelletier développe alors un « appareil portatif » de dosage du gaz carbonique dans les atmosphères libres et confinées qui ne nécessite pas d'être branché sur un réseau électrique ou un accumulateur¹³⁷. L'air est aspiré par un vase de Mariotte supérieur qui s'évacue dans le vase inférieur. Il se propage ensuite dans un barboteur muni d'une solution alcoolique de baryte avec indicateur coloré. Avec le temps de dosage de gaz carbonique (CO₂) de moins de cinq minutes, ce procédé a le mérite d'être bien plus rapide que les autres procédés utilisés dans les années 1950¹³⁸. De même, l'appareil est relativement léger pour être transporté, car il pèse environ quatre kilogrammes. Quant à la mesure de l'acidité forte (SO₂) et de l'indice de fumée noire (FN), les ingénieurs hygiénistes se servent d'un appareil de « soufre-fumées »¹³⁹ qui a déjà fait ses preuves en Angleterre¹⁴⁰. Cet appareil est normalisé en 1965 par l'Agence française de la normalisation (Afnor) (Roussel, 2019). Il a été commercialisé en France sous la marque AFPHYRO (Charvolin *et al.*, 2015).

Trois sites de mesure de la pollution atmosphérique sont fonctionnels au printemps 1956 à Paris, celui du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris (rue des Hospitaliers Saint-Gervais), celui de la tour Saint-Jacques et celui d'une zone résidentielle à Anthony¹⁴¹. Ils sont tous équipés d'un appareil de « soufre-fumées » qui mesure l'acidité forte et les fumées noires. Afin de vérifier la précision de ces appareils, les ingénieurs hygiénistes implantent deux appareils de soufre-fumées sur le site du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris. Leur objectif est d'étendre la surveillance de la pollution atmosphérique à la proche banlieue parisienne. Ainsi, peu de temps après, de nouvelles stations de mesure sont installées à Paris (Porte de la Chapelle, Passy, Goncourt et l'Hôpital Beaujon) et en petite couronne (Saint-Denis, Issy-les-Moulineaux,

¹³⁷ Girard, Charles. 1954. « La lutte contre le brouillard mortel des grandes villes ». *Sciences et Vie Technique*, n° 449.

¹³⁸ Besson, Albert et Pelletier, Jean. 1954. « Un nouveau procédé pratique pour le dosage de l'anhydride carbonique dans les atmosphères confinées ». *Bulletin de l'Académie nationale de médecine* 138, n° 31 et 32 : 521-23.

¹³⁹ Il s'agit de la méthode de mesure de l'acidité forte pour le dioxyde de soufre (SO₂) et de la méthode de la réflectométrie pour l'indice de fumée noire.

¹⁴⁰ Girard, Charles. 1954. « La lutte contre le brouillard mortel des grandes villes ». *Sciences et Vie Technique*, n° 449.

¹⁴¹ *Ibidem*.

Montreuil, Colombes et Gennevilliers)¹⁴². Au total, les ingénieurs hygiénistes parcourent plus de 23 000 kilomètres par an pour collecter les données des appareils de mesure. Tous ces sites d'implantation sont sélectionnés en fonction de la densité de la population et de la distribution géographique des principales sources de pollution en région parisienne. Avec cette extension du réseau, les départements périphériques se joignent au financement des travaux du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris¹⁴³. Dix stations de mesure de la pollution de l'air (hors stations de mesure de la radioactivité) sont fonctionnelles en 1957 en région parisienne (**figure 10**)¹⁴⁴. Ce réseau de surveillance est relativement modeste, comparé à celui de Londres qui dispose en 1957 de soixante-deux stations de « soufre-fumées »¹⁴⁵.

En 1957, le Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris publie les premiers résultats de ses mesures qui dévoilent l'ampleur du problème de la pollution acido-particulaire en région parisienne¹⁴⁶. Le laboratoire avait enregistré au centre de Paris une moyenne annuelle pour le dioxyde de soufre (SO₂) de 190µg/m³ avec des pics journaliers atteignant 1 000µg/m³. Pour l'indice des fumées noires, les résultats ont été également désastreux avec une moyenne annuelle au centre de Paris de 200µg/m³ et des pics de pollution hivernales de près de 700µg/m³. Cette pollution est alors attribuée au chauffage domestique, et en particulier aux combustibles utilisés comme le charbon de mauvaise qualité et le mazout à haute teneur en soufre (Charvolin *et al.*, 2015). L'industrie n'engendre, pour le Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris, qu'une part minoritaire de la pollution atmosphérique en région parisienne.

¹⁴² Aujourd'hui, ces stations de mesure (sauf celle de la station de Goncourt), en étant éloignées de sources directes de pollution, seraient qualifiées de stations urbaines de fond. Quant à la station de Goncourt, il s'agirait d'une station « trafic » qui était située au carrefour de l'avenue Parmentier et de la rue du Faubourg du Temple.

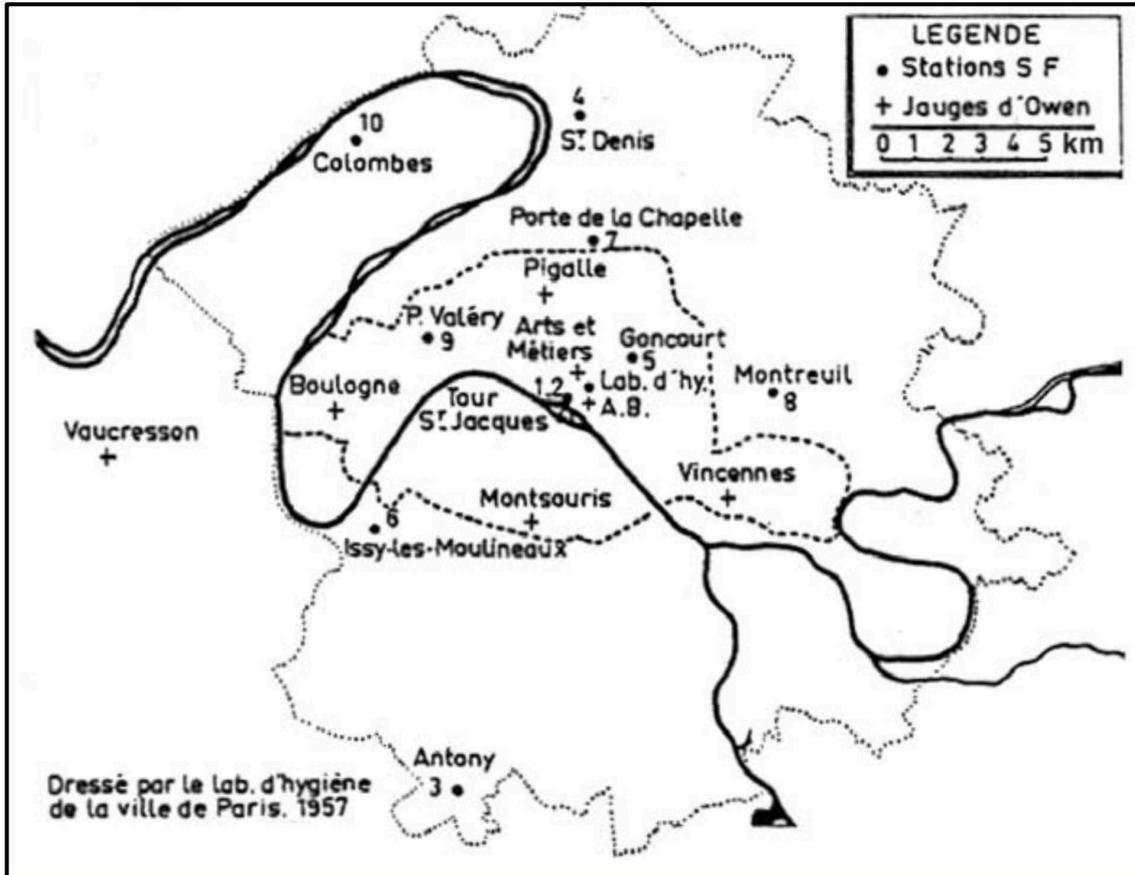
¹⁴³ Squinazi, Fabien, Francine Bardant, Claude Lebranchu, et Claude Beaubestre. 2010. « De l'hygiène publique à la santé environnementale ». Paris : Le Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris.

¹⁴⁴ Alary, René, et Yvon Le Moullec. 2003. « La mesure de la pollution atmosphérique dans l'agglomération parisienne depuis 1879 ». *Pollution atmosphérique*, 73-83.

¹⁴⁵ *Ibidem*.

¹⁴⁶ *Ibidem*.

Figure 10 - Le réseau de surveillance de la pollution de l'air du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris en 1957¹⁴⁷



L'expansion rapide du réseau de surveillance et le développement de connaissances sur la pollution atmosphérique à Paris amènent les ingénieurs hygiénistes à la conclusion qu'une formation d'un smog mortel comparable à celui de Londres est une éventualité qui ne peut être exclue à Paris. Ils constatent alors qu'un épisode de smog peut s'installer dans la capitale si un ensemble de conditions météorologiques sont réunies, telles qu'un vent faible, une inversion de la température et un grand froid¹⁴⁸. Ainsi, pour les ingénieurs hygiénistes, il est nécessaire de surveiller la pollution atmosphérique à Paris pour identifier toutes les sources de pollution, suivre les niveaux de la pollution atmosphérique et informer les autorités publiques en cas de formation d'un smog mortel.

¹⁴⁷ *Ibidem*.

¹⁴⁸ Besson, Albert, et Jean Pelletier. 1956. « Contribution à l'étude de la pollution atmosphérique ». *Bulletin de l'Académie nationale de médecine*, 601-7.

Lorsque le Parlement du Royaume-Uni adopte en 1956 le « Clean Air Act » (la loi visant à réduire la pollution de l'air au Royaume-Uni), le problème de la pollution de l'air en France n'est qu'à l'étape de débat entre médecins, toxicologues et ingénieurs hygiénistes français (Frioux, 2013). Le 16 mars 1956, les toxicologues français organisent une journée d'études sur la « pollution de l'air et ses méfaits » dans le cadre de la Société de pathologie comparée au Conservatoire national des arts et métiers (Cnam) (Frioux, 2013). René Fabre, professeur de toxicologie et doyen de la faculté de pharmacie de Paris, présente alors une communication sur les brouillards mortels et sur les résultats d'études américaines sur la pollution de l'air. Participe également à cette journée d'études André Salmont, titulaire de la chaire de sécurité sociale au Cnam qui dispense en 1955 un enseignement d'entrée au Cnam sur « la pollution atmosphérique : ses sources, ses dangers » (Frioux, 2013).

Pour l'historien Stéphane Frioux (2013), les toxicologues et les ingénieurs hygiénistes français suivent de près les publications anglo-saxonnes sur la pollution atmosphérique, particulièrement celles de Paul Kotin (professeur de médecine à l'Université de Californie du Sud) notamment sur la cancérogénicité de la pollution atmosphérique. Cependant, d'importantes incertitudes persistent pendant de longues années sur les mécanismes par lesquels ces brouillards ont entraîné une augmentation de décès liés à des causes respiratoires et cardiovasculaires. James Payson Dixon (médecin et commissaire de la santé dans la ville et le comté de Philadelphie) souligne lors de la première Conférence nationale sur la pollution de l'air, tenue du 18 au 20 novembre 1958 à Washington :

« In spite of the fact that the deaths in these acute episodes are linked to air pollution, the mechanism by which the deaths occur is far less clearly understood. The concentration of specific pollutants in these acute episodes did not approach levels considered dangerous for working conditions in industrial plants »¹⁴⁹.

¹⁴⁹ Dixon, James *et al.* 1959. « National Conference on Air Pollution: Conference Report ». *Public Health Reports (1896-1970)* 74, n° 5 : 409-27.

Dès 1960, le réseau du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris prend de l'ampleur, les ingénieurs hygiénistes implantent vingt-huit stations de mesure supplémentaires en une année¹⁵⁰. Le laboratoire déploie, trois ans plus tard, des appareils de mesure hebdomadaire de la pollution atmosphérique permettant l'extension du réseau à cinquante-cinq stations en 1963, soixante-dix stations en 1965 et près de cent en 1967¹⁵¹. Le réseau est composé en 1965 de trente stations de mesure journalière et de quarante stations de mesure hebdomadaire. Le travail du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris porte alors, avant tout, sur la mesure et l'identification de sources de la pollution atmosphérique en région parisienne. Cependant, les ingénieurs hygiénistes s'intéressent également aux effets de la pollution atmosphérique sur la santé, notamment après la présentation d'une série de travaux (réalisés sous l'égide de l'OMS) à Copenhague en 1961, à Bruxelles et à Washington en 1962¹⁵². Les ingénieurs hygiénistes du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris, pour s'inscrire dans la lignée de ces travaux, décident d'implanter des appareils de « soufre-fumées » dans des écoles primaires¹⁵³. Leur objectif est d'étudier si la pollution atmosphérique aurait des effets sur l'absentéisme scolaire. La portée de ces travaux est cependant limitée.

Les ingénieurs hygiénistes s'efforcent également d'étudier les corrélations entre les épisodes de smog parisien de février 1954 et 1956 et l'augmentation de la mortalité. Cependant, leurs méthodes d'analyse ne semblent pas adaptées à cette tâche. Les deux épisodes de smog sont accompagnés d'une importante baisse de la température, elle aussi jugée responsable d'une hausse de la mortalité. Ainsi, il est difficile pour les ingénieurs hygiénistes de savoir avec certitude si cette augmentation de la mortalité à Paris est due à la baisse de la température ou à l'épisode de smog. Et il est d'autant plus difficile de donner une force à cette corrélation que les niveaux de la pollution atmosphérique des smogs parisiens en 1954 et en 1956 sont moins élevés que ceux de

¹⁵⁰ Alary, René, et Yvon Le Moullec. 2003. « La mesure de la pollution atmosphérique dans l'agglomération parisienne depuis 1879 ». *Pollution atmosphérique*, 73-83.

¹⁵¹ Labonde, Josette, L. Menetrier, et Jean Pelletier. 1965. « La pollution atmosphérique dans la région parisienne et ses répercussions sur la santé » (Communication, 58e Congrès de l'Air). Toronto ; Alary, René, et Yvon Le Moullec. 2003. « La mesure de la pollution atmosphérique dans l'agglomération parisienne depuis 1879 ». *Pollution atmosphérique*, 73-83.

¹⁵² Labonde, Josette, L. Menetrier, et Jean Pelletier. 1965. « La pollution atmosphérique dans la région parisienne et ses répercussions sur la santé » (Communication, 58e Congrès de l'Air). Toronto.

¹⁵³ *Ibidem*.

Londres en 1952. Il est encore trop tôt pour les ingénieurs hygiénistes de tirer des conclusions claires des effets de la pollution atmosphérique sur la santé. Albert Besson et Jean Pelletier expliquent en 1956 dans un bulletin de l'Académie nationale de médecine :

« La mortalité générale à Paris suit d'une manière assez approchée les variations de la température. Dès que la température s'abaisse au-dessus de +10° en moyenne, la mortalité devient généralement supérieure à 20 pour 100 000 habitants. En février 1954, dans la semaine consécutive aux grands froids (moins 5° en moyenne hebdomadaire), la pollution atmosphérique et la mortalité sont passées l'une et l'autre par un maximum 40 l pour l'acidité totale et 31 pour 100 000 habitants pour la mortalité générale. En février 1956, il y a à nouveau un maximum de mortalité (28,5 pour 100 000 habitants) dans la semaine consécutive aux plus grands froids et à la pollution la plus élevée (celle-ci a été moindre qu'en 1954). Ces faibles différences ne permettent pas de savoir avec évidence si la pollution atmosphérique a pu modifier le taux de mortalité dû au froid. [...] De toute façon, nous sommes loin, à Paris des taux de pollution observés à Londres en décembre 1952 (1,34 p. p. m. d'acidité forte) qui occasionnèrent une mortalité élevée »¹⁵⁴ .

Le réseau de mesure de la pollution de l'air en région parisienne connaît une transformation importante dans les années 1970. Le Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris remplace alors les appareils « soufre-fumées » par des appareils automatiques de mesure d'acidité forte, capables de fournir des données de mesure demi-horaires¹⁵⁵. Dès 1968, il implante les premiers appareils de type OPALE 500 produisant des données horaires de mesure de fumées noires¹⁵⁶. Le 7 janvier 1972, le Conseil Ministériel prend la décision d'étendre les réseaux de mesure, sur le modèle de la région parisienne, à d'autres grandes villes françaises (Lestel, 2013). Un an plus tard, une trentaine de villes et une quarantaine de zones industrielles disposent d'un réseau de mesure de la

¹⁵⁴ Besson, Albert, et Jean Pelletier. 1956. « Contribution à l'étude de la pollution atmosphérique », *Bulletin de l'Académie nationale de médecine*, 601-7.

¹⁵⁵ Alary, René, et Yvon Le Moullec. 2003. « La mesure de la pollution atmosphérique dans l'agglomération parisienne depuis 1879 ». *Pollution atmosphérique*, 73-83.

¹⁵⁶ *Ibidem*.

pollution atmosphérique (Lestel, 2013). Quant à la mesure des oxydes d'azote (NOx), le Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris se dote en 1976 d'un appareil de mesure des oxydes d'azote par chimiluminescence qu'il implante au centre de Paris.

2. Quand le Laboratoire municipal de la préfecture de police s'intéresse à la pollution atmosphérique

Le Laboratoire d'hygiène de la ville de la Paris n'est pas le seul acteur institutionnel à s'intéresser à la pollution atmosphérique dans la capitale. Dès 1945, le Laboratoire municipal de la préfecture de police réalise une première étude sur la pollution atmosphérique qui implique des prélèvements de poussières, de germes microbiens et d'oxyde de carbone dans les rues et le métro parisiens. Cependant, ce n'est qu'après le grand smog de Londres de 1952 qu'il développe un véritable réseau de surveillance de la pollution atmosphérique dans le département de la Seine. Le Laboratoire municipal de la préfecture de police a été constitué en 1943 à partir de l'ancien Laboratoire municipal de chimie, créé en 1878 comme annexe du service de la dégustation de la préfecture de police¹⁵⁷. Il avait alors pour objectif d'identifier à l'aide d'analyses chimiques les denrées alimentaires frelatées qui ont été définies par la préfecture de police comme « mélanges » ou « imitations » à proscrire de l'alimentation.

Au départ, les activités du Laboratoire municipal de chimie sont circonscrites à la ville de Paris, puis étendues en 1887 au département de la Seine. Très vite, ce Laboratoire se voit confier un large spectre de missions, comme la surveillance de l'eau potable, le contrôle des fabriques d'eaux gazeuses et des entrepôts de pétrole et d'hydrocarbures, l'inspection du gaz d'éclairage, la recherche des causes d'infection des logements d'habitation¹⁵⁸. Sous la « terreur verte », les chimistes du Laboratoire municipal de chimie réalisent de nombreuses enquêtes sur les incendies et les

¹⁵⁷ Fargette, Bruno. 2013. « Histoire du Laboratoire municipal (1878-1965), ancêtre du Laboratoire central ».

¹⁵⁸ *Ibidem*.

explosions, tout comme ils neutralisent et détruisent des engins dangereux. Ils jouent aussi un rôle important pendant les deux guerres mondiales. Ils ont alors la charge de neutraliser des centaines de bombes à Paris et étudient des gaz de combats, projectiles, poudres et explosifs utilisés par les Allemands. André Kling, chimiste et directeur du Laboratoire municipal de chimie, a notamment été appelé sur le front pour identifier les armes chimiques utilisées par l'armée allemande, comme l'ypérite, le bromure de benzyle ou la chloropicrine.

En 1941, Henri Moureu (chimiste et ancien élève de l'École de physique et chimie industrielles de la ville de Paris) remplace André Kling au poste de directeur de Laboratoire municipal de chimie (**tableau 7**). Il restructure en 1943 le Laboratoire municipal de chimie qui devient le Laboratoire municipal de la préfecture de police. Ce dernier est alors constitué de six services : chimie, électricité, explosifs, recherche scientifique, défense passive et administration. Moureu met en place en 1948 un service supplémentaire, le service d'hygiène publique et d'hygiène industrielle. Après le grand smog de Londres en 1952, il décide d'orienter le travail du laboratoire sur la surveillance de la pollution atmosphérique dans le département de la Seine. Le Laboratoire municipal de la préfecture de police se spécialise alors dans la mesure de la pollution automobile et industrielle de proximité.

Tableau 7 - Parcours d'Henri Moureu

Henri Moureu (1899-1978), chimiste français, directeur du Laboratoire municipal de la ville de Paris (Langlinay, 2007). Il est fils de Charles Moureu, professeur au Collège de France, membre de l'Académie nationale de médecine et chimiste connu pour avoir joué un rôle majeur dans la production du gaz de combat français utilisé lors de la Première Guerre mondiale. Henri Moureu suit les pas de son père et effectue ses études à l'École de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris (EPCI). Il débute sa carrière comme préparateur (1924-1925), puis assistant (1925-1926) de son père. Il poursuit ses études en doctorat ès sciences physiques à la Faculté des sciences de Paris qu'il obtient en 1930. Très vite, il est engagé comme sous-directeur du Laboratoire de chimie minérale du Collège de France, puis en 1937 comme sous-directeur du Laboratoire de chimie et de physique nucléaire du Collège de France. Il est nommé en 1941 directeur du Laboratoire municipal de la ville de Paris (ancêtre du Laboratoire central de la préfecture de police) et maître de recherches au Centre national de la recherche scientifique (CNRS). Sa riche carrière est honorée en 1961 lorsqu'il est élu à l'Académie des sciences.

Après l'invasion de la France en 1940, Henri Moureu joue un rôle important dans la résistance française (Langlinay, 2007). Avec ses anciens collègues de l'École de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris (EPCI), il déjoue le passage du stock d'eau lourde à l'occupant allemand qu'il évacue en Angleterre. De retour en France, il s'implique dans la neutralisation de bombes non explosées, la fabrication d'explosifs pour la Résistance et l'identification de cibles pour l'aviation anglaise. En 1944, il commence à analyser les explosions de fusées allemandes V2 dans la région parisienne, un missile capable de parcourir des centaines de kilomètres. Il cherche à persuader la France Libre, et par la suite le gouvernement provisoire de la IV^e République, du poids stratégique de cette technologie d'avenir. Après la Libération, il se déplace pour visiter les usines allemandes de fabrication de V2. Il revient avec une équipe de scientifiques allemands qu'il a convaincu de travailler en France. Il est nommé conseiller scientifique de l'état-major de l'armée et obtient en 1945 la création du Centre d'études des projectiles autopropulsés (CEPA) et en 1946 du Laboratoire de recherches balistiques et aérodynamique de Vernon.

Henri Moureu est l'un de premiers chimistes français à étudier la pollution atmosphérique et ses effets sur la santé (Langlinay, 2007). Sous sa direction, le Laboratoire municipal de la préfecture de police développe dès 1956 un réseau de mesure de la pollution atmosphérique à Paris. Moureu met en place une méthode d'analyse rapide du monoxyde de carbone (CO) dans le sang. Il participe en 1958 à la création de l'Association pour la prévention de la pollution atmosphérique (Appa). L'Appa est alors dirigée par Louis Bugnard, médecin et biophysicien, directeur général de l'Institut national d'hygiène (INH) (Frioux, 2013).

Dès 1956, le Laboratoire municipal de la préfecture de police développe la surveillance de la pollution automobile de proximité, à partir des mesures du monoxyde de carbone (CO), un « traceur » de la pollution automobile¹⁵⁹. Avec cette mesure, Paris est l'une des premières villes françaises à disposer d'un réel réseau de mesure de la pollution automobile. En 1960, le Laboratoire municipal de la préfecture de police réalise une carte de la pollution automobile à Paris. L'idée du Laboratoire municipal de la préfecture de police est alors de fournir au gouvernement et au préfet un outil cartographique permettant de mettre en place, à la suite de la Grande-Bretagne, des « zones sans fumée » (Charvolin *et al.*, 2015). Ainsi, ce n'est pas un hasard si la carte est créée l'année où est déposé le projet de loi relative à la lutte contre les pollutions atmosphériques et les odeurs. Sur cette carte, la ville de Paris est carroyée en 317 mailles pour chacune desquelles le laboratoire identifie la rue, la place ou le carrefour le plus pollué de la zone. Les prélèvements du monoxyde de carbone (CO) sont effectués à

¹⁵⁹ Alary, René, et Yvon Le Moullec. 2003 « La mesure de la pollution atmosphérique dans l'agglomération parisienne depuis 1879 ». *Pollution atmosphérique*, 73-83.

ces endroits une fois par mois, à heure fixe¹⁶⁰. Ce faisant, le Laboratoire municipal de la préfecture de police a collecté et analysé (par absorption infrarouge) plus de 15 000 échantillons de pollution atmosphérique par an. Les résultats de ces mesures ont montré que les concentrations horaires de monoxyde de carbone (CO) pouvaient atteindre à certains endroits 247 mg/kg.

Il est évident pour Henri Moureu que de telles concentrations de monoxyde de carbone (CO) peuvent provoquer une intoxication oxycarbonée chez les ouvriers de la chaussée et les conducteurs automobiles. Moureu perfectionne une méthode de dosage rapide de monoxyde de carbone (CO) dans le sang. Il effectue ensuite deux séries de prises de sang chez trente-six conducteurs automobiles et ouvriers de travaux publics sur la chaussée, volontaires. Cependant, l'analyse de Moureu montre que la teneur moyenne de monoxyde de carbone (CO) dans le sang de ces personnes est relativement « faible » et non « inquiétante ». Il suggère aussi que les conducteurs automobiles sont plus exposés à la pollution automobile que les ouvriers des travaux publics. Le 21 avril 1959, Moureu accorde un entretien à ce sujet dans l'émission spéciale du journal parlé. Il explique alors que :

« La teneur moyenne en monoxyde de carbone demeure faible et n'est pas encore inquiétante. Les expériences, que j'ai été amené à effectuer à deux reprises sur trente-six volontaires, ont montré que pour des travailleurs astreints en journée quelques heures sur la chaussée en des endroits à trafic intense, il n'existait pas actuellement de risque d'intoxication chronique. Les conducteurs des véhicules automobiles me paraissent davantage exposés, car ils respirent directement dans les longues files de véhicules au ralenti le monoxyde de carbone émis par les voitures qui les précèdent si bien que nous déconseillons du point de vue de l'hygiène le recours au dispositif de ventilation lorsqu'ils réalisent en définitive dans une file la captation des gaz d'échappement de la

¹⁶⁰ *Ibidem.*

voiture qui précède. Dès que l'on s'élève de deux à trois mètres, la teneur en monoxyde de carbone tombe heureusement à des valeurs minimales »¹⁶¹.

La carte de la pollution automobile, réalisée par le Laboratoire municipal de la préfecture de police, joue un rôle crucial en 1971 dans le choix des sites d'implantation du réseau automatique (non télétransmis) de mesure du monoxyde de carbone (CO)¹⁶². Le Laboratoire municipal de la préfecture de police implante, à l'initiative de son directeur Paul Chovin, onze stations de mesure du monoxyde de carbone (CO) au bord des voies de circulation dans la capitale et trois autres dans sa proche banlieue à Villejuif, Montreuil-sous-Bois et Boulogne-Billancourt. Les appareils de mesure sont alors placés à 1,50 m au-dessus du sol, à hauteur des voies respiratoires. Le Laboratoire municipal de la préfecture de police complète ce réseau par quatre stations de prélèvement manuel des particules plombifères (Pb). Ces dernières sont alors déployées sur le rond-point des Champs-Élysées, sur la place Victor Basch, sur le boulevard Haussmann et près de l'Orangerie du jardin du Luxembourg. En 1978, la station de la place Victor Basch enregistre les plus mauvais résultats avec une moyenne annuelle de plomb de 7,8µg/m³. Les mesures de la pollution atmosphérique effectuées par le Laboratoire municipal de la préfecture de police, et ceux du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris serviront au début des années 1980 à André Roussel (professeur de médecine spécialisé en hygiène et santé publique) pour réaliser une étude sur l'impact médical des pollutions d'origine automobile¹⁶³.

Le Laboratoire municipal de la préfecture de police réalise également deux « opérations » de mesure de la pollution atmosphérique en région parisienne : l'« Opération Boucle de la Seine » et l'« Opération Zone sans fumée »¹⁶⁴. L'« Opération Boucle de la Seine » débute en 1960 à Villeneuve-la-Garenne, la banlieue nord-ouest de

¹⁶¹ Lot, Fernand, réal. 1959. « L'air devient impropre à la consommation. Alerte ! » Édition spéciale du journal parlé. Paris : Radiodiffusion Télévision Française. <https://www.ina.fr/ina-eclaire-actu/audio/phz08000161/l-air-devient-impropre-a-la-consommation-alerte>.

¹⁶² Alary, René, et Yvon Le Moullec. 2003. « La mesure de la pollution atmosphérique dans l'agglomération parisienne depuis 1879 ». *Pollution atmosphérique*, 73-83.

¹⁶³ Roussel, André. 1983. « Des pollutions d'origine automobile ». *Pollution atmosphérique*, Supplément au n° 99.

¹⁶⁴ Ils vont également mettre en place l'Opération Gardiens de la Paix, Opération Jardin du Palais-Royal et Place du Théâtre-Français et l'Opération ouvrages souterrains.

Paris, dans un secteur à la fois résidentiel et industriel¹⁶⁵. Elle a pour objectif de mesurer l'empoussièrement de l'air dans ce secteur, sa teneur en cendres et en benzo(a)pyrène. Ce dernier est alors considéré comme traceur de la pollution émise par le chauffage domestique. Le Laboratoire municipal de la préfecture de police déploie à cet effet vingt-six jauges de types Owen, un dispositif prévu pour la collecte de retombées atmosphériques. Afin d'avoir une comparaison de l'empoussièrement de l'air dans une « zone sans fumées », quatre jauges supplémentaires sont implantées à Paris et une au Bois du Loup-Pendu à Bièvres. Cette campagne de mesure révèle une pollution typiquement industrielle qui avait été jusque-là largement sous-estimée en comparaison avec la pollution émise par le chauffage domestique (**tableau 8**). Électricité de France (EDF), voyant une menace pour leur activité, n'y reste pas indifférente et déploie son propre système de mesure de la pollution atmosphérique à proximité de ses installations (Charles, 2003).

Tableau 8 - Comparaison des retombées de poussières entre 1961 et 1970¹⁶⁶

Nom du site	Poussières totales (g/100 m ² /mois)	Benzo(a)pyrène (g/100 m ² /mois)
Boucle de la Seine	de 757 à 888	de 1,3 à 5,9
Paris	de 702 à 880	de 0,5 à 1,6
Bièvres	de 268 à 609	de 0,2 à 0,6

La ville de Paris n'est pas la seule à développer un réseau de surveillance de pollution atmosphérique. La mise en place de ces réseaux dans d'autres régions a été étudiée dans les travaux de Florian Charvolin, Stéphane Frioux, Léa Kamoun, François Mélard et Isabelle Roussel (2015). L'un de ces réseaux est construit dès 1957 par le « Laboratoire Départemental de Recherche et de Contrôle de la Pollution Atmosphérique » à proximité du grand complexe industriel de Lagor¹⁶⁷ (Pyrénées-

¹⁶⁵ Alary, René, et Yvon Le Moullec. 2003. « La mesure de la pollution atmosphérique dans l'agglomération parisienne depuis 1879 ». *Pollution atmosphérique*, 73-83.

¹⁶⁶ *Ibidem*.

¹⁶⁷ Il s'agit d'une usine de désulfuration du gaz naturel de la Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine, d'une fabrique d'aluminium et d'une usine de production de l'ammoniaque, du méthanol éthyle et leurs dérivés.

Atlantiques) (Charvolin *et al.*, 2015). Ce laboratoire est dirigé par René Truhaut, un toxicologue de renommée internationale et professeur à la Faculté de pharmacie de Paris, intéressé par les effets des substances chimiques inhalées ou ingérées sur le développement et le métabolisme humain. Il travaille avec Pierre Bourbon (pharmacien et professeur à la faculté de Médecine et de Pharmacie de l'Université de Toulouse) et les étudiants en pharmacie.

Leur travail consiste à implanter un réseau de vingt-neuf instruments de mesure de soufre-fumées dans un rayon de 20 km autour du complexe industriel (Charvolin *et al.*, 2015). Ils effectuent, à partir de ces mesures, des cartographies des zones d'isopollution, une série de cercles qui retrace l'évolution de la pollution atmosphérique en fonction de la proximité au complexe industriel. Cette nouvelle surveillance de la pollution atmosphérique à Lagor pousse les industriels à s'intéresser également à ce problème. Dès 1959, la Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine implante des stations de mesure en continu de la pollution atmosphérique et construit une usine de désulfuration des gaz de queue qui ont été jusqu'alors émis dans l'atmosphère (Boullet, 2012). La question sanitaire de la pollution atmosphérique n'est pas complètement absente de ces travaux. René Truhaut réalise une expérimentation sur les rats Wistar leur faisant inhaler l'air et ingérer l'eau de Lagor. En 1959, les résultats de cette expérimentation l'amènent à lancer une alerte sur la toxicité de la pollution atmosphérique pour la population locale.

Quelques années plus tard, ce même groupe de pharmaciens introduit la mesure de la pollution atmosphérique dans l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm) nouvellement créé (Charvolin *et al.*, 2015). Pierre Bourbon est nommé en 1966 directeur de l'Unité 57 « Pollution atmosphérique » de l'Inserm, située à l'Hôpital Purpan à Toulouse¹⁶⁸. Il y recrute les membres de son ancien laboratoire de Lagor. Ils ont tous un diplôme de pharmacie, la plupart d'entre eux sont moniteurs de chimie analytique, toxicologie et d'hygiène industrielle à la faculté de pharmacie et de médecine. L'Unité 57 se spécialise dans le calibrage des instruments de mesure de la pollution atmosphérique, et en particulier le dosage de réactifs nécessaires à isoler de

¹⁶⁸ Inserm. s. d. « De l'INH à l'Inserm. Les directeurs d'unité de recherche », Histoire de l'Inserm. Dernière consultation le 25 octobre 2021. [https://histoire.inserm.fr/content/view/full/13605/\(offset\)/120](https://histoire.inserm.fr/content/view/full/13605/(offset)/120).

manière fiable un polluant de l'atmosphère (Charvolin *et al.*, 2015). Son objectif est alors d'améliorer la lisibilité et la rapidité de la mesure.

La mesure de la pollution atmosphérique s'étend de Lagor à Toulouse et Carmaux où les sources de pollution sont plus diffuses et variées (foyers domestiques, industries et véhicules automobiles). Ainsi, il s'agit pour l'Unité 57 de diversifier les polluants mesurés dans l'air. Elle s'intéresse au fluor (F), à l'anhydride sulfureux (SO₂) et aux composés azotés. Il s'agit aussi de mesurer la pollution atmosphérique non plus à l'émission de la source de la pollution, mais à l'immission, telle qu'elle est enregistrée dans l'air urbain de fond. Cette mesure à immission implique de multiplier et de disperser les stations de mesure de la pollution atmosphérique.

Cependant, ce n'est qu'en 1958 avec la création par des hygiénistes français de l'Association pour la prévention de la pollution atmosphérique (Appa) et de ses comités régionaux que la surveillance de la pollution de l'air se généralise dans les municipalités françaises (Roussel, 2019 ; Frioux, 2013). Isabelle Roussel remarque que cette création répond au manque d'intérêt porté par les autorités publiques au problème de la pollution de l'air, toujours préoccupées par l'industrialisation de la France de l'après-guerre. L'Appa est alors dirigée par Louis Bugnard (médecin et biophysicien, directeur général de l'Institut national d'hygiène (INH)) (Frioux, 2013). Le Conseil d'administration de l'Appa est composé de chercheurs universitaires, scientifiques de services ministérielles, médecins et ingénieurs d'entreprises, dont l'Électricité de France, le Gaz de France et les Charbonnages de France (Frioux, 2013). Un an après sa création, elle met en place une revue trimestrielle *Pollution atmosphérique* qui s'impose en l'espace de quelques années comme une publication de référence sur le problème de la pollution de l'air et un forum de discussion de trois associations : l'Appa, le Comité d'action pour l'assainissement de l'atmosphère (CAPA) et le Comité d'action technique pour la pollution atmosphérique (CATPA) (Boullet, 2006 ; Roussel, 2019).

En 1960, l'Appa met en place ses Comités Régionaux qui ont pour mission principale d'implanter des réseaux municipaux de mesure de la pollution de l'air (Roussel, 2019). Ces Comités Régionaux sont constitués à partir des réseaux

d'hygiénistes municipaux, notamment des professeurs renommés de santé publique comme Charles Genez-Rieux à Lille, Raoul Senault à Nancy, Pierre Wertheimer à Lyon (Roussel, 2019). Ces Comités Régionaux, par leur proximité avec le pouvoir municipal, jouent un rôle crucial dans le développement de la politique sanitaire municipale du problème de la pollution de l'air. Ils sont présidés pour la plupart par le préfet, ou à défaut le maire, et réunissent les élus locaux, les médecins, les hygiénistes et les industriels (Roussel, 2019). Une circulaire du 4 août 1965 instruit les préfets à faire appel aux Comités Régionaux de l'Appa pour détecter les émissions abusives de la pollution de l'air et à en informer le public (Roussel, 2019).

Les Comités Régionaux généralisent à l'échelle de municipalités l'usage des appareils soufre-fumées (SF8) que normalise en 1965 l'Agence française de normalisation (Roussel, 2019). Ces appareils mesurent la pollution industrielle par le dioxyde de soufre (SO₂) et les poussières de fumées. Certains Comités Régionaux développent également la mesure du monoxyde de carbone (CO) pour mettre en exergue la pollution de l'air émise par le trafic automobile (Roussel, 2019). D'autres ont réalisé des campagnes de mesure de la conformité des gaz d'échappement de véhicules avec les normes indiquées sur leur « carte blanche CO-CO₂ », un dispositif créé en 1976 par le ministère de la Qualité de la vie à l'occasion de la campagne nationale de lutte contre la pollution automobile¹⁶⁹.

La généralisation des appareils soufre-fumées et le développement de la mesure à l'immission participent à techniciser le problème de la pollution de l'air et, en même temps, à déposséder les citoyens de leur capacité à faire preuve du problème qui jusqu'alors a été défini par la noirceur de la fumée et les odeurs (Roussel, 2019 ; Charvolin *et al.*, 2015). Un passage important s'opère dans les années 1960 de la gestion du problème de la pollution de l'air par le sensible à « un projet techniciste de régulation par les instruments » (Charvolin *et al.* 2015, p. 91). La mesure à l'immission de la pollution de l'air homogénéise la population en créant une moyenne d'exposition du citoyen se généralise en France. Les industriels ont été largement favorables à la

¹⁶⁹ Ce dispositif a été mis en place pour améliorer la vigilance du conducteur concernant la conformité des émissions du CO et CO₂ (dioxyde de carbone) de son véhicule.

standardisation de la mesure de la pollution de l'air à l'immission, car elle participera à dissoudre leur responsabilité dans la pollution de l'air urbaine (Roussel, 2019 ; Frioux, 2013). La pollution de l'air s'impose comme un « objet de surveillance » avec un passage de mesure des polluants perceptibles à la mesure des polluants invisibles (Charvolin *et al.*, 2015). Cette technicisation de la pollution de l'air participe à écarter les médecins de la gestion du problème, désormais pris en charge par la métrologie et les ingénieurs. La pollution de l'air devient un problème de chiffres, de courbes et de cartes.

3. De la mesure de la pollution atmosphérique à la prise en charge du problème ?

Le 6 juillet 1960, un projet de loi sur la pollution atmosphérique est déposé sur le bureau de l'Assemblée nationale par Bernard Chenot, le ministre de la Santé publique, « escorté » par la garde des Sceaux, le ministre de l'Intérieur, le ministre des Travaux publics et des Transports, le ministre de l'Industrie et le ministre de la Construction (Frioux, 2021). Jean Benedetti, le préfet de la Seine, et Maurice Papon, le préfet de Police, décident de ne pas attendre le vote de la loi et lancent à l'hiver 1960 une opération « Zone sans fumées » dans les 11^e et 16^e arrondissements de Paris (Frioux, 2021)¹⁷⁰. Elle a pour objectif de comparer la mesure de la pollution atmosphérique, réalisée par les deux laboratoires parisiens, avec le matériel de chauffage réellement utilisé sur le terrain (Frioux, 2021). Les deux arrondissements ne sont pas choisis au hasard, chacun d'entre eux dispose d'une source spécifique de pollution acido-particulaire : le 11^e, un arrondissement populaire et artisanal, a une part importante de chauffage au charbon et le 16^e arrondissement, plus aisé et résidentiel, les immeubles pour la plupart équipés de chaudières collectives au mazout (Frioux 2021).

Le préfet de la Seine et le préfet de Police attribuent la mise en œuvre de l'opération « Zone sans fumée » au Service technique de l'hygiène de l'habitation, accompagné du Laboratoire municipal de la préfecture de police (Frioux, 2021). Même

¹⁷⁰ La ville de Paris, administrée de 1871 à 1977 par l'État, n'avait pas de Maire.

si sa mission principale était la lutte contre les logements insalubres, le Service technique de l'hygiène de l'habitation avait déjà l'habitude d'intervenir dans les immeubles résidentiels pour réaliser, à la suite d'une plainte des voisins contre les fumées, une analyse des gaz de combustion (Charvolin *et al.*, 2015). L'opération « Zone sans fumée » débute en hiver 1960. Le Service technique de l'hygiène de l'habitation distribue alors des questionnaires à un millions de foyers concernant leur équipement de chauffage et le matériel de cuisson. Il a organisé également un ensemble de contrôles d'installations de chauffage dans plus d'une centaine d'immeubles dans le 11^e et le 16^e arrondissement de Paris (Frioux, 2021). De nombreux hygiénistes partageaient à cette période une idée selon laquelle pour réduire la pollution atmosphérique, il fallait éduquer le public et les chauffeurs de chaudières pour éviter la combustion incomplète et l'usage de combustible sulfureux. Ainsi, les contrôles d'installations de chauffage ont été accompagnés de conseils visant à améliorer l'installation, son usage et le combustible utilisé (Charvolin *et al.*, 2015). Yvan Queret (secrétaire général de l'Association pour la prévention de la pollution atmosphérique (Appa)) suggère dans un entretien qu'il accorde le 21 avril 1959 dans l'édition spéciale du journal parlé :

« Il faudrait informer le public et l'éduquer. Le Public doit savoir que toute fumée est un indice d'un gaspillage de combustible et d'une combustion incomplète. Il faut par conséquent commencer par éduquer les chauffeurs de chaudières, c'est le rôle d'une école que nous avons fondée. Il faut également songer que les mazouts sont des produits excessivement sulfureux et que par conséquent il faut les employer à bon escient. Garnir quand le chauffage est important, garnir la cheminée d'un capteur suie. Il faut le plus possible propager le chauffage collectif. Il y a des combustibles qui sont à peu près sans fumée, vous avez le coke, vous avez le charbon maigre, vous avez l'antracite. Tous ces combustibles doivent être employés de préférence au charbon gras à haute teneur de matières volatiles et à haute teneur de soufre »¹⁷¹.

Les travaux de Stéphane Frioux (2013) et ceux de Daniel Boulet (2006 ; 2012) montrent que les industriels, face à la montée en puissance de l'Association pour la

¹⁷¹ Lot, Fernand. 1959. « L'air devient impropre à la consommation. Alerte ! » Édition spéciale du journal parlé. Paris : Radiodiffusion Télévision Française. <https://www.ina.fr/ina-eclairage-actu/audio/phz08000161/l-air-devient-impropre-a-la-consommation-alerte>.

prévention de la pollution atmosphérique (Appa) et de réseaux de surveillance de la pollution atmosphérique, ne tardent pas à créer en 1960 leur propre association : le Comité d'action technique contre la pollution atmosphérique (CATPA). Le CATPA était alors présidé par Louis Armand, polytechnicien et ingénieur de l'École des Mines et président des Houillères du Bassin de Lorraine, connu pour avoir dirigé la SNCF (Frioux, 2013). Le CATPA n'était pas un groupement pour la protection de la santé et de l'environnement, mais bel et bien une association pour la défense des intérêts industriels remis en cause par les actions entreprises par les ingénieurs hygiénistes (Frioux, 2013). Ses actions ont consisté à poser le problème de la pollution atmosphérique de manière à ne pas alarmer l'opinion publique afin d'anticiper une potentielle intervention de l'État en la rendant inutile (Frioux, 2013). Un an plus tard, et en partie sous pression de Bernard Chenot (le ministre de la Santé Publique) le CATPA met en place une structure à but scientifique : le Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (CITEPA) (Frioux, 2013). Ce dernier est dirigé par Jean-Paul Détrie, ingénieur civil des Mines et détaché de Butagaz par Shell (Boullet, 2006). Il s'agissait alors, pour les acteurs industriels, de mutualiser les nouvelles techniques de dépollution et d'affirmer que l'amélioration des procédés industriels est apte à régler le problème de la pollution atmosphérique à l'émission (Roussel, 2019).

Le CITEPA a bénéficié d'un Comité consultatif scientifique qui rassemble des scientifiques réputés dans le domaine de la pollution, comme René Truhaut (pharmacien et toxicologue de renommée internationale), André Roussel (médecin universitaire et adjoint au directeur de l'Inserm) et Louis Bugnard (directeur général de l'ancien Institut national d'hygiène (INH) et président de l'Appa) (Charvolin *et al.*, 2015). Pour Daniel Boullet (2012), la mise en place du CITEPA constitue la seule action qui est réellement entreprise par le CATPA. L'industrie automobile est l'un des rares secteurs qui, dans les années 1960, s'est tenu à l'écart de la mobilisation générale des acteurs industriels et ne s'implique pas dans la création du CATPA (Boullet, 2006). Cependant, l'intérêt croissant des chimistes au gaz d'échappement de véhicules, incite l'industrie automobile à constituer en 1961 le Comité National d'Action pour l'Amélioration de la Carburantion (CAPA). Ce dernier rassemble l'industrie automobile, l'industrie du pétrole et les automobilistes.

Le 2 août 1961, Charles de Gaulle, président de la République, promulgue la loi « relative à la lutte contre les pollutions atmosphériques et les odeurs » (Frioux, 2013). Cette loi précise que la pollution atmosphérique n'émane pas seulement de l'industrie, mais aussi du chauffage domestique et du trafic automobile (Charvolin *et al.*, 2015). C'est un progrès non négligeable comparé à la loi du 20 avril 1932 (dite « loi Morizet ») qui portait sur la suppression des fumées industrielles. Cette prise en compte de nouvelles sources de pollution montre comment, depuis le début des années 1950, les ingénieurs hygiénistes du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris et les chimistes du Laboratoire municipal de la préfecture de police ont participé à transformer les connaissances et la manière de cadrer le problème de la pollution atmosphérique.

La loi du 2 août 1961 était une loi-cadre dont l'application dépendait de décrets par branche qui n'ont pas été négociés (Frioux, 2021 ; Boulet, 2013). Elle a mis à disposition un outil de gestion locale du problème de la pollution atmosphérique, la « zone de protection spéciale », qui rend possible l'interdiction de l'usage de certains combustibles et le contrôle du bon réglage des chaudières privées (Frioux, 2013). Ainsi, pendant longtemps, la loi du 2 août 1961 n'était pas appliquée. Le préfet de la Seine et le préfet de Police décident de poursuivre, durant hiver 1961, leur campagne de contrôle des chaudières parisiennes (Frioux, 2021). À Paris, ce sont entre 500 000 et 1 800 000 cheminées qui dégagent, en fonction des saisons, de la fumée (Charvolin *et al.*, 2015). Le nouvel arrêté du 13 octobre 1961, prescrivant le bon réglage de chaudières visant à éviter les pertes de chaleur de l'installation, se réfère à la loi du 2 août 1961 dans les « considérant » sans vraiment l'appliquer (Frioux, 2013). Les inspecteurs du Service du contrôle technique de l'hygiène et de l'habitation effectuent, entre 1961 et 1963, le contrôle de près de 2 200 chaufferies collectives équivalentes à 3 000 chaudières ou générateurs (Charvolin *et al.*, 2015).

Un an après la promulgation de la loi du 2 août 1961, les ingénieurs hygiénistes du ministère de la Santé s'indignent qu'aucun décret n'ait été pris. Stéphane Frioux (2021) explique ce retard par le blocage imposé par le ministère de l'Industrie. Le décret en application de la loi du 2 août 1961 est finalement promulgué le 17 septembre

1963¹⁷². Dorénavant, tout appareil de production de chaleur par combustion mis sur le marché doit être accompagné d'une notice du constructeur indiquant quel est le combustible compatible avec l'appareil et quelles sont les modalités de son implantation, de réglage, d'usage et d'entretien de l'appareil. Chaque établissement ou immeuble d'habitation peut faire l'objet d'un contrôle de la conformité de son appareil de combustion et de son stock de combustible. Ce décret précise également les conditions de mise en place, par un arrêté interministériel, d'une « zone de protection spéciale ». Le 11 août 1964, à l'initiative du préfet de Seine, quatre arrêtés interministériels sont promulgués. L'un d'entre eux instaure deux « zones de protection spéciale » en région parisienne. La zone n°1 se situait dans les quartiers ouest et nord-ouest de Paris et la zone n°2 dans le reste de la capitale :

« La "zone n° 1" comprenait le quart nord-ouest de Paris, limité au sud par les rues de l'Assomption et de Boulainvilliers (XVI^e) et par la Seine, à l'ouest par le bois de Boulogne, à l'est par l'avenue de la porte de Clignancourt et les boulevards Ornano, Barbès, Magenta et Sébastopol jusqu'à la place du Châtelet. La "zone n° 2" comprenait le reste de Paris »¹⁷³.

Les trois autres arrêtés précisent les mesures s'appliquant à chacune des deux zones de protection spéciale¹⁷⁴. Ils ont porté surtout sur l'interdiction d'usage des combustibles les plus polluants et le réglage des appareils thermiques et de combustion¹⁷⁵. M. Pelletier, ingénieur hygiéniste divisionnaire et chef de la Section d'Hygiène des Atmosphères, présente l'ensemble de ces mesures lors du 58^e Congrès de la Air Pollution Control Association à Toronto :

¹⁷² Ministère de la Santé publique et de la population. 1963. « Décret n° 63-963 du 17 septembre 1963 pris en application de la loi n° 61-842 du 2 août 1961 relative à la lutte contre les pollutions atmosphériques et les odeurs ». *Journal Officiel*, n° 222 : 8539-8540.

Ce décret a été pris par Raymond Marcelin (ministre de la Santé publique et de la population), Jean Foyer (garde des sceaux du ministre de la Justice), Roger Frey (ministre de l'Intérieur), Michel Maurice-Bokanowski (ministre de l'Industrie) et Jacques Maziol (ministre de la Construction).

¹⁷³ Fargette, Bruno. 2000. « Pollution atmosphérique en Île-de-France : un révélateur du fonctionnement des institutions ? ». *Pollution atmosphérique*, n° 168 : 533-47. <http://odel.irevues.inist.fr/pollution-atmospherique/index.php?id=3152>.

¹⁷⁴ *Ibidem*.

¹⁷⁵ *Ibidem*.

« À l'intérieur de ces zones, des prescriptions concernant l'emploi des combustibles et l'usage des appareils thermiques ont fait l'objet d'un second arrêté qui fixa notamment la qualité des fuels devant être utilisés suivant la puissance des foyers. Un troisième arrêté du 11 août 1964 a prévu que, dans les zones de protection spéciale, instituées à Paris, les appareils thermiques installés dans tous les locaux quels qu'ils soient, exception faite toutefois pour les Établissements classés, ne peuvent être autorisés à fonctionner que dans certaines limites d'émission de fumée, gaz et éléments polluants. Un arrêté spécial détermine les mesures de caractère général applicables aux Établissements classés situés dans les zones de protection spéciale de la capitale. Tous ces textes ne concernent que les émissions des foyers fixes et laissent de côté les émissions des véhicules automobiles »¹⁷⁶.

Les arrêtés pris en région parisienne sont loin d'être innovants. Ils s'appuient sur les mêmes procédés que ceux généralisés en Grande-Bretagne par le *Clean Air Act*, la loi adoptée le 5 juillet 1956 par le parlement de Londres (Frioux, 2021). Par contre, comme le constate Stéphane Frioux, les dispositifs mis en place ont déplacé l'attention législative du secteur industriel aux particuliers. L'industrie de l'énergie, et en particulier EDF, est exempt de mesures mises en place en région parisienne. Ses rejets soufrés sont justifiés auprès des autorités publiques par « la faible disponibilité en France de fuels à basse teneur en soufre » (Frioux, 2021). Le 23 septembre 1967, André Roussel (professeur de médecine à la Faculté Xavier Bichat et l'un des fondateurs de l'Appa) accorde un entretien à François de Closets dans un Journal télévisé de 20 heures. Roussel remarque alors que les mesures de contrôle mises en place par le préfet de la Seine ont surtout stabilisé les niveaux de pollution atmosphérique à Paris. Il souligne que ce sont les conditions météorologiques favorables de l'hiver, plus que les mesures du préfet de la Seine, qui ont permis d'éviter la survenue d'un smog mortel. Pour Roussel :

« La situation est très variable suivant les villes et la métrologie. Par exemple à Paris où le réseau de contrôle est bien implanté et où le préfet depuis plusieurs années a pris des mesures de contrôle et de restriction de certaines combustibles

¹⁷⁶ Labonde, Josette, L. Menetrier, et Jean Pelletier. 1965. « La pollution atmosphérique dans la région parisienne et ses répercussions sur la santé » (Communication, 58e Congrès de l'Air). Toronto.

et de surveillance de la marche des installations thermiques, la situation est à peu près stabilisée, mais il faut tenir compte du fait que les trois derniers hivers ont été des hivers assez doux, que la ventilation s'est effectuée dans de très bonnes conditions, qu'il n'y a pas eu de brouillard et que par conséquent l'évacuation des corps toxiques a pu se faire régulièrement. [...] si les conditions météorologiques sont mauvaises et si l'émission de polluants est importante comme celles en hiver, on peut avoir affaire à des smogs aussi importants que ceux qui ont été observés à Londres en 1952 »¹⁷⁷.

Le champ d'application de la loi du 2 août 1961 ne concerne pas l'industrie automobile (Frioux, 2021). Cette dernière réussit à échapper au champ d'application de cette loi. La raison principale, comme l'explique Stéphane Frioux, est la nomination d'un des dirigeants de l'Union technique des automobiles et du cycle (UTAC) au poste de secrétaire général de la commission des fumées, mis en place en 1958 au sein du ministère des Transports. Ainsi, aucune mesure restrictive n'est imposée par la loi du 2 août 1961 à l'industrie automobile. Pourtant, les autorités publiques sont bien conscientes de l'ampleur du problème, car la pollution automobile est surveillée depuis 1956 de manière fine dans la capitale par le Laboratoire municipal de la préfecture de police. Les épidémiologistes anglais ont aussi montré, depuis près d'une dizaine d'années, que le benzopyrène émis par les gaz d'échappement de véhicules automobiles est cancérigène (Frioux, 2021). En France, les médecins de l'Association pour la prévention de la pollution atmosphérique (Appa) connaissent aussi de près ces travaux sur la cancérogénicité des gaz d'échappement de véhicules automobiles. Yvan Queret (secrétaire général de l'Appa) constate dans un entretien du 21 avril 1959 dans l'édition spéciale du journal parlé :

« Maintenant, en ce qui concerne les maladies nous pouvons être à peu près sûrs [...]. Les gaz d'échappement des véhicules et les fumées produites par combustion incomplète laissent s'échapper dans l'atmosphère des carbures

¹⁷⁷ De Closets, François. 1967. « La pollution atmosphérique dans les grandes villes. Entretien avec le professeur André Roussel. ». *JT 20h*. Vésinet.

d'hydrogène dont l'un en particulier contient le benzo(a)pyrène qui est encore essentiellement cancérigène »¹⁷⁸.

Cependant, comme le montre Stéphane Frioux, le ministère de l'Industrie ne compte pas s'attaquer à la pollution automobile pour ne pas mettre en difficulté l'industrie automobile française. De son côté, cette industrie n'hésite pas à faire pression sur le ministère de la Santé en insistant sur la difficile mise en place de solutions techniques pour réduire la nocivité des gaz d'échappement (Frioux, 2021). Ainsi, alors que le gouvernement français promulgue la loi du 2 août 1961 relative à la lutte contre les pollutions atmosphériques, il poursuit la politique de l'adaptation de la ville à l'automobile (Féré *et al.*, 2014). L'automobile commence à se fondre dans le paysage urbain et devient un composant central de l'organisation de l'espace public (Flonneau, 2003b). Perçue d'abord comme un objet de luxe et de distinction sociale, elle connaît une démocratisation massive durant les Trente Glorieuses avec la production de voitures comme la 2CV, la Fiat 500, la 4CV et la Coccinelle (Féré *et al.*, 2014).

Le parc automobile français croît à grande vitesse : il compte 1 700 véhicules en 1900, 2,3 millions en 1950 et 6 millions en 1960. Ainsi, les infrastructures routières des grandes villes se retrouvent engorgées par la congestion du trafic et le stationnement automobile. Les ingénieurs français en aménagement et urbanisme, inspirés par le rapport *Traffic in towns* de Colin Buchanan publié en 1963 en Grande-Bretagne, prônent un aménagement fonctionnaliste de grandes villes structurées autour d'un réseau routier. La ville est aménagée « par et pour l'automobile » (Féré *et al.*, 2014). En 1960, l'État met en place un plan autoroutier qui a pour objectif de fluidifier la circulation automobile et de relier de nouvelles villes de la banlieue parisienne au centre d'affaires. Ce sont près de 1 000 km d'autoroutes de liaison et 300 km des voies rapides urbaines qui sont construites en France entre 1960 et 1970. La taille du parc automobile passe, en l'espace de dix ans, de 6,2 millions de véhicules à 14 millions. Le transport en commun, jugé long et peu séduisant, décline au profit de l'aménagement de grandes infrastructures automobiles.

¹⁷⁸ Lot, Fernand. 1959. « L'air devient impropre à la consommation. Alerte ! » Édition spéciale du journal parlé. Paris : Radiodiffusion Télévision Française. <https://www.ina.fr/ina-eclairage-actu/audio/phz08000161/l-air-devient-impropre-a-la-consommation-alerte>.

Paris fait partie de ces villes en pleine transformation pour mieux accueillir la voiture, symbole de prospérité, de liberté et de modernité. C'est à ce moment que sont construites les voies express sur berges qui permettent de traverser le côté ouest-est de la ville en un quart d'heure en passant au beau milieu de monuments emblématiques. Inaugurées le 22 décembre 1967, elles sont présentées par George Pompidou (le Premier ministre français) comme un « cadeau de Noël » pour les parisiens (Flonneau, 2003a). Six ans plus tard, le boulevard périphérique ouvre ses voies aux automobilistes. Cette adaptation de la ville à l'automobile participe au passage de « la ville pédestre à la ville motorisée » (Féré *et al.*, 2014 ; Wiel, 1999). Ainsi, alors que la construction de voies automobiles est en forte expansion, la largeur des trottoirs et le nombre d'arbres en ville diminuent drastiquement. Cependant, Mathieu Flonneau (spécialiste d'histoire urbaine, des mobilités et de l'automobilisme) constate qu'il serait incorrect de baptiser cette période de « tout automobile » ou de « moment Pompidou », car le développement des transports en commun n'a pas été totalement abandonné (Flonneau, 2003b).

Les ingénieurs hygiénistes et les chimistes parisiens voient diminuer leur rôle dans la lutte contre la pollution atmosphérique, lorsqu'en 1973 le Comité interministériel pour l'aménagement de la nature et de l'environnement (CIANE) met en place un programme qui vise à créer, dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants, des associations de gestion des réseaux de mesure de la pollution atmosphérique (Charles, 2003). Cette décision est prise dans un contexte de la montée en puissance du droit à l'information sur l'environnement (Boutaric, 2007). Grâce à cette création, le réseau d'acteurs impliqué dans la lutte contre la pollution atmosphérique se restructure en profondeur. La création de ces associations, tout comme leur contrôle, est attribuée aux Directions régionales de l'industrie et de la recherche (DRIR).

En 1979 est créée, sur l'initiative du ministère de l'Environnement et du cadre de vie et de la Direction régionale de l'industrie et de la recherche d'Île-de-France, une association interdépartementale pour la gestion du réseau automatique de surveillance de la pollution atmosphérique et d'alerte en région d'Île-de-France (Airparif) (Charles, 2003). Elle prend la forme d'une association loi 1901 qui dispose d'un conseil

d'administration composé de représentants de l'État, de collectivités territoriales d'Île-de-France et d'acteurs industriels. Cette organisation permet surtout de partager les frais de financement de surveillance de la pollution atmosphérique en région parisienne qui s'avère coûteuse. À sa création, seuls les départements de la petite couronne (les Hauts-de-Seine, la Seine-Saint-Denis et le Val-de-Marne) font partie du conseil d'administration d'Airparif. La création d'Airparif sert aussi les intérêts industriels, et particulièrement ceux de l'industrie automobile. La place des industriels dans le conseil d'administration leur assure une prise sur les réseaux de mesure de la pollution atmosphérique jusqu'alors exploités par les hygiénistes fort impliqués dans la lutte contre la pollution automobile (Charles, 2003).

L'objectif affiché d'Airparif est de centraliser trois réseaux de mesure exploités jusqu'alors en région parisienne par le Laboratoire d'hygiène de la Ville de Paris, le Laboratoire municipal de la préfecture de police et l'Électricité de France (25 appareils implantés à proximité de ses centrales thermiques). Le réseau est mis en route en octobre 1981. Il est alors composé de quatre-vingt-cinq stations et de deux cents analyseurs déployés à Paris, la petite couronne et la vallée industrielle de Mantes. Seules six stations de mesure surveillent la pollution au monoxyde de carbone (CO), traceur de la pollution automobile. La charge de travail est importante et, en même temps, l'effectif du personnel d'Airparif est maigre : cinq personnes travaillent à cette période pour Airparif (Charles, 2003). C'est pourquoi, après la création de cette nouvelle structure, le Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris continue (sous convention avec Airparif), d'exploiter le réseau de mesure de la pollution atmosphérique en région parisienne. Au fur et à mesure, le rôle du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris et celui du Laboratoire municipal de la préfecture de police dans la mesure de la pollution atmosphérique en région parisienne diminuent avec la montée en puissance de ce nouveau réseau sans pour autant disparaître.

4. Conclusion du chapitre

Ce chapitre a montré qu'historiquement, le problème de la pollution de l'air a connu un investissement important après le grand smog de Londres de 1952 à travers la mesure et l'acquisition des données météorologiques. Contrairement au brouillard de la Vallée de la Meuse de 1930 et celui de Donora de 1948, le grand smog de Londres rend possible, selon des ingénieurs hygiénistes du Laboratoire d'hygiène de la Ville de Paris et des chimistes du Laboratoire municipal de la préfecture, la survenue d'un smog mortel à Paris. Ces deux groupes d'acteurs se mobilisent par la mise en place de deux réseaux de mesure de la pollution atmosphérique à Paris qui sont conçus de manière différenciée en fonction des communautés professionnelles qui les ont produits. Ainsi, alors que les ingénieurs hygiénistes mesurent la « pollution atmosphérique globale d'environnement », toutes sources de pollution confondues, les chimistes surveillent la « pollution de voisinage », celle pouvant être associée à une source directe de pollution automobile ou industrielle. Leur mobilisation débouche sur la production de nouvelles connaissances sur la pollution de l'air, notamment les pics de pollution, les sources de pollution et les polluants atmosphériques à Paris.

L'une des conséquences de cette élaboration différenciée des savoirs est l'aboutissement à des conclusions parfois contradictoires : les ingénieurs hygiénistes minimisent le poids de la pollution industrielle pour se concentrer sur le chauffage domestique, alors même que les chimistes montrent que la pollution industrielle et la pollution automobile constituent des sources considérables de pollution atmosphérique dans la capitale. Les autorités publiques utilisent cette divergence des institutions dans la caractérisation et l'évaluation pour définir le problème de la pollution de l'air à travers une source « individuelle » pour laquelle le choix des solutions est le moins problématique : le chauffage domestique. Elle permet aussi à certains acteurs, notamment l'industrie automobile, d'éviter d'être reconnue comme la principale source du problème de la pollution de l'air à Paris. Cela couplé à un ensemble de stratégies de diversion qu'elle adopte, comme la nomination d'un des dirigeants de l'UTAC au poste de secrétaire général de la commission des fumées, lui permet de repousser l'adoption

d'une mesure de régulation de la pollution automobile. Bien au contraire, les autorités publiques accélèrent l'adaptation de la ville à l'automobile.

Comme de nombreux experts face aux problèmes de santé environnementale, les ingénieurs hygiénistes et les chimistes parisiens se sont trouvés « impuissants » (Boudia et Jas, 2014) à surmonter les asymétries de pouvoirs des « Trente Glorieuses », période où la priorité de l'État était d'assurer à tout prix la croissance économique (Pessis *et al.*, 2013). Ainsi, malgré les savoirs scientifiques qu'ils produisent, les ingénieurs hygiénistes du Laboratoire d'hygiène de la Ville de Paris et les chimistes du Laboratoire municipal de la préfecture de police sont placés sous le contrôle administratif des autorités publiques qui évitent à tout prix de mettre en difficulté l'industrie automobile française en pleine croissance (Frioux, 2021). Les industriels détenaient des ressources suffisantes pour rassurer les autorités publiques en démontrant que le problème de la pollution atmosphérique était sous contrôle et qu'il pouvait être résolu par de simples solutions techniques. Dans leurs travaux sur la place des savoirs dans le gouvernement des toxiques, Soraya Boudia et Nathalie Jas remarquent que même si la science n'a pas permis de protéger réellement la population, elle joue un rôle considérable pour identifier et rendre visibles les pollutions environnementales (Boudia et Jas, 2014 ; 2019). Et c'est bien le cas de la mesure de la pollution atmosphérique à Paris qui s'est développée en même temps que la pollution automobile a pris de l'ampleur dans la capitale.

Après le grand smog de Londres de 1952, la question des effets sanitaires de la pollution de l'air est omniprésente dans les préoccupations des ingénieurs hygiénistes et des chimistes parisiens. Leurs inquiétudes se sont alors portées sur les effets des pics de pollution de l'air sur la mortalité, le risque de cancer ou d'intoxication oxycarbonée par l'exposition aux gaz d'échappement de véhicules automobiles. Cette question des effets sanitaires de la pollution atmosphérique a non seulement mobilisé les ingénieurs hygiénistes et les chimistes parisiens, mais a également, guidé tout leur travail. Cependant, bien qu'ils cherchent à étudier ces problèmes, leurs méthodes d'analyse ne leur ont pas permis de conclure à une quelconque relation de causalité entre l'exposition à la pollution de l'air et la surmortalité des Parisiens. De fait, les mécanismes d'action

par lesquels un polluant peut avoir un effet sur la santé seront empreints d'importantes incertitudes scientifiques, et ce durant une longue période. Par ailleurs, le milieu médical a été bien représenté dans les laboratoires parisiens d'étude de la pollution de l'air, notamment dans la direction du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris. Cependant, il ne travaillait pas avec les ingénieurs hygiénistes sur la question des effets de la pollution atmosphérique sur la santé. Il faudra attendre les années 1990, comme nous le verrons dans le chapitre suivant, pour que de nouvelles alliances impliquant des experts de la santé voient le jour.

Le détour par l'histoire permet d'éclairer utilement les configurations actuelles de la production des savoirs au sein du Service Parisien de Santé Environnementale. Historiquement, la métrologie a été au cœur des activités des ingénieurs de ce service rencontrés sur mon terrain d'enquête. Bien que les ingénieurs hygiénistes aient cessé au début des années 1980 d'y exercer les activités de surveillance de la pollution de l'air, ils réalisent encore aujourd'hui des mesures ponctuelles de la pollution de l'air extérieur. Dans leur pratique professionnelle, ces ingénieurs continuent à s'appuyer sur des données métrologiques plutôt que sanitaires. Comme nous le verrons par la suite, malgré la contribution des savoirs des épidémiologistes à la construction d'un cadrage national du problème de la pollution de l'air, la production, l'accumulation et la combinaison de données métrologiques sont la référence pour l'élaboration de politiques de l'air à l'échelle municipale.

Chapitre 3

La chronicisation de la pollution de l'air

Le temps des épidémiologistes

Je poursuis dans ce chapitre mon enquête socio-historique visant à étudier la fragmentation contemporaine des savoirs sur la pollution de l'air. Après avoir étudié dans le chapitre précédent la mobilisation, après le grand smog de Londres de 1952, des ingénieurs hygiénistes du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris et des chimistes du Laboratoire municipal de la préfecture de police, dans ce chapitre, l'objectif est de saisir comment est née la relation entre les épidémiologistes de l'Université Paris Descartes et les ingénieurs hygiénistes du Laboratoire d'hygiène de la Ville de Paris (aujourd'hui Service Parisien de Santé Environnementale). L'objectif est de comprendre le contexte dans lequel la cohorte de nouveau-nés Paris a été implantée au sein du Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène. Pour ce faire, il est nécessaire de revenir sur une étape importante de la construction du problème de la pollution de l'air dans les années 1990. Un nouveau cadrage du problème est alors défini par un jeune groupe d'épidémiologistes, réuni au sein de l'équipe de l'Évaluation des risques de la pollution urbaine sur la santé (ERPURS). Ces derniers appartiennent à une nouvelle génération influencée par l'épidémiologie de terrain pratiquée dans les Centers for Disease Control and Prevention aux États-Unis.

Ce chapitre étudie comment l'équipe ERPURS, par des alliances établies notamment avec les ingénieurs hygiénistes du Laboratoire d'hygiène de la Ville de Paris, a redéfini le problème de la pollution de l'air en déplaçant la définition du problème de l'exposition à des pics de pollution à celle de l'exposition chronique à de relativement faibles niveaux de pollution de l'air. Il s'appuie sur une enquête empirique,

composée d'une série d'entretiens semi-directifs avec les anciens membres de l'équipe ERPURS et d'un large corpus d'articles de presse, d'articles et de rapports scientifiques.

Ce chapitre s'appuie sur des travaux de Daniel Benamouzig et Julien Besançon (2005) et ceux de François Buton et Frédéric Pierru (2012), qui ont montré comment les scandales et crises de santé publique favorisent dans les années 1990 la création d'un ensemble d'agences sanitaires, tel le Réseau national de santé publique¹⁷⁹ qui devient une « aubaine » pour cette nouvelle génération d'épidémiologistes de terrain (Buton et Pierru, 2012). Leurs travaux sont importants pour comprendre comment l'épidémiologie de terrain s'implante au cœur des activités des services de l'État comme « savoir de gouvernement » en étendant, avec l'appui de l'administration centrale, la veille sanitaire aux maladies transmissibles et infectieuses (Benamouzig et Besançon, 2005). L'objectif de ce chapitre est de montrer comment l'équipe ERPURS introduit et développe, à partir du problème de la pollution de l'air, les questions de santé environnementale au sein de ces agences.

Ce chapitre examine, dans un premier temps, le contexte dans lequel cette nouvelle génération d'épidémiologistes s'intéresse au problème de la pollution de l'air alors que ce dernier est considéré, suite à la publication des résultats la cohorte « Pollution atmosphérique et affections respiratoires chroniques » (PAARC), comme un problème révolu de santé publique avec la fin de la société industrielle. Il étudie, dans un deuxième temps, comment ce jeune groupe d'épidémiologistes déplace la définition du problème de la pollution de l'air de l'exposition à des pics de pollution de l'air à l'exposition à de relativement faibles niveaux de pollution de l'air, inférieurs aux valeurs limites réglementaires d'exposition. Ce chapitre examine, dans un troisième temps, comment l'institutionnalisation, par la loi du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie, de la surveillance métrologique et épidémiologique participe à fragmenter des savoirs sur le problème de la pollution de l'air.

¹⁷⁹ Le Réseau national de santé publique a été créé en 1992. Il a été remplacé en 1998 par l'Institut de Veille Sanitaire.

1. La pollution de l'air. Un problème révolu de santé publique ?

Dès la fin des années 1960, les indicateurs de référence de la pollution industrielle et de la pollution domestique, comme le dioxyde de soufre (SO₂) et les fumées noires (FN), baissent de manière considérable¹⁸⁰. Or, cette baisse ne met pas fin au problème de la pollution atmosphérique. De nouvelles questions se posent, à savoir si l'exposition à des niveaux « modérés » de la pollution automobile (l'oxyde d'azote (NO_x) et ses dérivés le dioxyde d'azote (NO₂) et l'ozone (O₃)), telle qu'enregistrée alors dans de grandes villes urbanisées, constitue un problème de santé publique. C'est dans ce contexte que le ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie et le ministère de la Santé Publique sollicitent l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm) pour effectuer une enquête nationale sur la « Pollution atmosphérique et affections respiratoires chroniques » (PAARC)¹⁸¹. Sa coordination est attribuée à Denise Brille (directrice de l'Unité 68 Physiopathologie respiratoire à l'Inserm), en collaboration avec Joseph Lellouch (directeur de recherche de l'Unité 169 Méthodes statistiques et épidémiologiques et études des maladies chroniques à l'Inserm) pour la partie bio statistique et Pierre Bourbon (directeur de l'Unité 57 Pollution atmosphérique à l'Inserm) pour la métrologie des polluants¹⁸². Leur objectif est d'étudier d'éventuels effets de la pollution atmosphérique urbaine sur la santé respiratoire. Joseph Lellouch explique en 1986, dans la revue suisse *Sozial- und Präventivmedizin*, le contexte dans lequel a été mis en place l'enquête PAARC :

« Au début des années 70, il y a maintenant une quinzaine d'années, les ministères français de l'Environnement et du Cadre de Vie et de la Santé¹⁸³ prirent l'initiative d'une enquête épidémiologique sur les conséquences

¹⁸⁰ Médina, Sylvia *et al.* 1996. « Urban air pollution is still a public health problem in Paris ». *World Health Forum*, 17, n° 2 : 187-93.

¹⁸¹ Lellouch, Joseph. 1986. « Pollution atmosphérique et affections respiratoires chroniques. L'enquête nationale française PAARC ». *Sozial- und Präventivmedizin*, 31 : 8-12.

¹⁸² L'unité 57 de l'Inserm a été créée en 1966 à l'initiative de Pierre Bourbon.

Tessier, Jean-François. 2014. « Deux pionniers bordelais de la lutte contre la pollution atmosphérique. Une page de l'histoire de l'Appa ». *Pollution atmosphérique*, n° 222 : [en ligne] <http://lodel.irevues.inist.fr/pollution-atmospherique/index.php?id=4529>.

¹⁸³ Il s'agit de Michel d'Ornano (ministre de l'Environnement et du Cadre de vie) et de Simone Veil (ministre de la Santé et de la sécurité sociale).

éventuelles sur la santé d'une pollution atmosphérique "modérée telle que celle que l'on pouvait rencontrer dans des atmosphères urbaines "typiques". [...] Les études [essentiellement anglaises et américaines, publiées à la suite du grand smog de Londres de 1952] avaient dans l'ensemble montré que les symptômes respiratoires étaient plus fréquents et la fonction pulmonaire diminuée dans les zones "fortement" polluées. Le plus souvent, c'était le complexe dioxyde de soufre/particules en suspension (ou fumées noires) qui était mis en cause, sans que les responsabilités respectives de chacun de ces deux types de polluants, dont les concentrations varient très généralement de façon parallèle, puissent être établies. D'autres polluants (oxydes d'azote, sulfates, ou, dans des régions particulières, ozone) avaient été incriminés, mais les résultats restaient controversés »¹⁸⁴.

L'équipe de recherche recrute une cohorte de 19 191 personnes dans vingt-quatre zones, exposées à des niveaux de pollution atmosphérique aussi contrastés que possible, de sept villes françaises : Bordeaux, Lille, Lyon, Mantes la Jolie, Marseille, Rouen et Toulouse. Son objectif est d'étudier les effets de la pollution atmosphérique sur la prévalence des symptômes respiratoires et l'affection de la fonction ventilatoire dans les sept villes étudiées¹⁸⁵. Bien que Denise Brille et Joseph Lellouch dirigent les unités de recherche à l'Inserm situées en région parisienne, personne n'est recruté à Paris pour faire partie de la cohorte. L'Unité 68 (Physiopathologie respiratoire) de Denise Brille est alors localisée à l'Hôpital Saint-Antoine à Paris et l'Unité 169 (Méthodes statistiques et épidémiologiques et études des maladies chroniques) de Joseph Lellouch à l'Institut Gustave-Roussy à Villejuif. Cependant, il n'était pas possible de définir dans le cadre de cette enquête les raisons qui ont déterminé ce choix.

La cohorte PAARC est composée de 16 664 adultes non ouvriers (âgés de 25 à 59 ans) et 2 527 enfants (âgés de 6 à 10 ans)¹⁸⁶. Afin de ne pas biaiser les résultats de leur étude par une potentielle exposition professionnelle, l'équipe de recherche décide

¹⁸⁴ Lellouch, Joseph. 1986. « Pollution atmosphérique et affections respiratoires chroniques. L'enquête nationale française PAARC ». *Sozial- und Präventivmedizin*, 31 : 8-12.

¹⁸⁵ *Ibidem*.

¹⁸⁶ La cohorte PAARC est constituée de 9 083 femmes et 7 581 hommes (non ouvriers), âgés de 25 à 59 ans, et de 1 236 filles et 1 291 garçons, âgés de 6 à 10 ans.

d'écarter de la cohorte la population ouvrière. En effet, une étude de cohorte repose sur le suivi longitudinal d'un groupe de sujets, *a priori* exempt de la pathologie étudiée pour calculer les risques de survenue d'une pathologie associée à une exposition¹⁸⁷. L'équipe de recherche recueille l'ensemble des données entre 1974 et 1976 ; il s'agit des données de mesure de la pollution atmosphérique (dioxyde de soufre (SO₂), particules en suspension (PS), oxydes d'azote (NO_x) et sulfates), des questionnaires sur les symptômes respiratoires (toux, bronchite chronique, nez bouché, hypersécrétion chronique, bronchopneumopathie aiguë, etc.) et les facteurs de confusion (l'âge, la catégorie socioprofessionnelle, le niveau d'éducation, le tabagisme, l'exposition professionnelle et les conditions de logements). Une dizaine d'années plus tard, l'équipe de recherche arrive à la conclusion que seul le dioxyde de soufre (SO₂) a des effets sur l'apparition des symptômes respiratoires et l'affection de la fonction ventilatoire. Elle ne relève aucune association significative avec les affections respiratoires pour d'autres polluants étudiés. Joseph Lellouch remarque dans une publication en 1986 :

« Des divers polluants étudiés, seuls SO₂ (mesuré de façon spécifique ou par acidimétrie) est apparu corrélé à la prévalence des symptômes respiratoires et à la fonction ventilatoire. Il n'y avait pas de corrélations cohérentes ni avec les oxydes d'azote ou les sulfates, ni plus curieusement avec les particules en suspension (mesurées par gravimétrie ou par réflectométrie) »¹⁸⁸.

Ces résultats rejoignent ceux publiés en 1979 par Walter Holland (professeur de renom en épidémiologie clinique et médecine sociale à Saint Thomas' Hospital à Londres) dans un numéro spécial de la revue *American Journal of Epidemiology* sur la pollution atmosphérique particulaire¹⁸⁹. Walter Holland réalise, en collaboration avec un ensemble de chercheurs britanniques¹⁹⁰, une revue de littérature publiée en

¹⁸⁷ Goldberg, Marcel et Marie Zins. 2012. « Principe et intérêt des cohortes épidémiologiques ». *Actualité et dossier en santé publique*, n° 78 : 14-18.

¹⁸⁸ Lellouch, Joseph. 1986. « Pollution atmosphérique et affections respiratoires chroniques. L'enquête nationale française PAARC ». *Sozial- und Präventivmedizin*, 31 : 8-12.

¹⁸⁹ Holland, Walter *et al.* 1979. « Health Effects of Particulate Pollution : Reappraising the Evidence ». *American Journal of Epidemiology* 110, n° 5 : 525-659.

¹⁹⁰ Les co-auteurs du numéro spécial de la revue *American Journal of Epidemiology* sur la pollution atmosphérique particulaire : A.E. Bennett (professeur d'épidémiologie et de médecine sociale, membre honoraire de l'unité de recherche en médecine sociale et services de santé au St George's Hospital

épidémiologie entre 1968 et 1977 sur la pollution atmosphérique. Il constate alors qu'aucun effet sanitaire ne peut être observé pour l'exposition en dessous de $130\mu\text{g}/\text{m}^3$ (en moyenne annuelle). Cela l'amène à la conclusion que la valeur limite américaine de $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les particules en suspension est scientifiquement injustifiée. Il écrit :

« From studies of adults on short-term or long term effects it is not possible to find any reasonable evidence that would justify the primary standard of $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ for total suspended particulate (HV) (annual geometric mean). Indeed, it is possible to go further and observe that there is a weight of evidence which shows no measurable effect on health of total suspended particles (HV) values in the range $80\text{-}130\mu\text{g}/\text{m}^3$ (annual mean). Recent years have not changed the picture first described in 1958 by Lawther when he showed that the lowest levels at which a group of bronchitic patients recorded symptomatic response to pollution levels was in excess of $250\mu\text{g}/\text{m}^3$ smoke (BS), 24-hour mean »¹⁹¹.

Les résultats de la cohorte PAARC mettent fin aux questionnements de l'État concernant de potentiels effets sanitaires de la pollution de l'air. Pourtant, le problème de la pollution de l'air est encore loin d'être résolu. Lors d'un entretien, Philippe Quénel (professeur honoraire à l'École des Hautes études en santé publique) remarque qu'au moment de la publication des résultats de la cohorte PAARC, les études de cohorte sont considérées comme le « design de référence » en épidémiologie. En théorie, ces études offrent les meilleures conditions pour conclure à l'existence d'une association entre exposition à un facteur de risque et la survenue d'une maladie¹⁹². L'analyse statistique

Medical School (Londres)), I.R. Cameron (professeur de médecine et médecin honoraire au St Thomas's Hospital and Medical School (Londres)), C. du V. Florey (maître de conférences et directeur adjoint de l'unité de recherche en médecine sociale et services de santé au St Thomas's Hospital Medical School (Londres)), S.R. Leeder (professeur de la médecine communautaire à l'Université de Newcastle (Newcastle, Australie)), R.S.F. Schilling (Professeur émérite de santé au travail à la London School of Hygiene and Tropical Medicine (Londres)), A.V. Swan (maître de conférences en statistique médicale et directeur de la section statistique au St Thomas's Hospital Medical School (Londres)), R.E. Waller (membre du Conseil de recherche médicale à unité de toxicologie au St Bartholomew's Hospital Medical College (Londres)).

¹⁹¹ *Ibidem*.

¹⁹² Goldberg, Marcel et Marie Zins. 2012. « Principe et intérêt des cohortes épidémiologiques ». *Actualité et dossier en santé publique*, n° 78 : 14-18.

repose sur la comparaison de l'incidence de la maladie au sein des groupes de population en fonction de leurs niveaux d'exposition, permettant de corriger l'excès d'incidence engendré par les facteurs de confusion (ex. exposition professionnelle ou exposition au tabac)¹⁹³. De plus, l'étude PAARC a été publiée par des scientifiques de renom de l'Inserm qui ont conclu que les niveaux de pollution de l'air, tels que mesurés dans les sept villes étudiées, ne représentaient plus de problème de santé publique. Philippe Quénel raconte :

« l'étude PAARC, cela avait été une grosse étude de cohorte, qui est quand même comment dire le design de référence en épidémiologie, c'est le design roi de l'épidémiologie, c'est ce dont rêve tout épidémiologiste pour pouvoir produire des données de qualité, cela va permettre de contrôler au mieux, sous réserve de ne pas perdre de vue le sujet. On avait une étude de cohorte, menée par une équipe externe de gens scientifiquement très reconnus, et qui avait conclu, voilà, que les effets, certes on avait observé des associations entre pollution atmosphérique et un certain nombre d'effets respiratoire, mais que tout ça étaient des risques relatifs assez modérés et qu'il n'y avait pas vraiment d'enjeux de santé publique majeurs, si vous voulez »¹⁹⁴.

Dans les études de cohorte, la taille d'échantillon, permettant d'établir avec une plus ou moins grande « puissance statistique » une association entre exposition à un facteur de risque et une pathologie, doit tenir compte de l'incidence (le nombre de nouveaux cas) de la pathologie dans la population non exposée, du risque relatif (le rapport du risque dans la population exposée sur celui dans la population non exposée) et de la fréquence d'exposition au facteur de risque¹⁹⁵. Cependant, lorsqu'une maladie est rare, il faut que l'effectif de la cohorte soit conséquent pour pouvoir l'associer à une exposition. Sans quoi, les résultats manquent de puissance statistique. Ainsi, afin qu'une étude de cohorte puisse détecter un risque relatif faible égal à 1,15 (risque relatif pour

¹⁹³ INSERM. 2011. « Méthodes d'étude épidémiologique ». Dans *Reproduction et environnement*, 201-20. Paris: Les éditions Inserm.

¹⁹⁴ Entretien du 11 mai 2017, réalisé au téléphone avec Philippe Quénel, professeur de l'EHESP et directeur du Laboratoire d'étude et de recherche en environnement et santé (LERES).

¹⁹⁵ Goldberg, Marcel et Marie Zins. 2012. « Principe et intérêt des cohortes épidémiologiques ». *Actualité et dossier en santé publique*, n° 78 : 14-18.

les particules fines PM_{2,5})¹⁹⁶, elle doit recruter des dizaines de millions de personnes et porter l'observation sur des années. Marcel Goldberg (professeur émérite d'épidémiologie et santé publique à l'Université Paris Cité) et Marie Zins (médecin épidémiologiste et enseignant chercheur à l'Université Paris Cité) constate qu'en pratique, les cohortes prospectives ne peuvent pas apporter de réponse à certaines questions¹⁹⁷. Dès lors, le recours à d'autres approches est nécessaire. William Dab (professeur émérite du Conservatoire national des arts et métiers), revient sur ce phénomène en indiquant :

« L'excès de risque qu'on recherche à détecter est faible, car les niveaux de pollution ont beaucoup diminué par rapport aux années 50 et 60. Et donc l'épidémiologie classique manque de ce que l'on appelle la puissance statistique. Elles ne sont pas assez puissantes. C'est un peu vouloir observer un virus, alors que vous avez une paire de lunettes. Eh bien vous ne voyez pas le virus, il est là mais vous ne le voyez pas. Vous prenez un microscope électronique et là vous voyez un gros virus ! C'était pareil. L'épidémiologie classique manquait de sensibilité, elle n'arrivait plus à voir les effets de la pollution atmosphérique. Alors que ces nouvelles méthodes avaient une très grande puissance statistique, puisque très vite, vous faites une mesure par jour, si vous avez 5 ans d'observation, vous avez 1 500 données à analyser, ça vous donne tout de suite une très grande puissance statistique. Et toutes les études étaient positives, elles trouvaient toutes une corrélation entre la mortalité et le niveau de pollution, avec un décalage de 1 à 3 jours »¹⁹⁸.

Bien que la cohorte PAARC ait montré que les niveaux « modérés » de la pollution de l'air ambiante n'ont pas de réels effets sur la santé, Bernard Festy (professeur d'hygiène et de santé publique à l'Université Paris Descartes et directeur du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris) est préoccupé par de potentiels effets sanitaires des pics

¹⁹⁶ Medina, Sylvia *et al.* 2016. « Impacts de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyse des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique ». Saint-Maurice : Santé Publique France.

¹⁹⁷ Goldberg, Marcel et Marie Zins. 2012. « Principe et intérêt des cohortes épidémiologiques ». *Actualité et dossier en santé publique*, n° 78 : 14-18.

¹⁹⁸ Entretien du 16 mai 2017, réalisé à Paris avec William Dab, professeur titulaire de la chaire d'Hygiène et Sécurité du Cnam.

de pollution de l'air en région Île-de-France (**tableau 9**). Ainsi, il cherche à s'associer avec un médecin épidémiologiste pour étudier les effets sanitaires des pics de pollution de l'air en Île-de-France. Après quelques recherches, il constate que très peu d'épidémiologistes s'intéressent en Île-de-France à la pollution de l'air. Et ceux qui l'ont étudiée, comme les épidémiologistes de l'Unité 68 ou 169 de l'Inserm, sont arrivés à la conclusion qu'elle ne représente plus de problème de santé publique. Bernard Festy explique :

« À la fin des années 80, ma préoccupation principale, même peut-être un peu avant, était de voir dans quelle mesure la pollution atmosphérique urbaine [...] avait des effets au travers des pics de pollution. Parce que pour le reste nous avions déjà un certain nombre d'enquêtes épidémiologiques, des pays anglo-saxons et un peu en France, grâce à l'Inserm, grâce à des études comme l'étude PAARC, je ne sais pas si vous avez entendu parler de cette étude [...]. Mais moi mon problème c'était qu'en région parisienne, nous avions des pics de pollution par rapport à la pollution atmosphérique « traditionnelle », je dirais « habituelle ». Et je m'inquiétais beaucoup de l'effet de ces pics de pollution sur la santé. Je vais vous dire d'ailleurs qu'actuellement, on n'a pas encore répondu à la question de manière claire. Bien que les circonstances soient assez différentes de celles d'il y a vingt ou trente ans. Donc, je cherchais dans mon environnement proche des médecins épidémiologistes en région parisienne, qui seraient susceptibles de s'intéresser à ce genre de problématique. Et finalement je n'ai trouvé que peu de personnes intéressées à l'époque »¹⁹⁹.

Tableau 9 - Parcours de Bernard Festy

Bernard Festy a été professeur d'hygiène et de santé publique à l'Université Paris Descartes (aujourd'hui l'Université Paris Cité) et membre d'honneur de l'Association pour la prévention de la pollution atmosphérique. Il soutient en 1971 un doctorat ès sciences à l'Université de Strasbourg II. Peu de temps après, il est recruté en 1974 comme directeur du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris. Il encadre alors les activités de surveillance de la pollution de l'air extérieur et intérieur réalisées par son laboratoire en région Île-de-France. Il rédige de nombreux articles sur l'état du réseau de surveillance de la pollution de l'air en Île-de-France, les sources de pollution et l'évolution des polluants mesurés. Il devient en 1978 professeur d'hygiène et de

¹⁹⁹ Entretien du 24 mai 2017, réalisé avec Bernard Festy, professeur émérite de l'Université Paris Descartes et ancien directeur du Laboratoire d'Hygiène de la ville de Paris.

santé publique à l'Université Paris Descartes, une fonction qu'il assure en parallèle de ses activités au Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris.

Au début des années 1990, il rencontre William Dab (médecin épidémiologiste de l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France) avec qui il va étudier les effets de la pollution de l'air sur la santé. Il participe alors à la mise en place du projet d'« Évaluation des risques de la pollution urbaine sur la santé » (ERPURS). Il était l'un des responsables scientifiques de ce projet. Il participe à l'écriture de nombreux articles scientifiques sur les effets de la pollution de l'air sur la santé en Île-de-France qui ont été publiés à l'issue du programme ERPURS.

La surcharge du travail liée à sa double activité l'amène à démissionner en 1993 de son poste de directeur de Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris. Il est alors remplacé par Fabien Squinazi (médecin biologiste et ancien biologiste des hôpitaux). Il poursuit son travail sur la pollution de l'air au sein de la faculté de pharmacie à l'Université Paris Descartes, en collaboration avec Isabelle Momas (épidémiologiste de la même université). Jusqu'en 1996, il contribue au projet ERPURS. Après son départ à la retraite en 1996, il se consacre à une activité associative dans le domaine de la pollution de l'air. De 1997 à 2005, il est président de l'Association pour la prévention de la pollution atmosphérique (Appa). Il rédige de nombreux articles sur la pollution de l'air pour la revue *Pollution atmosphérique*, fondée en 1958 par l'Appa.

Après la publication des résultats de la cohorte PAARC, le Conseil Régional d'Île-de-France questionne la nécessité du financement d'Airparif (association interdépartementale pour la gestion du réseau automatique de surveillance de la pollution atmosphérique et d'alerte en région Île-de-France). Cependant, à la fin du mois de janvier 1989, un anticyclone recouvre la région qui, accompagné d'un phénomène d'inversion de température, piège la pollution de l'air en basse altitude dans la capitale²⁰⁰. La ville de Paris n'est pas la seule à être concernée par le pic de pollution. D'autres grandes villes européennes, comme Genève, Milan et Athènes, enregistrent le même problème²⁰¹. Le 3 février 1989, l'ampleur du problème est telle qu'elle pousse Brice Lalonde (secrétaire d'État) à constituer au ministère de l'Environnement une cellule de surveillance de la pollution de l'air urbaine. Son objectif est de réunir les données de mesure de la pollution de l'air (dioxyde de soufre (SO₂), du monoxyde de carbone (CO), des oxydes d'azote (NO_x), des hydrocarbures (HC) et du plomb (Pb))

²⁰⁰ *Le Monde*. 1989. « Environnement : M. Brice Lalonde crée une cellule de surveillance du smog de Paris ». 6 février 1989.

²⁰¹ *Le Monde*. 1989. « La pollution dans les grandes villes. Week-end d'oxygénation ». 7 février 1989 ; *Le Monde*. 1989. « Environnement : M. Brice Lalonde crée une cellule de surveillance du smog de Paris ». 6 février 1989.

dans vingt-trois agglomérations disposant chacune d'un réseau local de surveillance de la qualité de l'air.

La pollution au dioxyde de soufre (SO₂) n'atteint pas le seuil de 600µg/m³ qui, lorsque dépassé, oblige les centrales d'EDF, les usines de chauffage urbain, les entreprises chimiques de Rhône-Poulenc et de Saint-Gobain à réduire leur activité²⁰². La pollution industrielle n'est plus considérée par les autorités publiques comme un problème en région parisienne²⁰³. L'usage du fuel à faible teneur de soufre a permis aux industries de réduire leurs émissions depuis déjà quelques années. Avec des seuils atteignant 500µg/m³ pour le monoxyde d'azote (NO) et 170µg/m³ pour le dioxyde d'azote (NO₂), Brice Lalonde impute la responsabilité du pic de pollution de l'air de février 1989 à la circulation automobile²⁰⁴. Cependant, la pollution automobile n'est plus la même que celle décrite dans le chapitre précédent. Avec l'introduction du carburant sans plomb en 1985, les taux de plomb dans l'air ont diminué de manière considérable. Désormais, ce sont le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂) qu'Airparif juge responsables des pics de pollution de l'air :

« Dans la matinée du vendredi 3 février, les “renifleurs” de la capitale détectaient des doses de monoxydes d'azote dépassant 500 microgrammes par mètre cube d'air, soit le triple des taux habituels. S'y ajoutaient des taux de dioxyde d'azote de 170 microgrammes par mètre cube d'air. Les 200 microgrammes avaient été dépassés à trois reprises au cours de la semaine précédente »²⁰⁵.

²⁰² *Ibidem*.

²⁰³ Au cours des années 1990, le problème de la pollution industrielle revient régulièrement dans les médias à l'occasion de pics de pollution ou d'odeurs nauséabondes se manifestant en province dans des agglomérations industrialisées, telles que le Havre, le Port Jérôme, Rouen, Strasbourg, Grenoble, Lille, Dunkerque et Lyon. En témoignent de nombreux articles publiés dans la presse, comme : Jacques Fortier. 1991. « Vosges : l'encadrement nordique ». *Le Monde*, 20 septembre 1991 ; *Les Échos*. 1991. « Lyon réorganise ses réseaux ». 30 octobre 1991, sect. Supplément industrie ; *Les Échos*. 1991. « Grenoble joue le bon élève de la classe Europe ». 30 octobre 1991, sect. Supplément industrie ; *Les Échos*, « 400 renifleurs bénévoles pour “Air Normand” ». 30 octobre 1991, sect. Supplément Industrie.

²⁰⁴ *Le Monde*. 1989. « Environnement : M. Brice Lalonde crée une cellule de surveillance du smog de Paris ». 6 février 1989.

²⁰⁵ *Ibidem*.

Bien que la pollution automobile soit tenue responsable du pic de pollution de l'air en cours, aucune alerte, ni aucune mesure restrictive ne sont prévues pour le prendre en charge. Devant cette inaction généralisée de l'Hôtel de Ville, de la Préfecture de Police et du ministère de l'Environnement, le journal *Le Monde* passe en revue les actions de lutte contre les pics de pollution de l'air initiées par d'autres villes européennes²⁰⁶. La ville d'Athènes a mis en place un dispositif de circulation alternée, un dispositif qui prévoit la circulation des véhicules immatriculés avec un numéro pair les jours pairs et ceux immatriculés par un numéro impair les jours impairs. À Milan, la mairie a restreint la circulation dans le centre-ville aux poids lourds aux horaires de pointe. À Paris, les autorités nationales, régionales et municipales continuent à se renvoyer la responsabilité de prise en charge du problème. Pour Brice Lalonde, c'est aux candidats aux municipales de proposer des actions pour résoudre le problème de la pollution automobile pendant la mandature à venir :

« Laisser les voitures circuler alors que l'air, lui, ne circule plus est une contradiction qui, aujourd'hui, saute aux yeux. L'avantage des transports en commun, économiques et peu polluants, apparaît plus clairement que jamais. Les candidats aux municipales devraient réfléchir à ce problème et nous dire ce qu'ils comptent faire pour le résoudre dans les six ans à venir »²⁰⁷.

Sept mois plus tard, le rapport confidentiel de l'OMS sur les effets des pics de pollution de l'air sur la santé, notamment ceux à l'ozone (O₃) et au dioxyde de soufre (SO₂), fuite dans les médias²⁰⁸. Il a été réalisé à la demande de la Commission économique pour l'Europe des Nations Unies. Dans ce rapport, l'OMS remarque qu'une exposition estivale aux pics de pollution à l'ozone (O₃) peut déclencher des difficultés respiratoires et, en cas d'exposition répétée, conduire au développement de pathologies chroniques irréversibles. Quant à l'exposition hivernale aux pics de pollution au dioxyde de soufre (SO₂), elle serait à l'origine des affections pulmonaires aiguës, particulièrement néfastes pour les personnes asthmatiques ou celles souffrant de

²⁰⁶ *Ibidem*.

²⁰⁷ *Ibidem*.

²⁰⁸ Vichniac, Isabelle. 1990. « Un rapport non publié de l'OMS. Les effets de la pollution atmosphérique sur la santé des Européens ». *Le Monde*, 17 septembre 1990.

maladies cardiovasculaires. Le rapport de l’OMS ne porte pas sur les effets sanitaires chroniques de l’exposition à de relativement « faibles doses » de la pollution automobile, comme de l’oxyde d’azote (NO_x), du monoxyde de carbone (CO) et des hydrocarbures (HC). Pourtant, la question se pose de savoir si l’exposition à la pollution automobile pourrait avoir des effets sur la santé²⁰⁹. Dès 1989, le journal *Le Monde* insiste sur le manque de connaissances et de nombreuses incertitudes concernant les effets de la pollution automobile sur la santé²¹⁰. Ceci, alors qu’en même temps, nous l’avons vu dans le deuxième chapitre de cette thèse, les données de mesure de la pollution automobile n’ont cessé de s’accumuler dans la capitale depuis 1952. Les journalistes s’indignent que, dans le domaine de toxicologie et de l’épidémiologie, tout reste à faire sur la pollution de l’air automobile :

« Le cas des gaz d’échappement est plus inquiétant. Oxyde d’azote, monoxyde de carbone, hydrocarbures, aucun de ces composants toxiques n’est soumis à un plafond équivalent à celui existant pour le soufre. En conséquence, aucune alerte n’est prévue. Il est vrai que si à très haute dose leur toxicité est amplement démontrée, les scientifiques sont incapables de dire quels sont, à faibles doses, leurs effets à long terme sur les bronches des citoyens. Pourtant, personne n’oserait soutenir que leur présence dans l’air des villes est inoffensive. En matière de recherche fondamentale comme dans le domaine de l’épidémiologie, tout reste à faire »²¹¹.

Alors qu’en France les effets sanitaires de la pollution automobile ne sont qu’au stade d’une hypothèse, le projet du Clean Air Act est en discussion aux États-Unis²¹². Cette montée en puissance des préoccupations pour la pollution automobile pousse l’industrie automobile à étudier les effets sanitaires de celle-ci. Dès le début des années 1990, Renault (le constructeur automobile français) sollicite le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) pour conduire une étude sur les particules diesel,

²⁰⁹ *Le Monde*. 1989. « Environnement : M. Brice Lalonde crée une cellule de surveillance du smog de Paris ». 6 février 1989.

²¹⁰ *Ibidem*.

²¹¹ *Ibidem*.

²¹² Serge, Marti. 1990. « L’Amérique se met au vert. Après neuf mois de discussions, le Sénat et l’administration américains se sont mis d’accord pour adopter une nouvelle “loi sur l’air pur” ». *Le Monde*, 6 avril 1990.

suspectées d'aggraver les maladies respiratoires. Le CNRS décide d'attribuer ce projet au Laboratoire de Cytophysiologie et Toxicologie cellulaire dirigé alors par Francelyne Marano (professeur de biologie cellulaire et de toxicologie à l'Université Paris-Diderot). Francelyne Marano indique lors d'un entretien :

« Le CNRS a été contacté par Renault qui se préoccupait de l'impact des particules diesel, c'était au début des années 90, on peut sûrement retrouver des éléments concernant cette demande qui a été faite au CNRS par Renault. Renault voulait avoir une meilleure compréhension des effets des particules diesel, parce qu'à cette époque il y avait déjà des controverses sur le diesel ».

Peu après la promulgation du *Clean Air Act*, le Conseil Régional d'Île-de-France et le Préfet de région sollicitent en décembre 1990 l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France pour confirmer (ou pas) l'hypothèse selon laquelle la pollution de l'air urbaine aurait d'éventuels effets sur la santé²¹³. L'idée est alors d'évaluer la pertinence du financement du réseau de surveillance d'Airparif par le Conseil Régional d'Île-de-France. L'Observatoire régional de santé d'Île-de-France a été créé en 1974 en tant qu'établissement d'études auprès du Préfet de région pour appuyer les politiques régionales de santé. Il est le premier observatoire régional de santé à être implanté en France. Sa mission principale est alors de réunir et de produire des données sanitaires permettant de dresser un portrait de l'état de la santé de la population en Île-de-France. Le dossier de la pollution de l'air est attribué par l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France à William Dab (professeur à l'École Nationale de Santé Publique – **tableau 10**), en collaboration avec (Philippe Quénel, médecin épidémiologiste à l'Unité 88 de l'Inserm²¹⁴ - **tableau 11**).

Lorsque William Dab se voit attribuer la mission du Conseil régional d'Île-de-France, il est dubitatif quant aux potentiels effets de la pollution de l'air sur la santé.

²¹³ Médina, Sylvia *et al.* 1994. « Évaluation de l'impact de la pollution atmosphérique urbaine sur la santé en Île-de-France 1987-1992 ». Paris : Observatoire régional de santé d'Île-de-France.

²¹⁴ L'Unité 88 (Santé Publique et épidémiologies sociale et économique) de l'Inserm a été dirigée entre 1983 et 2005 par Marcel Goldberg (médecin et épidémiologiste français de renommée). Elle était au départ située à l'Hôpital de la Pitié-Salpêtrière à Paris pour être délocalisée en 1995 à l'Hôpital de Saint-Maurice à Saint-Maurice.

Après ses études de médecine à l'Université Paris Descartes, il a étudié l'épidémiologie à l'Université Laval au Canada. Son programme de formation comprenait alors un cours sur la santé environnementale, y compris la pollution de l'air. Pendant ce cours, William Dab avait étudié les travaux de Walter Holland (un épidémiologiste britannique de renom) pour qui les niveaux de la pollution urbaine étaient trop bas pour avoir des effets sanitaires. Walter Holland avançait dans ses travaux l'idée selon laquelle aucun effet sur la santé ne pouvait être observé suite à l'exposition aux particules en suspension en dessous de $130\mu\text{g}/\text{m}^3$. De nombreux épidémiologistes se sont rangés par la suite sur cet avis en considérant la pollution de l'air comme un problème révolu de santé publique. William Dab raconte lors d'un entretien :

« J'ai étudié l'épidémiologie dans les années 1980 au Canada. Dans mon programme de formation il y avait un module sur l'environnement et la santé avec un excellent professeur. Quand on a abordé le chapitre sur la pollution atmosphérique, il nous avait fait lire un article d'un épidémiologiste anglais très connu : Walter Holland. Et Walter Holland disait : « *Air pollution is no more a public health problem* » [...]. Et puis un jour la directrice de l'ORS me dit : "le vice-président du conseil régional d'Île-de-France veut nous voir à propos de la pollution atmosphérique, viens avec moi". Je l'accompagne et ce président nous dit "je veux votre avis car la région est sollicitée pour financer Airparif, et moi je voudrais savoir à quoi ça sert de surveiller la pollution atmosphérique. Soit vous nous dites qu'il y a des risques pour la santé et il faut qu'on la mesure, soit vous me dites qu'il n'y en a pas et je vois pas pourquoi on ferait des mesures, donnez-moi la réponse". On me dit en sortant de la réunion qu'il faut que je fasse une revue de la littérature. Et moi, j'avais les travaux de Walter Holland en tête. Je me suis dit qu'il va falloir plusieurs semaines de travail sur un truc qui n'est plus un problème, sauf qu'il faut que je l'argumente. Ça commence comme ça »²¹⁵.

²¹⁵ Entretien du 16 mai 2017, réalisé à Paris avec William Dab, professeur titulaire de la chaire d'Hygiène et Sécurité du Cnam.

Tableau 10 - Parcours de William Dab²¹⁶

William Dab, professeur émérite au Conservatoire National des Arts et Métiers (Cnam). Il est diplômé en 1982 d'un doctorat en médecine à l'Université Paris Descartes et d'une Maîtrise en épidémiologie à l'Université Laval au Canada. Sa formation l'amène de la médecine hospitalière à la santé publique. Il est embauché en 1986 comme médecin épidémiologiste à l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France. Il y développe le réseau des Groupes Régionaux d'Observation de la Grippe (GROG) et le programme d'Évaluation des risques de la pollution urbaine sur la santé (ERPURS). En 1992, il soutient un doctorat en bio statistique, informatique médicale et santé publique à l'Université de Montpellier qui porte sur la valeur décisionnelle de la surveillance épidémiologique dans les situations d'urgence et de crise de santé publique. Il devient en 1990 professeur au département environnement et santé à l'École Nationale de la Santé Publique et en 1994 directeur adjoint du Service des études médicales à l'EDF GDF Distribution. De 1996 à 1999, il est délégué général de l'Association pour la prévention de la pollution atmosphérique (Appa).

Il est engagé en 1999 comme conseiller scientifique du professeur Lucien Abenhaim (directeur général de la santé). Trois ans plus tard, il est recruté au sein du cabinet de Jean-François Mattei (ministre de la Santé, de la Famille et des Personnes handicapées) comme conseiller technique chargé des questions de santé publique. Après la démission en 2003 de Lucien Abenhaim à la suite d'une controverse sur la gestion de la canicule, William Dab est nommé en 2003 directeur général de la santé, fonction qu'il quitte en 2005. Il est de 2005 à 2008 président du Comité européen de l'Environnement et de la Santé du Bureau Régional de l'Organisation Mondiale de la Santé pour l'Europe. Il devient en 2007 professeur titulaire de la chaire d'Hygiène et Sécurité du Conservatoire national des arts et métiers (Cnam) et prend la tête du laboratoire de recherche « Modélisation et Surveillance des Risques pour la Sécurité Sanitaire ». Il est de 2012 à 2016 directeur de l'École des Sciences industrielles et technologies de l'information (SITE) du Cnam. En 2020, il décide de partir à la retraite.

Spécialiste de santé publique et épidémiologiste, il était membre de nombreux comités d'experts. Il était, entre autres, membre élu du Conseil exécutif de l'OMS (2004), président du conseil scientifique du plan d'action chlordécone aux Antilles françaises (2007-2010) et président de la commission d'évaluation des innovations techniques dans le domaine de détection et du traitement de l'amiante dans le bâtiment (2016-2018).

Ses travaux de recherche ont porté sur la surveillance épidémiologique et la quantification des risques sanitaires dans les domaines de la pollution de l'air, des champs électromagnétiques, des épidémies de grippe et de Sida et des agents biologiques (grippe, vibrio cholerae, légionnelles et amibes).

²¹⁶ *Les Échos*. 2003. « William Dab ». 22 août 2003 ; Le Cnam. s. d. « William Dab », *Risque, santé, sécurité*. Dernière consultation le 12 avril 2022. <https://securite-sanitaire.cnam.fr/presentation/william-dab-572623.kjsp>.

Tableau 11 - Parcours de Philippe Quénel²¹⁷

Philippe Quénel, professeur honoraire à l'École des Hautes études en santé publique (EHESP). Médecin de formation, il commence sa carrière en 1987 comme chargé d'étude à l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France. Il y développe, en collaboration avec William Dab, le réseau des Groupes Régionaux d'Observation de la Grippe. Il commence en 1988 sa thèse en santé publique et en bio statistique à l'Inserm qui porte sur la surveillance épidémiologique des épidémies de grippe. Il coordonne également le projet d'Évaluation des risques de la pollution urbaine sur la santé (ERPURS) à l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France.

Après la soutenance de sa thèse en 1993, il est recruté par le Réseau national de santé publique (RNSP) comme responsable adjoint de l'unité Santé Environnement, constituée de huit épidémiologistes et de deux biostatisticiens. Il y est chargé de la mise en place du programme de surveillance Air & Santé visant à estimer les effets de la pollution de l'air sur la santé dans neuf villes françaises (Paris, Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Rouen, Toulouse et Strasbourg). Six ans plus tard, il prend la direction de ce même département qu'il quitte en 2002 pour un poste de coordinateur scientifique de la Cellule interrégionale d'épidémiologie (Cire) Antilles-Guyane, structure régionale de l'Institut de Veille Sanitaire (InVS). Son travail consiste alors à renforcer les dispositifs de surveillance et d'alerte des maladies infectieuses à transmission vectorielle, notamment de la dengue et du chikungunya. Il prend en 2011 la direction de l'Institut Pasteur de la Guyane, institut de recherche, de surveillance et de prévention des maladies infectieuses tropicales. Dès son retour en métropole en 2014, il dirige le Laboratoire d'Études et de Recherche en Environnement Santé (LERES) à l'École des Hautes Études en Santé Publique et codirige l'« Équipe 9 » de recherche en épidémiologie et expologie environnementale à l'Institut de recherche en santé, environnement et travail (IRSET), unité mixte de recherche de l'Inserm, de l'Université de Rennes 1 et de l'École des hautes études en santé publique (EHESP).

Dès le début de sa carrière, Philippe Quénel a été impliqué dans le développement en France de l'épidémiologie de terrain. Il intervient dans les années 1990 dans de nombreuses formations à l'épidémiologie de terrain, telles que le DEA d'Épidémiologie et Intervention en Santé Publique à l'Université Bordeaux Segalen, le cours de l'Institut pour le développement de l'épidémiologie appliquée (IDEA) et le European Programme for Intervention Epidemiology Training (EPIET). Il assure, depuis 2016, la présidence de l'association pour le développement de l'épidémiologie de terrain (EPITER).

Afin de vérifier l'hypothèse selon laquelle la pollution de l'air aurait d'éventuels effets sanitaires en Île-de-France, William Dab et Philippe Quénel comptent utiliser le modèle développé dans le cadre de la surveillance de la circulation des virus grippaux

²¹⁷ École des hautes études en santé publique. 2018. « Philippe Quénel ». Dernière consultation le 10 août 2022. <https://www.ehesp.fr/annuaire/enseignement-recherche/philippe-quenel/>.

pour le transposer à la pollution de l'air²¹⁸. Le réseau des Groupes Régionaux d'Observation de la Grippe a été mis en place en 1984 par William Dab et Philippe Quénel, en collaboration avec Claude Hannoun (professeur de virologie à l'Institut Pasteur) et Jean-Marie Cohen (médecin généraliste). Son objectif était double. Il s'agissait de détecter la circulation d'un virus grippal pour prélever aussitôt ses souches permettant d'adapter la composition des vaccins et d'anticiper l'évolution de l'épidémie de la grippe²¹⁹. Il s'agissait aussi d'appuyer les autorités publiques dans l'atténuation de l'impact des épidémies de grippe sur le système de soins, notamment la prise en charge des patients et la rupture de stock des médicaments. William Dab et Philippe Quénel cherchent alors à s'appuyer sur l'exemple du réseau des Groupes Régionaux d'Observation de la Grippe pour développer un réseau de surveillance des effets de pics de pollution de l'air sur les indicateurs épidémiologiques de recours aux soins, tels que les visites médicales à domicile, la consommation de médicaments, les passages aux urgences, les hospitalisations, etc.²²⁰.

Très vite, William Dab et Philippe Quénel décident de rencontrer un ensemble d'experts de santé publique (épidémiologistes, pneumologues et toxicologues) et de surveillance de la pollution de l'air (ingénieurs chimistes et métrologues) pour discuter de la pertinence de leur démarche²²¹. Parmi ces experts, ils rencontrent Bernard Festy (professeur d'hygiène et de santé publique à l'Université Paris Descartes et directeur du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris) qui cherche à travailler avec le personnel médical pour étudier les effets de la pollution de l'air. Après les discussions, les deux épidémiologistes arrivent à la conclusion qu'il n'est pas possible de transposer le réseau des Groupes Régionaux d'Observation de la Grippe au problème de la pollution de l'air. William Dab et Philippe Quénel constatent que, contrairement aux épidémies

²¹⁸ Quénel, Philippe. 2008. « L'épidémiologie d'intervention : une pratique professionnelle entre science et politique, revendiquée et assumée. Le cas de la pollution atmosphérique ». *Sciences Sociales et Santé* 26, n° 4 : 39-50.

²¹⁹ Hannoun, Claude, William Dab, et Jean-Marie Cohen. 1989. « A new influenza surveillance system in France: The Île-de-France "GROG". 1. Principles and methodology. », *European Journal of Epidemiology* 5, n° 3 : 285-93.

²²⁰ Quénel, Philippe. 2008. « L'épidémiologie d'intervention : une pratique professionnelle entre science et politique, revendiquée et assumée. Le cas de la pollution atmosphérique ». *Sciences Sociales et Santé* 26, n° 4 : 39-50.

²²¹ *Ibidem*.

saisonniers de grippe, la surveillance épidémiologique de la pollution de l'air ne peut se réduire aux pics de pollution de l'air. Pour eux, l'exposition chronique est bel et bien plus nocive pour la santé. William Dab considère que surveiller la pollution de l'air comme une épidémie de grippe représentait une erreur conceptuelle. Il explique :

« On avait monté un système dans lequel on était capable de détecter le début d'une épidémie de grippe beaucoup plus vite que tout ce qui se faisait avant. Ainsi, le schéma que je développe pour la pollution atmosphérique est le suivant : Airparif c'est l'institut Pasteur et la pollution atmosphérique était un virus, et de la même manière qu'il y a des périodes d'épidémie de grippe, nous allons détecter les pics de pollution. On est parti comme ça et c'est une erreur conceptuelle car on a jamais pu... la notion de pics de pollution n'avait pas de sens. On n'a jamais été capable de définir de façon rigoureuse ce qu'était un pic de pollution, et de toute façon, le problème n'était plus là. Les analyses de Philippe [Quénel] ont montré que le véritable problème de santé publique n'est pas quand la pollution monte un peu, c'est l'exposition quotidienne, le bruit de fond quotidien qui est trop élevé, et c'est ça qui crée véritablement le problème de santé publique »²²².

Même si les deux épidémiologistes ne se servent pas du modèle de réseau des Groupes Régionaux d'Observation de la Grippe, l'apport de ce réseau est important, car il était l'exemple par excellence de l'épidémiologie d'« intervention », connu également sous le nom d'épidémiologie « appliquée » ou « de terrain ». Lors d'un entretien, Philippe Quénel indique :

« Si le GROG nous avait servi de point de départ pour réfléchir à la méthodologie à mettre en œuvre, il était également pour nous un exemple, non totalement achevé, de ce que devait être une surveillance épidémiologique résolument inscrite dans l'action de santé publique. À l'époque, le GROG

²²² Entretien du 16 mai 2017, réalisé à Paris avec William Dab, professeur titulaire de la chaire d'Hygiène et Sécurité du Cnam.

constituait sans doute l'une des rares illustrations de l'épidémiologie dite "d'intervention" »²²³.

William Dab et Philippe Quénel font partie d'une nouvelle génération d'épidémiologistes qui conteste dans les années 1980 la conception de l'épidémiologie académique à l'Inserm promouvant la recherche plutôt que l'aide à la décision (Benamouzig et Besançon, 2005). Cette nouvelle génération d'épidémiologistes est influencée par l'épidémiologie de terrain, telle que pratiquée dans les Centers for Disease Control and Prevention aux États-Unis. Les Centers for Disease Control and Prevention créent en 1951 l'Epidemic Intelligence Service (EIS), le programme destiné à former des épidémiologistes de terrain au service de l'action publique (Benamouzig et Besançon, 2005). Ce type d'épidémiologie repose sur une triple mission : « observer » et « surveiller » l'état de santé de la population pour « alerter » les autorités publiques en cas de potentielles crises sanitaires (Buton et Pierru, 2012).

La formation EIS est partiellement importée en France en 1984 par Louis Massé (professeur d'épidémiologie à l'École nationale de santé publique) et Philippe Stoeckel (directeur de l'Agence de coopération internationale pour la médecine préventive) qui s'associent à Charles Mérieux (médecin et fondateur de la Fondation Mérieux) et Michael Gregg (directeur du bureau de la formation EIS au sein des Centers for Disease Control and Prevention) pour créer une formation française à l'épidémiologie appliquée. Ils implantent en France un cours international d'épidémiologie appliquée (IDEA) d'une durée de trois semaines qui privilégie une formation plus pratique que théorique. Il s'articulait autour d'une enquête de santé publique que les stagiaires devaient concevoir, réaliser et analyser tout au long de la formation (Buton et Pierru, 2012). Ce cours est, encore aujourd'hui, validé par la délivrance d'un certificat de participation et non pas d'un diplôme. Une fois la première session du cours IDEA terminée, une quinzaine de stagiaires crée en 1985 une association pour le développement de l'épidémiologie de terrain (Épiter). Ils organiseront par la suite les journées scientifiques permettant aux nouveaux stagiaires, de potentiels « épitériens », de présenter leurs

²²³ Quénel, Philippe. 2008. « L'épidémiologie d'intervention : une pratique professionnelle entre science et politique, revendiquée et assumée. Le cas de la pollution atmosphérique ». *Sciences Sociales et Santé* 26, n° 4 : 39-50.

enquêtes (Buton et Pierru, 2012). Selon les sociologues Daniel Benamouzig et Julien Besançon (2005), cet avènement en France de l'épidémiologie de terrain dans les années 1980 est concomitant au déploiement de la surveillance épidémiologique avec la mise en place du réseau Sentinelles et l'implantation des Observatoires régionaux de santé.

2. Construire des alliances scientifiques

Une dizaine d'années après la création d'Airparif, le Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris est à nouveau sollicité sur le problème de la pollution de l'air. William Dab et Philippe Quénel s'allient avec Bernard Festy (directeur du Laboratoire d'hygiène de la Ville de Paris et professeur d'hygiène et de santé publique à l'Université Paris Descartes) pour réaliser une revue de la littérature épidémiologique, publiée entre 1980 et 1991, sur les effets sanitaires de la pollution de l'air. Ce projet est financé par le Conseil régional d'Île-de-France, le ministère de l'Environnement et EDF-GDF (Électricité de France et Gaz de France). La décision est prise de rassembler une équipe de recherche, placée sous la responsabilité scientifique de William Dab et de Bernard Festy. Cette équipe, qui sera plus tard dénommée équipe « ERPURS » (Évaluation des risques de la pollution de l'air sur la santé), est alors composée de : Philippe Quénel (médecin épidémiologiste à l'Unité 88 de l'Inserm), Sylvia Médina (médecin épidémiologiste à l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France), Isabelle Momas (pharmacienne et épidémiologiste à la Faculté de pharmacie de l'Université Paris Descartes), Philippe Pirard (interne de santé publique à l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France) et Yvon Lemoullec (ingénieur métrologiste au Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris) (**tableau 12**). Lors d'un entretien, Bernard Festy raconte comment s'est constituée cette équipe ERPURS :

« au fil des discussions, petit à petit, nous avons convenu qu'on allait travailler ensemble, et former un groupe multidisciplinaire associant le Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris [...] et les épidémiologistes qui travaillaient sur d'autres problématiques à l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France. Dans un premier temps, nous avons convenu de faire un bilan de la littérature

pour voir où en étaient nos collègues européens et américains sur le sujet. On savait déjà que c'était aux États-Unis que les choses avaient pris de l'avance »²²⁴.

Tableau 12 - Membres de l'équipe « ERPURS »

Nom	Statut en 1992
Ruth Ferry	Directrice de l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France
Bernard Festy	Professeur à la Faculté de pharmacie de l'Université Paris Descartes et directeur du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris
William Dab	Médecin épidémiologiste, professeur à l'École Nationale de Santé Publique
Philippe Quénel	Médecin épidémiologiste à l'Unité 88 de l'INSERM, coordinateur du groupe de travail
Yvon Lemoullec	Ingénieur métrologiste au Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris
Sylvia Médina	Médecin épidémiologiste à l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France
Isabelle Momas	Pharmacienne et épidémiologiste à la Faculté de pharmacie de l'Université Paris Descartes
Philippe Pirard	Interne de santé publique à l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France

L'équipe ERPURS recense deux cent quatre-vingts études épidémiologiques sur la pollution de l'air, publiées entre 1980 et 1991 en français, anglais et espagnol²²⁵. Parmi cet ensemble de travaux, l'équipe identifie une série d'études « écologiques temporelles », essentiellement britanniques et nord-américaines, qui ont identifié une relation à court terme entre les variations quotidiennes de fumées noires (plus faibles que celles enregistrées lors des épisodes du smog mortel dans la Vallée de la Meuse en 1930, à Donora en 1948 et à Londres en 1952) et la mortalité. Peu connues en France, les études « écologiques temporelles » analysent l'association quotidienne entre indicateurs de l'exposition de la population au facteur de risque (niveaux de polluants dans l'air) avec l'état de la santé (mortalité, hospitalisation, passages aux urgences

²²⁴ Entretien du 24 mai 2017, réalisé avec Bernard Festy, professeur émérite de l'Université Paris Descartes et ancien directeur du Laboratoire d'Hygiène de la ville de Paris.

²²⁵ Ferry, Ruth *et al.* 1992. « Effets à court et moyen terme de la pollution atmosphérique sur la santé. Analyse des études épidémiologiques publiées entre 1980 et 1991 ». Paris : Observatoire régional de santé d'Île-de-France.

etc.)²²⁶. Ce type d'étude est considéré comme « écologique », car il tient compte de l'exposition moyenne de la population à la pollution de l'air et non pas l'exposition individuelle, et comme « temporelle », car il met en relation des variations de polluants avec celles des indicateurs de santé (ex. la mortalité), collectés pour le même intervalle de temps (Dab et Roussel, 2001). Les études « écologiques temporelles » disposent d'une puissance statistique qui permet de détecter les risques individuels faibles que les études épidémiologiques classiques (ex. études de cohorte) ne parviennent pas à mettre en évidence.

Contrairement à ce que l'équipe ERPURS supposait au départ, la pollution de l'air représente bel et bien un problème de santé publique. Ainsi, elle adresse, à l'issue de sa revue de la littérature, deux recommandations au Conseil régional d'Île-de-France²²⁷. Elle recommande de réaliser une étude écologique temporelle sur la pollution de l'air pour la région Île-de-France. Elle préconise aussi de mettre en place, à l'instar du réseau des Groupes Régionaux d'Observation de la Grippe, un système de surveillance épidémiologique des effets sanitaires de la pollution de l'air. L'équipe ERPURS agit d'une part comme « lanceur d'alertes » (Chateauraynaud et Torny, 1999) sur de potentiels effets sanitaires de faibles niveaux d'exposition à la pollution de l'air et, d'autre part, comme épidémiologistes de terrain soucieux de produire des savoirs visant à appuyer les politiques publiques.

Après la publication de la revue de la littérature, l'équipe ERPURS est contactée par Denis Zmirou (assistant hospitalier à la faculté de médecine de l'Université Joseph Fourier à Grenoble – **tableau 13**). Il leur parle alors d'un vaste projet de recherche sur les effets sanitaires de la pollution de l'air qui vient d'être lancé à l'échelle européenne, intitulé : Air Pollution on Health: A European Approach (APHEA). Ce projet a été mis en place en 1992 dans le contexte d'un vaste débat scientifique sur les normes européennes de la qualité de l'air, jugées par certains experts insuffisantes pour protéger

²²⁶ Quénel, Philippe *et al.* 1998. « Impact sur la santé de la pollution atmosphérique en milieu urbain : synthèse des résultats de l'étude APHEA (Air Pollution and Health: A European Approach) ». *Bulletin épidémiologique hebdomadaire*, n° 2 : 5-7.

²²⁷ Médina, Sylvia *et al.* 1996. « Urban air pollution is still a public health problem in Paris ». *World Health Forum* 17, n° 2 : 187-93.

la population. Il a été financé par la Commission des Communautés Européennes pour estimer les effets à court terme de la pollution de l'air sur la santé dans quinze villes européennes, notamment Amsterdam, Rotterdam, Athènes, Barcelone, Helsinki, Cologne, Londres, Milan, Lyon, Paris, Lodz, Poznań, Cracovie, Wrocław et Bratislava²²⁸. Coordonné par Klea Katsouyanni (professeure en bio-statistique et épidémiologie à l'Université d'Athènes) le projet réunit au total onze équipes de recherche. Parmi ces dernières, on retrouve celle de Denis Zmirou qui est en charge d'une étude écologique temporelle pour la ville de Lyon. Sur l'initiative de Denis Zmirou, l'équipe ERPURS est invitée à rejoindre le projet APHEA pour en constituer le pôle parisien.

Tableau 13 - Parcours de Denis Zmirou²²⁹

Denis Zmirou, professeur honoraire de l'Université de Lorraine. Il soutient son doctorat en médecine en 1979 à l'Université Joseph Fourier à Grenoble. Assistant de médecine, il poursuit un DEA d'Économie de la santé à l'Université Jean Moulin à Lyon qu'il obtient en 1984. Son mémoire porte alors sur les inégalités sociales de la santé. Il réalise en 1985 un Master de Santé Publique à la Harvard University et en 1990 un Doctorat sur la pollution atmosphérique à l'Université Joseph Fourier. Après la publication de sa thèse, il est impliqué dans les discussions sur la révision des normes européennes de la qualité de l'air. Peu de temps après, il rejoint le projet européen Air Pollution and Health: a European Approach (APHEA). Il réalise dans ce cadre une étude écologique temporelle pour la ville de Lyon.

Il est engagé en 2001 comme Professeur des Universités-Praticien hospitalier à l'Université de Lorraine. Il est recruté en 2003 par l'Agence française de sécurité sanitaire environnementale pour un poste de Directeur scientifique. Il quitte sa fonction en 2005 en raison d'un ancien désaccord avec la directrice générale concernant l'orientation et la gestion de cette agence²³⁰. Il est de 2004 à 2008 le directeur de l'équipe ERI n°11 (Évaluation et prévention des risques professionnels et environnement) de l'Inserm à Nancy. Il rejoint en 2008 l'École des hautes études en santé publique à Rennes pour prendre la direction du département santé-environnement-travail. Il rencontre alors Séverine Deguen (docteur en biomathématiques et enseignant-chercheur en bio-statistiques et épidémiologie

²²⁸ Katsouyanni, Klea, Denis Zmirou, *et al.* 1996. « Short-term effects of air pollution on health: a European approach using epidemiological time-series data » : the APHEA protocol. *Journal of epidemiology and community health* 50 : 12-18. https://doi.org/10.1136/jech.50.suppl_1.s12..

²²⁹ Haut Conseil de la Santé Publique. 2018. « Denis Zmirou ». Dernière consultation le 1^{er} septembre 2022. <https://www.hcsp.fr/explore.cgi/personne?clef=610>.

²³⁰ Zmirou, Denis. 2005. « Pourquoi j'ai démissionné de l'Afsse, par Denis Zmirou-Navier », *Le Monde*, 9 juin 2005.

environnementale). Il réalise avec elle un ensemble de travaux sur le rôle des expositions environnementales sur les inégalités sociales de santé, dont la pollution de l'air. Il est de 2012 à 2017 le directeur adjoint de l'Institut de recherche en santé, environnement et travail (Irset) à Rennes, une unité mixte de recherche de l'Inserm, de l'Université de Rennes 1 et de l'École des hautes études en santé publique (UMR_S 1085). Il prend sa retraite en 2017.

Spécialiste en santé-environnement, il a été membre de diverses instances d'expertises nationales, notamment du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, du Haut Comité de la Santé Publique, vice-président de la commission spécialisée « sécurité sanitaire » et président de la commission spécialisée « risques liés à l'environnement » du Haut Conseil de Santé Publique.

L'équipe ERPURS rejoint le projet APHEA en 1992 dont l'objectif est d'évaluer l'impact de la pollution atmosphérique urbaine sur la santé en Île-de-France. Cependant, il fallait trouver un financement. Pour ce faire, elle rencontre un ensemble de représentants des agences sanitaires et des autorités publiques régionales et nationales. Très vite, l'équipe ERPURS se rend compte qu'il était « attendu » par certains responsables que l'étude confirme l'hypothèse selon laquelle la pollution de l'air ne représente plus de problème de santé publique. Dans ce contexte, comme précisé par Philippe Quénel, elle décide de « protéger » le projet des autorités publiques et de préserver son indépendance scientifique par deux stratégies²³¹. La première stratégie est l'association d'un large réseau épidémiométrique constitué de l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France, du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris, d'Airparif, du Réseau National de Santé Publique, de la Faculté de Pharmacie de l'Université Paris Descartes et de l'École nationale de santé publique. La seconde consiste à trouver un financement, lui aussi multilatéral. Ainsi, l'étude ERPURS a été financée par le Conseil Régional d'Île-de-France, la Direction régionale des affaires sanitaires et sociales du ministère de la Santé, le ministère de l'Environnement, l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, le Réseau National de Santé Publique et EDF-GDF.

²³¹ Quénel, Philippe. 2008. « L'épidémiologie d'intervention : une pratique professionnelle entre science et politique, revendiquée et assumée. Le cas de la pollution atmosphérique ». *Sciences Sociales et Santé* 26, n° 4 : 39-50.

Philippe Quénel écrit dans un article publié en 2008 dans la revue *Sciences sociales et santé* :

« les premiers entretiens avec les décideurs que nous avons rencontrés lors de la recherche de financements nous avaient également alertés sur la nécessité de « protéger » ce projet. En effet, il était évident, sinon attendu, pour les décideurs, qu'une étude épidémiologique dans le domaine de la pollution atmosphérique ne pourrait conclure qu'à une absence d'effet sanitaire puisque la surveillance de la qualité de l'air montrait que les niveaux de SO₂ et de particules avaient grandement diminué au cours des deux dernières décennies ! Aussi, prudemment, le programme ERPURS a-t-il été construit sur un multi-partenariat institutionnel associant l'ORS [Observatoire régional de santé] d'Île-de-France, l'École nationale de santé publique (ENSP), l'Inserm U88, le LHVP, Airparif, la faculté de Pharmacie de l'Université Paris V, avec un financement multilatéral associant le Conseil régional d'Île-de-France, le DRASSIF, le ministère de l'Environnement, EDF-GDF, l'Ademe et le RNSP (Réseau national de santé publique, précurseur de l'InVS [Institut de Veille Sanitaire]) »²³².

Début 1994, les équipes du projet APHEA (**tableau 14**) mettent en place le protocole d'analyse des séries temporelles permettant d'estimer l'impact de la pollution de l'air sur la santé. Ce protocole est adopté par les onze équipes de recherche en juin 1994 à Paris, lors de la réunion officielle du projet APHEA. Il a été développé en collaboration avec Joël Schwartz, expert nord-américain en bio-statistique à la Harvard School of Public Health. C'est un des pionniers des études écologiques temporelles aux États-Unis. Il s'intéresse à la pollution de l'air dans le cadre de ses travaux concernant les effets sanitaires de l'exposition au plomb qui ont montré que la principale source du plomb dans l'air sont les gaz d'échappement des véhicules à essence²³³.

²³² *Ibidem*.

²³³ Harvard T.H. Chan School of Public Health. 2022. « Joel Schwartz's Faculty Website ». Dernière consultation le 1 août 2022. <https://www.hsph.harvard.edu/joel-schwartz/>.

Tableau 14 - Équipes de recherche du programme APHEA²³⁴

Pays	Noms de chercheurs
Grèce, centre de coordination	K. Katsouyanni et G. Touloumi
Lyon, France	D. Zmirou, P. Ritter, T. Barumandzadeh, F. Balducci et G. Laham
Allemagne	H. E. Wichmann et C. Spix
Espagne	J. Sunyer, J. Castellsague, M. Saez, et A. Tobias
Pays-Bas	J. P. Schouten, J. M. Vonk, et A. C. M. de Graaf
Finlande	A. Ponka
Royaume-Uni	H. R. Anderson, A. Ponce de Leon, R. Atkinson, J. Bower, D. Strachan et M. Bland
Paris, France	W. Dab, P. Quenel, S. Medina, A. Le Tertre, B. Festy, Y. Le Moullec et C. Monteil
Pologne	B. Wojtyniak, T. Piekarski et D. Rabczenko
Italie	M. A. Vigotti, G. Rossi, L. Bisanti, F. Repetto et A. Zanobetti
Slovaquie	L. Bacharova et K. Fandakova

L'équipe ERPURS, notamment Sylvia Médina (médecin épidémiologiste à l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France – **tableau 15**) et Alain Le Tertre (statisticien à l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France – **tableau 16**), utilisent le protocole d'analyse établi dans le cadre du projet APHEA pour réaliser une étude écologique temporelle pour la région Île-de-France. Très vite, l'équipe remarque qu'un accroissement de 15µg/m³ des niveaux de fumées noires (FN) est accompagné d'une augmentation de mortalité totale de l'ordre de 2% (RR=1,020)²³⁵. Cela signifie qu'un individu exposé à un tel accroissement des fumées noires a un risque relatif (RR) 1,02 fois plus élevé de survenue d'un décès qu'un individu non exposé. Sylvia Médina et Alain Le Tertre se rapprochent de William Dab, le responsable scientifique du projet, pour lui présenter leurs résultats. Ce dernier est frappé par les calculs qui lui sont alors présentés. Il constate rapidement qu'à l'échelle individuelle le risque relatif de l'exposition à la pollution de l'air a beau être relativement faible, il représente un impact sanitaire considérable une fois transposé à l'ensemble de la population.

²³⁴ Zmirou, Denis *et al.* 1998. « Time-Series Analysis of Air Pollution and Cause-Specific Mortality ». *Epidemiology* 9, n° 5 : 495-503.

²³⁵ Médina, Sylvia *et al.* 1994. « Évaluation de l'impact de la pollution atmosphérique urbaine sur la santé en Île-de-France 1987-1992 ». Paris : Observatoire régional de santé d'Île-de-France.

Tableau 15 - Parcours de Sylvia Médina²³⁶

Sylvia Médina, coordinatrice du programme de surveillance « Air et santé » à Santé Publique France. Elle réalise un doctorat en médecine à l'Université de Malaga (Espagne) et un Master de Science en épidémiologie et bio-statistiques (diplôme équivalent au niveau Bac+5) à l'Université McGill à Montréal. Elle est engagée en 1992 comme médecin épidémiologiste à l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France. Elle y intègre l'équipe ERPURS qui fait alors partie du programme européen Air Pollution and Health: a European Approach (APHEA). Elle est recrutée en 1997 au Réseau National de Santé Publique pour mettre en place le programme de surveillance Air & Santé (PSAS-9) dans huit villes françaises. Un an plus tard, le Réseau National de Santé Publique devient l'Institut de Veille Sanitaire.

En 1999, Sylvia Médina se voit attribuer, en collaboration avec Antoni Plasència (directeur de l'Institut municipal de santé publique à Barcelone), la coordination du projet européen Air Pollution and Health: a European Information System (APHEIS). S'inscrivant dans la continuité du projet APHEA, il avait pour objectif de produire des savoirs accessibles et clairs sur les effets de la pollution de l'air sur la santé afin, d'une part, en informer le public et les professionnels de santé et, d'autre part, appuyer les autorités publiques dans la prise de décision²³⁷. Sylvia Médina soutient en 2001 une thèse de doctorat en pharmacie qu'elle réalise à l'Université Paris Descartes sous la direction de Isabelle Momas (professeure à l'Université Paris Descartes). Sa thèse s'intitule alors « Pollution atmosphérique urbaine : études épidémiologiques et impact en Santé Publique ».

De 2004 à 2007, elle coordonne le projet European Environment and Health Information System (ENHIS), un projet réalisé sous l'égide de l'Organisation Mondiale de la Santé pour mettre en place un système d'information sur la santé environnementale en Europe. De 2008 à 2011, elle coordonne, en collaboration avec Bertil Forsberg (professeur à l'Université d'Umeå (Suède)), le projet APHEKOM (Improving Knowledge and Communication for Decision Making on Air Pollution and Health), la continuation des projets européens APHEA et APHEIS. En 2011, le projet APHEKOM prend fin. Trois ans plus tard, elle prend en charge la coordination du Programme de surveillance Air & santé à l'Institut de Veille Sanitaire dont elle est depuis toujours responsable.

²³⁶ LinkedIn. s. d. « Sylvia Médina ». Dernière consultation le 11 août 2022. <https://fr.linkedin.com/in/sylvia-medina-158b4a13> ; OMS. 2021. « WHO Global Conference on air pollution and health. Conference speakers ». Genève.

²³⁷ Médina, Sylvia *et al.* 2005. « APHEIS Monitoring the Effects of Air Pollution on Public Health in Europe. Scientific report, 1999-2000 ». Saint-Maurice : InVS.

Tableau 16 - Parcours d'Alain Le Tertre²³⁸

Alain Le Tertre, responsable de la cellule régionale Bretagne de Santé Publique, placée auprès de l'Agence Régionale de Santé en Bretagne. Il réalise en 1991 un Master 2 en économie mathématique et économétrie à l'Université Panthéon Sorbonne. À la sortie de ses études, il est recruté en 1992 comme chargé de projets à la Chambre Régionale de Commerce et d'Industrie de région Champagne-Ardenne. Peu de temps après, il apprend que l'équipe ERPURS cherche un statisticien pour effectuer les études de séries temporelles. Il envoie sa candidature et rejoint en 1993 l'équipe ERPURS. Il se forme alors auprès de Joel Schwartz (expert en bio-statistique à la Harvard School of Public Health) et travaille en duo avec Sylvia Médina (médecin épidémiologiste à l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France).

Alain Le Tertre est recruté en 1997 par Philippe Quénel au Réseau national de santé pour le poste de statisticien. Philippe Quénel met alors en place une équipe pour déployer le projet ERPURS dans huit villes françaises : Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Rouen, Toulouse et Strasbourg. C'est ainsi qu'est né le programme de surveillance Air & Santé (PSAS-9). Il poursuit le développement de ce programme à l'Institut de Veille Sanitaire (InVS) qui vient remplacer en 1998 le Réseau national de santé publique. Il soutient en 2005 une thèse en biomathématiques à l'Université Pierre et Marie Curie qu'il réalise sous la direction de Guy Thomas (professeur à l'Université Pierre et Marie Curie et directeur de l'Unité de recherche mixte en santé (UMR S 707) « Épidémiologie, systèmes d'information, modélisation »). Sa thèse porte alors sur les séries temporelles et l'analyse combinée des liens entre la pollution atmosphérique et la santé. Il est engagé en 2004 comme responsable de l'unité « systèmes d'information et statistique » à l'Institut de Veille Sanitaire. En 2014, il devient responsable de l'unité « traitement-analyse des données et méthodologie » à l'Institut de Veille Sanitaire. L'Institut de Veille Sanitaire connaît une restructuration qui conduit à la création en 2016 de Santé Publique France. Alain Le Tertre devient alors responsable de l'unité « évaluation des risques et impacts sanitaires liés aux milieux ». Depuis mars 2020, il est responsable de la cellule régionale Bretagne de Santé Publique France.

Avant de publier ces résultats, William Dab décide d'inviter Joel Schwartz à Paris pour vérifier les analyses de l'équipe ERPURS. Quelques jours après son arrivée à Paris, Joel Schwartz confirme leurs analyses. William Dab détaille lors d'un entretien :

« Et la dernière chose dont je me souviens, je crois que c'est Sylvia [Médina] qui avait fait la première analyse avec le statisticien de l'ORS, ils viennent me voir et me disent "on trouve quelque chose, tu sais, quand les particules augmentent de 15µg/m³, la mortalité augmente de 2%". J'éclate de rire. Vous

²³⁸ LinkedIn. s. d. « Alain Le Tertre ». Dernière consultation le 1^{er} septembre 2022. <https://fr.linkedin.com/in/le-tertre-alain-52331b62>.

voulez dire qu'il y a un risque relatif de 1,02 ? Je leur ai dit, mais attendez, refaites les analyses et revenez me voir la semaine prochaine : changez un peu les paramètres de vos modèles, faites des analyses de sensibilité. Ils reviennent et me disent "tu sais, on a changé les paramètres, on a regardé 1 jour, 2 jours, 6 jours, etc. On trouve 1.02". Et là je fais des petits calculs et je dis, oui mais dans le fond l'augmentation de risque est très faible, mais si j'applique ça à 10M d'habitants, ça fait 1 000 morts par an. On appelle Joel Schwartz à Harvard, et je lui dis "Joel tu n'as pas envie de visiter Paris ? On ne va rien te dire, on a une base de données, refait les analyses, on ne va pas te dire ce que l'on a trouvé. Tu maîtrises la méthode mieux que nous. Il y a un enjeu politique très important". On paie le voyage à Paris, il fait l'analyse et 3 jours après il revient et dit "*I found like everywhere, each time there is a 10 micro gram public matter of PM, there is a mortality risk of 3%*". Mais Joel, c'est exactement ce que l'on a trouvé, et il me dit "oui mais c'est ça, c'est exactement ça" »²³⁹.

Alors que l'équipe ERPURS s'apprête à publier l'évaluation d'impact de la pollution atmosphérique urbaine sur la santé en Île-de-France, l'exécutif du Conseil régional d'Île-de-France décide de mettre en place quelques mesures de lutte contre la pollution de l'air. Le 18 janvier 1994, le Conseil attribue un budget de 300 000 francs à Airparif pour moderniser le réseau de mesure de la pollution de l'air. Trois mois plus tard, Philippe Massoni (le préfet de police de Paris) instaure une procédure d'alerte et d'information du public qui, unique en France, est déclenchée en cas d'« épisode » (pic) de pollution de l'air au dioxyde de soufre (SO₂), dioxyde d'azote (NO₂) et ozone (O₃) dans l'agglomération parisienne (**tableau 17**)²⁴⁰. Son objectif est d'alerter les autorités publiques en cas de pic de pollution de l'air pour informer et limiter l'exposition du public²⁴¹.

²³⁹ Entretien du 16 mai 2017, réalisé à Paris avec William Dab, professeur titulaire de la chaire d'Hygiène et Sécurité du Cnam.

²⁴⁰ Ambroise-Rendu, Marc. 1994. « Île-de-France contesté par les écologistes et les spécialistes de la santé, un dispositif d'alerte à la pollution est mis en place à Paris ». *Le Monde*, 30 avril 1994.

²⁴¹ Préfecture de Police. 1994. « Arrêté inter préfectoral relatif à la procédure d'alerte et d'information du public en cas d'épisode de pollution atmosphérique en région Île-de-France ». Paris.

**Tableau 17 - Niveaux de la procédure d'alerte et d'information du public en cas
« d'épisode » de pollution de l'air en Île-de-France²⁴²**

Niveau 1 - « La mise en éveil des services techniques et administratifs » - cette pré-alerte est déclenchée par Airparif, lorsqu'au moins deux stations de mesure de la pollution de fond, situées à minima à un kilomètre de distance, détectent des niveaux d'exposition horaire supérieurs à 200µg/m³ pour le dioxyde de soufre (SO₂), à 200µg/m³ pour le dioxyde d'azote (NO₂) et de 130µg/m³ pour l'ozone (O₃). Le calcul des niveaux d'exposition horaire représente une moyenne glissante à partir des données relevées tous les quarts d'heure. Lorsqu'une station de mesure de la pollution de fond détecte un dépassement des niveaux d'exposition horaire, elle en informe un ordinateur central situé dans le 4e arrondissement. Celui-ci interroge les autres stations afin de vérifier si au moins une autre station de mesure, éloignée de la première d'une distance d'au moins un kilomètre enregistre, dans les trois heures qui suivent, le même dépassement. Si c'est le cas, Airparif informe alors les services techniques et l'administration : Laboratoire central de la préfecture de police, Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris, Direction de la Protection de l'Environnement de la Mairie de Paris, Direction de l'Environnement et de la Culture du Conseil Régional d'Île-de-France, Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement d'Île-de-France, Bureau de l'Environnement des Préfectures de la Région Île-de-France, Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales d'Île-de-France et Direction Régionale de l'Équipement d'Île-de-France.

Le niveau 2 - « L'émission d'un message d'information » - est déclenché lorsqu'au moins deux stations de mesure de la pollution de fond détectent des dépassements des niveaux d'exposition horaire supérieurs à 350µg/m³ pour le dioxyde de soufre (SO₂), 300µg/m³ pour le dioxyde d'azote (NO₂) ou 180µg/m³ pour l'ozone (O₃). Cette fois-ci, l'alerte est transmise à la fois à l'administration et à la presse. Au-delà des services mentionnés pour le premier niveau d'alerte, les techniciens d'Airparif informent du dépassement : les Cabinets du Préfet de Police et du Préfet de la Zone de Défense de Paris, le Secrétaire Général de la Zone de Défense de Paris, les Préfets des départements de la Région Île-de-France, le Préfet de la Région Île-de-France, le Préfet de Paris, la Délégation Régionale de l'ADEME, le Président du Conseil régional d'Île-de-France, le cabinet de la Maire de Paris, le Centre Opérationnel de la Direction de la Sécurité Civile du ministère de l'Intérieur et de l'Aménagement du Territoire, le Service de l'Environnement Industriel du ministère de l'Environnement, le ministère de la Santé, l'Agence France Presse, les journaux régionaux, et les chaînes de télévision et radios.

Le niveau 3 - « Alerte » - est déclenché en cas de dépassement ou de prévision de dépassement des niveaux d'exposition horaire supérieurs à 600µg/m³ pour le dioxyde de soufre (SO₂), 400µg/m³ pour le dioxyde d'azote (NO₂) ou 360µg/m pour l'ozone (O₃). Airparif adresse alors l'alerte aux mêmes acteurs mentionnés dans le 1er et le 2e niveau d'alerte. Les préfets des départements et le Préfet de Police ont le pouvoir de diffuser dans les médias les consignes invitant à restreindre l'usage de la

²⁴² *Ibidem.*

voiture au « strict nécessaire », limiter la température des locaux en hiver à 18°C et respecter d'éventuelles consignes permettant d'atténuer l'exposition. Lorsque le dépassement du 3^e niveau est enregistré pour le dioxyde de soufre (SO₂), les préfets ont également la possibilité d'interdire à une trentaine de sites industriels d'Île-de-France, identifiés par l'arrêté (chaufferies, centrales électriques, usines d'incinération et usines chimiques), l'emploi de certains combustibles et d'imposer la réduction ou l'arrêt temporaire de l'activité de certaines installations.

Dès son instauration, ce dispositif d'alerte est déclenché seize fois en juillet 1994 : deux fois pour le dépassement du 1^{er} niveau d'alerte au dioxyde d'azote (NO₂), dix fois pour le dépassement du 1^{er} niveau d'alerte à l'ozone (O₃) et quatre fois pour le dépassement du 2^e niveau d'alerte à l'ozone (O₃)²⁴³. Marc Ambroise Rendu (journaliste français) remarque dans un de ses articles écrit pour le journal *Le Monde* que le beau temps devient en Île-de-France un « *synonyme de pollution atmosphérique* »²⁴⁴. Cependant, les seuils de la procédure d'alerte sont fixés trop haut pour déclencher le troisième niveau d'alerte. La procédure n'atteint que le niveau d'« émission d'un message d'information » au public qui n'est accompagné d'aucune mesure visant à réduire le pic de la pollution de l'air. Jean Félix Bernard (conseiller régional d'Île-de-France et membre du parti des Verts)²⁴⁵ juge que les mesures mises en place sont

²⁴³ Airparif. s. d. « État de l'air. Historique des épisodes ». Dernière consultation le 3 juin 2020. <https://www.airparif.asso.fr/alertes/historique>.

²⁴⁴ Ambroise-Rendu, Marc. 1994. « Île-de-France. Six alertes en un mois, Paris a connu en juillet une pollution record ». *Le Monde*, 2 août 1994.

²⁴⁵ Jean-Félix Bernard, homme politique français, membre du parti politique les Verts. Il a suivi une formation de biologiste à l'Université Paris-Diderot. À trente-six ans, il lance sa carrière politique au sein du parti politique les Verts. Il est élu en 1992 conseiller régional d'Île-de-France pour le département de Paris. Il a été réélu pour deux mandats consécutifs en 1998 et en 2004. De 1992 à 2004, il préside le groupe les Verts au Conseil régional d'Île-de-France. De 1998 à 2008, il préside aussi le Conseil national de l'air, une instance ministérielle consultative dans la lutte contre la pollution de l'air. Il est en 2001 rapporteur de l'évaluation de la mise en œuvre de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 20 décembre 1996. De 2012 à 2022, il est le président d'Airparif (association agréée de surveillance de la qualité de l'air en Île-de-France).

Wikipedia. 2020. « Jean Felix Bernard ». Dernière consultation le 1^{er} septembre 2022. https://fr.wikipedia.org/wiki/Jean-F%C3%A9lix_Bernard.

insuffisantes pour réduire la pollution automobile et appelle à limiter le trafic routier dans la région²⁴⁶.

Peu avant la publication officielle de l'étude, l'équipe ERPURS accorde le 30 avril 1994 un entretien au journal *Le Monde*. Elle indique alors que la pollution de l'air a des effets sur la santé en dessous des seuils d'alerte fixés par l'arrêté inter préfectoral²⁴⁷. Elle appelle aussi les autorités publiques à compléter la surveillance métrologique par la surveillance épidémiologique des effets sanitaires de la pollution de l'air. Cependant, l'exécutif du Conseil régional d'Île-de-France accorde relativement peu de crédit aux résultats de l'étude ERPURS. Didier Julia (vice-président du Conseil régional chargé de l'environnement et membre du parti Rassemblement pour la République) présume que les solutions techniques proposées par l'industrie automobile, comme le renouvellement du parc automobile diesel et la généralisation des pots catalytiques, permettront de résoudre en moins d'une quinzaine d'années la pollution automobile en Île-de-France²⁴⁸. Il indique dans un entretien accordé le 1^{er} février 1994 au journal *Le Monde* :

« On peut espérer, avant quinze ans environ, une diminution naturelle de cette forme de pollution [la pollution automobile] par la généralisation des pots catalytiques et le renouvellement du parc Diesel »²⁴⁹.

N'attirant pas l'attention attendue, Ruth Ferry (directrice de l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France) se rapproche du Conseil régional d'Île-de-France pour le convaincre de l'urgence à agir sur la pollution de l'air. Peu de temps après, l'équipe ERPURS organise une rencontre avec Joel Schwartz à laquelle elle invite le Conseil régional d'Île-de-France. Son objectif est alors de montrer que ce n'est pas

²⁴⁶ De Chenay, Christophe. 1994. « Des initiatives du Conseil régional pour lutter contre la pollution atmosphérique. Le trafic automobile est le principal responsable de la mauvaise qualité de l'air ». *Le Monde*, 1^{er} février 1994.

²⁴⁷ Ambroise-Rendu, Marc. 1994. « Île-de-France contesté par les écologistes et les spécialistes de la santé, un dispositif d'alerte à la pollution est mis en place à Paris ». *Le Monde*, 30 avril 1994.

²⁴⁸ De Chenay, Christophe. 1994. « Des initiatives du Conseil régional pour lutter contre la pollution atmosphérique. Le trafic automobile est le principal responsable de la mauvaise qualité de l'air ». *Le Monde*, 1^{er} février 1994.

²⁴⁹ *Ibidem*.

seulement la jeune équipe ERPURS, mais aussi la prestigieuse Harvard School of Public Health qui s'intéresse à la pollution de l'air en Île-de-France. À l'issue de la réunion, le ton est donné. Lors d'un entretien, Sylvia Médina (coordinatrice du programme de surveillance « Air et Santé » à Santé Publique France) revient sur ce moment précis :

« Ils [l'exécutif du Conseil régional d'Île-de-France] ne donnaient pas beaucoup de crédit aux résultats de nos premiers travaux. Je pense qu'ils étaient inquiets par l'image que pouvaient donner nos travaux sur la région Île-de-France. On a donc invité le professeur Schwartz, parce que c'était une autorité dans le domaine à Harvard qui pouvait avoir plus de poids que nous, jeunes chercheurs à l'époque, pour essayer d'argumenter pourquoi la pollution est importante en termes de santé publique, et qu'elle l'était à Paris aussi [...]. Je pense qu'ils ont bien entendu au niveau régional que [...] si Harvard s'intéressait à ce problème c'était bien pour une bonne raison [...] »²⁵⁰ .

Le 26 septembre 1994 a lieu l'inauguration d'une nouvelle station de mesure de la pollution de l'air à la Tour Eiffel. Lors de cette inauguration, l'équipe ERPURS dévoile, en présence de Michel Barnier (ministre de l'Environnement) et de Michel Giraud (président du Conseil régional d'Île-de-France) les résultats de l'Évaluation des risques de la pollution urbaine sur la santé (ERPURS) pour la région Île-de-France²⁵¹. Le groupe révèle alors qu'un accroissement de 100µg/m³ des « niveaux de base »²⁵² du dioxyde d'azote (NO₂) induirait une augmentation de 15 à 20% des hospitalisations pour asthme, des visites médicales à domicile et des déclarations d'arrêts de travail pour affections respiratoires, maux de tête et asthme²⁵³. De même, un accroissement de 100µg/m³ des « niveaux de base » du dioxyde de soufre (SO₂) serait suivi d'une

²⁵⁰ Entretien du 3 mai 2017, réalisé au téléphone avec Sylvia Médina, coordinatrice du programme national de surveillance « Air et Santé » à Santé Publique France.

²⁵¹ De Chenay, Christophe. 1994. « Une étude de l'Observatoire régional de la santé. La pollution atmosphérique aggrave certaines maladies affectant les Franciliens ». *Le Monde*, 26 septembre 1994.

²⁵² Les niveaux de base correspondent aux niveaux de pollution enregistrés durant les 18 jours (5%) les moins pollués de l'année : 22µg/m³ pour le NO₂, 7,3µg/m³ pour le SO₂, 10,9µg/m³ pour le FN et 3µg/m³ pour l'O₃.

²⁵³ Observatoire Régional de Santé d'Île-de-France. 1994. « Impact de la pollution atmosphérique urbaine sur la santé en Île-de-France 1987-1990. Premiers résultats présentés par l'Observation Régional de la Santé dans le cadre du projet ERPURS », *Pollution atmosphérique*, n° 144 : 52-54.

augmentation de 10% de la mortalité pour maladies cardiovasculaires, de 10 à 15% des hospitalisations pour pathologies respiratoires et cardiovasculaires, de 20% des visites médicales à domicile pour asthme et de 20% des déclarations d'arrêts de travail pour affections respiratoires²⁵⁴. Peu après, plusieurs articles sur la pollution de l'air sont publiés dans la presse. Le constat des journalistes est clair : les gaz d'échappement diesel ont remplacé dans la capitale les fumées nocives des usines²⁵⁵.

Contrairement à l'hypothèse de Walter Holland (professeur en épidémiologie clinique et médecine sociale à Saint Thomas' Hospital à Londres) l'équipe ERPURS montre qu'il n'y a pas d'effet-seuil en dessous duquel la pollution de l'air (dioxyde d'azote (NO₂), dioxyde de soufre (SO₂), fumées noires (FN) et l'ozone (O₃)) n'aurait pas d'impact sur la santé. Elle constate qu'au contraire, même la plus petite exposition à la pollution de l'air a un effet sur la santé. Or, toute procédure de gestion du problème de la pollution de l'air a été bâtie sur l'idée qu'il y avait un seuil en dessous duquel la pollution de l'air n'aurait pas d'impact sanitaire. Pour Bernard Festy (professeur émérite à l'Université Paris Descartes) :

« Il n'y avait pas d'effets de seuil, on ne voyait pas d'effets de seuil en matière de pollution atmosphérique. Or, tout autre démarche environnementale un peu succincte à époque fonctionnait sur des effets de seuils, donc de normes. On admettait que quand on avait fixé des normes, quand on était en dessous de la norme, tout allait bien. En réalité on s'est aperçu à cette occasion que ce n'était pas si simple que ça. Que les effets étaient progressifs depuis la concentration zéro ou presque, et que par conséquent, toute exposition pouvait avoir des effets

²⁵⁴ Quant à l'ozone (O₃), un accroissement de 100µg/m³ des niveaux de base de l'ozone entraînerait une augmentation de l'ordre de 20% des hospitalisations des personnes âgées pour affections respiratoires chroniques et des visites médicales à domicile pour les affections respiratoires des enfants.

²⁵⁵ De Chenay, Christophe. 1994. « Une étude de l'Observatoire régional de la santé. La pollution atmosphérique aggrave certaines maladies affectant les Franciliens ». *Le Monde*, 26 septembre 1994 ; Cans, Roger. 1994. « Les entreprises industrielles ont quitté le centre des métropoles, mais la pollution n'a pas diminué : les gaz d'échappement des véhicules remplacent les fumées d'usines ». *Le Monde*, 10 octobre 1994 ; De Chenay, Christophe. 1994. « Des initiatives du conseil régional pour lutter contre la pollution atmosphérique. Le trafic automobile est le principal responsable de la mauvaise qualité de l'air ». *Le Monde*, 1^{er} février 1994.

négatifs sur la santé, c'était une question de sensibilité des récepteurs humains et de temps d'exposition »²⁵⁶.

En 1995, l'équipe ERPURS met à jour les résultats de son étude. Cependant, elle prend cette fois-ci la décision d'afficher les résultats non plus sous forme de risque relatif (RR) pour la santé, mais de risque « attribuable » à la pollution de l'air. La notion du « risque attribuable » a été développée dans les années 1950 par les épidémiologistes pour quantifier le nombre de cas de cancer de poumon attribuables au tabagisme, pouvant être potentiellement évités par la réduction ou la fin de l'exposition (Council, Henry et Ismail, 2020). Depuis, la notion du « risque attribuable » est utilisée en épidémiologie comme un outil de priorisation et d'aide à la décision (Council, Henry et Ismail, 2020). S'appuyant sur cet outil, l'équipe ERPURS montre qu'à Paris ce sont 346 décès prématurés pour causes respiratoires et cardiovasculaires attribuables à l'exposition aux particules en suspension et 398 à celle au dioxyde de soufre (SO₂)²⁵⁷. À Lyon, elle attribue 38 décès prématurés à l'exposition aux particules en suspension et 57 à celle au dioxyde de soufre (SO₂). L'équipe ERPURS publie ces résultats dans une revue *Santé Publique*, une revue scientifique francophone de la Société française de santé publique qui est alors présidée par Denis Zmirou. S'inscrivant dans l'épidémiologie de terrain, l'idée de l'équipe ERPURS est de publier leur étude dans une revue française afin d'apporter aux autorités publiques des « éléments de réflexion » dans le cadre de la préparation de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie. Philippe Quénel, alors coordinateur de l'équipe ERPURS, indique dans un entretien accordé le 7 février 1996 au journal *Le Monde* :

« L'objectif de notre travail était de fournir des éléments de réflexion de santé publique dans le cadre de la discussion actuelle de la loi sur l'air. Aussi nous a-t-il semblé beaucoup plus pertinent de publier ces résultats dans une revue française. Nous montrons ici que l'épidémiologie est une discipline qui peut avoir des prolongements politiques. Nos résultats ne constituent pas une surprise pour les épidémiologistes. Ces derniers temps, plusieurs dizaines de

²⁵⁶ Entretien du 24 mai 2017, réalisé au téléphone avec Bernard Festy, professeur émérite de l'Université Paris Descartes et ancien directeur du Laboratoire d'Hygiène de la ville de Paris.

²⁵⁷ Quénel, Philippe *et al.* 1995. « Impact de la pollution atmosphérique urbaine de type acido-particulaire sur la mortalité quotidienne à Lyon et dans l'agglomération parisienne ». *Santé Publique* 6, n° 4 : 1-14.

publications scientifiques utilisant la même approche méthodologique, dans différents pays d'Europe et aux États-Unis, ont fourni des conclusions identiques. L'important est donc bien, en France aujourd'hui, de transmettre ces conclusions aux autorités politiques »²⁵⁸.

Les travaux en science politique de Franck Boutaric et Pierre Lascoumes (2008) montrent que la stratégie de l'équipe ERPURS à présenter l'impact de la pollution de l'air sous forme du risque attribuable lui vaudra un fort écho médiatique et de vifs débats au sein de la communauté scientifique. Le sociologue Emmanuel Henry remarque que la publicisation du problème public n'est pas évidente ; le problème doit être souvent défini de manière accessible et susceptible de déclencher une large diffusion (Henry, 2003). En ce sens, la quantification du problème de la pollution de l'air sous forme de « risque attribuable », n'impliquant pas un fort investissement de différents groupes d'acteurs pour comprendre les principaux enjeux, se prête parfaitement à cet exercice. De plus, l'équipe ERPURS est alors située dans la capitale, dans des espaces sociaux et géographique relativement proches des journalistes de rédactions nationales ce qui, pour Emmanuel Henry, peut favoriser la publicisation du problème (Henry, 2003).

Cependant, ces vifs débats n'arrivent qu'un an après la publication de leur étude dans un contexte de retardement de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie. Au fur et à mesure de l'avancée des négociations interministérielles, visant à concilier le texte de la loi avec les intérêts de l'industrie automobile et de l'État, la loi est vidée de son contenu²⁵⁹. Dans ce contexte, l'étude ERPURS fait l'objet d'une abondante couverture médiatique, particulièrement dans le journal *Le Monde*. Plusieurs articles sont publiés dans la presse, entre autres, « Plusieurs centaines de décès sont imputables

²⁵⁸ Nau, Jean-Yves. 1996. « L'important est de transmettre ces conclusions aux autorités politiques ». *Le Monde*, 7 février 1996.

²⁵⁹ Crie, Hélène. 1996. « Air : le projet de loi part en fumée. Face au lobby automobile, Corine Lepage est en mauvaise posture ». *Libération*, 6 février 1996.

Au départ, la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie prévoient, entre autres : une augmentation de la taxe sur les carburants d'un centime « pollution de l'air » par litre de carburant, une interdiction de la commercialisation de véhicules consommant plus de 5 litres aux 100 kilomètres et une mise en place de « zones de protection renforcée de l'atmosphère » permettant au préfet, en cas d'alerte au pic de pollution de l'air, de limiter la circulation automobile.

à la pollution de l'air », « L'air pollué accusé de mort d'hommes en Île-de-France... », « Un impact non négligeable au niveau collectif », « Lyon est asphyxiée par ses usines et ses voitures », « Pollution et santé publique », « L'air pollué accélère la mortalité », « La pollution tue », « La mairie de Paris pressée par la montée des préoccupations liées à l'environnement »²⁶⁰. La presse identifie alors la circulation automobile et les pics de pollution comme de principaux responsables de la pollution de l'air en Île-de-France. Et pourtant, l'équipe ERPURS insiste sur les effets de l'exposition chronique à de relativement faibles niveaux de la pollution de l'air et non pas celle aux pics de pollution de l'air. Bien qu'accessible, le « risque attribuable » à la pollution de l'air a été mal compris par les journalistes. Denis Zmirou (professeur honoraire de l'université de Lorraine) remarque que la presse a réduit la pollution de l'air aux simples pics de pollution :

« APHEA mettait en lumière les variations au jour le jour. Et c'est comme ça que la presse et le grand public ont retenu les pics, malgré que nous ayons dit : attention ce ne sont pas les pics, mais le fond. Ça a permis au pouvoir publics au niveau national et les préfets au niveau de chacun des départements, de faire leur gesticulation médiatique à l'occasion des pics : on va réduire la vitesse de la circulation, on va mettre comme on a fait une ou deux fois à Paris, circulation alternée [...] etc. Là, c'est la gesticulation qui montre qu'on fait quelque chose, qui ne sert à rien, mais on fait quelque chose. Quand je dis ça sert à rien, cela veut dire que ça réduit de 0,01% la pollution, ça ne joue pas sur l'essentiel [...]. Les pics ne dépendent pas de vos politiques, mais de la météo et vous n'avez

²⁶⁰ Nau, Jean-Yves. 1996. « Plusieurs centaines de décès sont imputables à la pollution de l'air ». *Le Monde*, 7 février 1996 ; Ecoiffier, Matthieu. 1996. « L'air pollué accusé de mort d'hommes en Île-de-France. Une étude chiffre les décès prématurés de malades cardio-vasculaires ». *Libération*, 7 février 1996 ; *Le Monde*. 1996. « Un impact non négligeable au niveau collectif ». 7 février 1996 ; Le Hir, Pierre. 1996. « Lyon est "asphyxiée" par ses usines et ses voitures ». *Le Monde*, 7 février 1996 ; *Le Monde*. 1996. « Pollution et santé publique ». 7 février 1996 ; Gomez, Marianne. 1996. « Environnement. L'air pollué accélère la mortalité. À Paris et à Lyon, la pollution atmosphérique provoque plus de 300 décès annuels prématurés ». *La Croix*, 8 février 1996 ; *Sud-Ouest*. 1996. « La pollution tue ». 7 février 1996 ; Chirot, Françoise. 1996. « La maire de Paris pressée par la montée des préoccupations liées à l'environnement ». *Le Monde*, 7 février 1996.

aucune prise sur la météo [...]. La seule action efficace consiste à baisser la pollution moyenne »²⁶¹.

Cette médiatisation de l'étude ERPURS vient alimenter le débat public sur la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie. Pour Bernard Festy (professeur émérite à l'Université Paris Descartes) les grands journaux ont « secoué » la nation. Il constate lors de l'entretien :

« Il ne faut pas oublier les grands journaux, *Le Monde*, *Le Figaro*, *Libération*, quand ils ont passé des articles [sur la pollution de l'air] dans ces journaux-là, ça avait pas mal secoué la région, la nation je dois dire »²⁶².

Le Monde attire l'attention sur la « frilosité du gouvernement » à l'égard de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie qui serait induite par la pression des lobbies industriels, en particulier celui de l'industrie automobile²⁶³. Le journaliste désigne le trafic automobile comme le principal responsable de la pollution de l'air dans les deux villes étudiées. Il questionne également l'utilité du système de surveillance de la pollution de l'air et de procédures d'alertes qui, une fois déclenché, ne débouche sur aucune mesure correctrice. Les Verts et les socialistes parisiens s'indignent contre la politique de « tout automobile » à Paris. Cependant, Jean Tiberi (Maire de Paris) ne souhaite pas appliquer de nouvelles mesures visant à réduire la pollution de l'air à Paris. Il rappelle, dans un entretien accordé le 7 février 1996 à *Libération*, avoir déjà mis en place un projet tramway sur les grands boulevards, un plan vélo et un plan bus²⁶⁴. Il rejette ainsi toute responsabilité concernant le problème de la pollution de l'air sur le dos du gouvernement, notamment la future loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie.

²⁶¹ Entretien du 2 novembre 2017, réalisé à Paris avec Denis Zmirou, professeur honoraire à l'Université de Lorraine.

²⁶² Entretien du 24 mai 2017, réalisé au téléphone avec Bernard Festy, professeur émérite de l'Université Paris Descartes et ancien directeur du Laboratoire d'Hygiène de la ville de Paris.

²⁶³ *Le Monde*. 1996. « Pollution et santé publique ». 7 février 1996.

²⁶⁴ Ecoiffier, Matthieu. 1996. « L'air pollué accusé de mort d'hommes en Île-de-France. Une étude chiffre les décès prématurés de malades cardio-vasculaires. ». *Libération*, 7 février 1996.

Alors que la pollution de l'air fait l'objet d'une abondante médiatisation, l'équipe ERPURS fait face à de nombreuses critiques sur son étude. Contrairement aux tendances observées à l'échelle internationale, en France les études écologiques temporelles débouchent sur un important scepticisme scientifique. Dans la presse, de nombreux cliniciens hospitaliers et pneumologues contestent trois aspects de la validité de résultats des études écologiques temporelles. Ils questionnent particulièrement la relation causale entre la pollution de l'air et la mortalité mise en exergue par l'équipe ERPURS sur la base d'une preuve statistique. Franck Boutaric et Pierre Lascoumes (2008) remarquent que l'approche de l'équipe ERPURS est venue bousculer la manière de penser la relation causale entre facteur de risque et pathologie, qui jusque-là en France fut considérée d'abord à partir de preuves biologiques et non pas de corrélation statistique. Pour les deux chercheurs, les travaux de l'équipe ERPURS participent au renouvellement du jugement de causalité, à l'image de transformations d'approche d'évaluation et de gestion des risques initiée aux États-Unis avec la publication en 1983 du *The Red Book* (Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process).

Michel Aubier (pneumologue-allergologue à l'Hôpital Bichat de Paris) indique, dans un article publié en mars 1997 dans le journal *Le Figaro*, qu'en raison du manque de preuves toxicologiques concernant les mécanismes d'action de pollution de l'air sur le corps humain, la pollution de l'air ne peut être considérée comme la cause directe du décès. Michel Aubier estime que l'étude ERPURS n'est que « purement statistique » et, pour cette raison, elle ne peut pas conclure à l'existence d'une relation causale entre pollution de l'air et mortalité²⁶⁵. Selon Michel Aubier :

« Pour les personnes âgées, il convient de souligner que la pollution n'est pas cause de mortalité au sens d'une toxicité aiguë. Elle constitue plutôt un stress supplémentaire. C'est-à-dire que dans certains cas, elle pourrait précipiter un décès qui allait de toute façon se produire dans les jours suivants et que dans d'autres cas, elle pourrait provoquer le décès de personnes gravement malades qui, en l'absence de pollution seraient restées en vie. Cette hypothèse est la plus

²⁶⁵ Il faut noter que de nombreuses prises de paroles de Michel Aubier minimisant l'impact de la pollution de l'air sur la santé sont concomitantes à son embauche par Total comme « médecin-conseil ».

communément acceptée aujourd'hui. En réalité, il s'agit d'études purement statistiques »²⁶⁶.

Michel Aubier n'est pas le seul clinicien hospitalier dubitatif quant aux résultats de l'équipe ERPRUS. Pour de nombreux cliniciens, essentiellement les pneumologues, « le » problème de santé publique est le tabagisme et non la pollution de l'air. Dans les années 1990, la pollution de l'air est considérée seulement comme un facteur aggravant pour des personnes gravement malades ou en fin de vie. Ce propos peut être illustré à travers un entretien de Raoul Harf (pneumologue praticien hospitalier à Lyon) dans le journal *Le Progrès* :

« Même si la pollution est effectivement un facteur de morbidité dans certaines situations extrêmes, elle reste un phénomène marginal qui ne joue guère sur la durée de vie. Elle constitue à ce titre un danger sanitaire modéré, qui n'a rien à voir par exemple avec l'effet du tabagisme »²⁶⁷.

Les cliniciens hospitaliers questionnent aussi la prise en compte par l'équipe ERPURS de nombreux facteurs de confusion, comme infections respiratoires, exposition aux pollens, conditions météorologiques et conditions de vie, pouvant également être à l'origine d'hospitalisation et de mortalité. Ces facteurs, lorsque non pris en compte dans le calcul, pourraient potentiellement fausser les résultats d'une étude. Bien que peu connu en France, le protocole d'analyse statistique de l'équipe ERPURS tenait bien compte de l'ensemble de ces facteurs de confusion. Pourtant, pour Emmanuel Grimprel (pédiatre et aval des urgences à l'hôpital Trousseau de Paris) :

« Même si les arguments expérimentaux plaident pour un lien de cause à effet, les enquêtes épidémiologiques sont parfois mises en défaut du fait de très importantes difficultés méthodologiques. Il est actuellement très difficile d'éliminer la totalité des biais au cours de telles enquêtes, tant ceux-ci sont nombreux : taux de pollution, facteurs météorologiques et température, épidémies virales, pollens, pollution interne. Ces enquêtes devraient à l'avenir

²⁶⁶ Perez, Martine. 1997. « La difficile évaluation de l'influence de la pollution sur la santé ». *Le Figaro*, 12 mars 1997.

²⁶⁷ *Le Progrès*. 1997. « Santé : "Un danger modéré" ». 10 septembre 1997.

être mises en œuvre avec une méthodologie rigoureuse afin d'éviter que les critiques anéantissent de façon quasi immédiate le travail publié »²⁶⁸.

Pierre Bourbon (ancien directeur de l'unité 57 (pollution atmosphérique) de l'Inserm) estime alors que seule une exposition prolongée à d'importants pics de pollution automobile peut avoir d'éventuels effets sur la santé. Pour le professeur Bourbon, d'autres facteurs de risque, par exemple l'exposition professionnelle ou l'exposition à la pollution industrielle, ont un impact sanitaire plus conséquent que la pollution de l'air. Le faible niveau de risque relatif (RR= 1,03) est jugé insignifiant. Pierre Bourbon remarque dans un entretien accordé le 19 août 1997 à *Libération* :

« La situation n'est pas aussi grave qu'on veut bien le dire.

[...] les pics de pollution ne se produisent que pendant des courtes périodes de la journée. Or, il faut trois ou quatre jours pour que les personnes sensibilisées développent des pathologies. Par ailleurs, il ne faut pas oublier que certaines peuvent déjà avoir été exposées à des pollutions autres qu'automobiles dans le passé. Celles qui ont sont nées près d'usines polluantes, par exemple, ou qui y ont travaillé. C'est un élément à prendre en compte »²⁶⁹.

Ce scepticisme scientifique prend place dans un contexte plus général du mépris par l'Inserm de surveillance épidémiologique à des fins d'aide à la décision qui, pratiqué par les épidémiologistes de terrain, ne pouvait être qualifié d'épidémiologie à leur égard (Buton et Pierru, 2012). Pour l'Inserm, l'épidémiologie devait avant tout s'appuyer sur des procédures de type expérimental et des instruments statistiques raffinés pour contribuer au progrès de la science (Buton et Pierru, 2012). Quelques années plus tard, William Dab et Isabelle Roussel (professeur de géographie à l'Université de Lille 1 et Présidente de l'Association pour la prévention de la pollution atmosphérique) reviennent sur cette controverse dans un ouvrage *L'air et la ville*, publié en 2001 (Dab et Roussel, 2001). Pour les deux professeurs, considérer que les risques en

²⁶⁸ Perez, Martine. 1997. « Pollution et maladies : les incertitudes des médecins ». *Le Figaro*, 20 janvier 1997.

²⁶⁹ Coroller, Catherine. 1997. « "Inhaler de l'ozone est irritant, guère plus". Le Pr Bourbon minimise les risques de la pollution pour la santé ». *Libération*, 19 août 1997.

lien avec la pollution de l'air sont « négligeables » pour la santé par rapport à ceux du tabac représente une erreur de déduction dans le domaine de santé publique. Ils expliquent :

« Certains médecins se sont appuyés sur cette constatation [que la valeur du risque relatif en lien avec le tabagisme est bien plus importante que celle de la pollution de l'air] pour affirmer que les risques pour la santé liés à la pollution atmosphérique étaient négligeables face à ceux du tabac. Cela relève d'une erreur de raisonnement en matière de santé publique, car pour apprécier l'ampleur d'un risque et pouvoir discuter de sa priorité relative, il faut tenir compte de trois paramètres : la valeur du risque relatif, la valeur du risque de base dans la population et la fréquence de l'exposition au facteur de risque »²⁷⁰.

Le risque relatif de la mortalité respiratoire en lien avec les fumées noires est estimé en 1994 à 1,02. En comparaison, le risque relatif d'un cancer du poumon associé au tabagisme est égal à 16. Ainsi, les personnes qui fument ont un risque multiplié par seize de développer un cancer du poumon. Certains médecins se sont appuyés sur cette logique pour argumenter que les effets sanitaires de la pollution de l'air sont négligeables par rapport à ceux du tabac ou de la pollution industrielle. Or, William Dab et Isabelle Roussel remarquent qu'en ce qui concerne la pollution de l'air ce n'est pas la valeur du risque relatif qui importe. Pour eux, il faut tenir compte du fait que ce risque relatif concerne d'une part, l'apparition de maladies fréquentes dans la population (l'asthme, la bronchite et les maladies coronariennes) et, d'autre part, l'exposition de quasiment toute la population²⁷¹. Selon les dernières estimations de Santé Publique France, ce risque relatif faible (RR=1,15 pour les PM_{2,5}) est à l'origine 48 000 décès prématurés par an²⁷².

Malgré l'ensemble de ces critiques, très vite d'autres études viennent appuyer et valider les résultats des études écologiques temporelles. En 1993, Douglas

²⁷⁰ *Ibidem.*, 123.

²⁷¹ *Ibidem.*

²⁷² Medina, Sylvia *et al.* 2016. « Impacts de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyse des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique ». Saint-Maurice : Santé Publique France.

Dockery (maître de conférences en épidémiologie environnementale à la Harvard School of Public Health), Arden Pope (chargé de cours en épidémiologie environnementale à la Harvard School of Public Health) et leurs collègues²⁷³ publient *The Harvard Six Cities Study*²⁷⁴. Cette dernière a été lancée en 1974 et conduite au sein d'une cohorte de 8 111 personnes (âgées de 25 à 74 ans), suivies pendant dix-sept ans dans six villes américaines (Watertown, Harriman, St. Louis, Steubenville, Portage et Topeka). Afin d'éviter les biais et les critiques potentiels, Douglas Dockery et Arden Pope ont pris en compte dans cette étude de nombreux facteurs de confusion pouvant troubler l'association causale entre l'exposition et la maladie étudiée, comme l'âge, le sexe, le tabagisme, le niveau d'éducation, l'indice de la masse corporelle ou l'exposition professionnelle²⁷⁵.

The *Harvard Six Cities Study* montre alors que la pollution de l'air, en particulier celle aux particules fines (d'un diamètre égal ou inférieur à 2,5µg) et sulfatées, est à l'origine de la mortalité prématurée due au cancer de poumon et aux maladies cardiopulmonaires. Elle montre aussi que les normes de la qualité de l'air définies par l'Environmental Protection Agency (EPA) sont insuffisantes pour protéger la santé de la population²⁷⁶. Les auteurs de la Six Cities Study remarquent :

« The associations observed in this study between air pollution and mortality are consistent with associations observed in recent time-series studies, including studies from three of these six cities. Because the time-series studies evaluated only the effect of short-term changes in pollution levels, whereas our study evaluated associations with long-term exposure (including recurring episodes of

²⁷³ Les coauteurs de *The Harvard Six Cities Study* sont : Xiping Xu, John Spengler, James Ware, Martha Fay, Benjamin Ferris, Franck Speizer.

²⁷⁴ Dockery, Douglas *et al.* 1993. « An Association Between Air Pollution and Mortality in Six U.S. Cities ». *The New England Journal of Medicine* 329, n° 24 : 1753-59.

²⁷⁵ Un certain nombre d'études illustre l'association entre la pollution de l'air et les effets sur la santé, cependant elles ont été discréditées en raison de la non prise en compte de potentiels facteurs de confusion. Il s'agit des études comme : « Air pollution and human health » de Lave et Seskin, « Cross-sectional mortality studies and air pollution risk assessment » d'Evans, Tosteson et Kinney, « Associations between 1980 U.S. mortality rates and alternative measures of airborne particle concentration » de Ozkaynak et Thurston, « Air pollution and infant mortality in the Cech Republic, 1986-88 » de Bobak et Leon.

²⁷⁶ Feldscher, Karen. 2014. « The Big 3. Three questions, three answers with Douglas Dockery. », Harvard T.H. Chan School of Public Health. Dernière consultation le 7 juin 2022. <https://www.hsph.harvard.edu/news/features/six-cities-air-pollution-study-turns-20/>.

relatively high pollution), quantitative comparisons with these investigations are difficult to make. Nevertheless, as was found, in the time-series studies [études écologiques-temporelles], particulate air pollution was associated with death due to cardiopulmonary causes »²⁷⁷.

Bien que très fine, *the Harvard Six Cities Study* est, elle aussi, remise en cause. En 1994, l'American Lung Association lance un procès contre l'Environmental Protection Agency (EPA) pour avoir omis la révision quinquennale des normes de la qualité de l'air, comme requis dans la loi américaine (Brown *et al.*, 2004). En s'appuyant sur la *Harvard Six Cities Study*, l'EPA présente en 1996 un projet de normalisation des particules fines (PM_{2,5}), fixée à 15µg/m³ en moyenne annuelle et à 50µg/m³ en moyenne sur 24 heures (Brown *et al.*, 2004). Les industriels craignent les coûts d'une telle normalisation et tentent de discréditer la validité de la *Harvard Six Cities Study* en la qualifiant de la « junk science ». Ils critiquent notamment l'inaccessibilité des données au grand public. Les auteurs de la *Harvard Six Cities Study* sont alors contraints de transmettre toutes les données à l'industrie automobile et *Health Effects Institute* (un organisme de recherche à but non lucratif financé par l'EPA) pour une ré-analyse de données. *The Health Effects Institute* confirme les résultats produits par la *Harvard Six Cities Study* ; d'autres analyses produisent des résultats similaires (Brown *et al.*, 2004). À la suite de la réévaluation des résultats par *Health Effects Institute*, l'EPA décide de maintenir la norme définie en 1987 pour les PM₁₀ (fixée à 50µg/m³ en moyenne annuelle et à 150µg/m³ en moyenne sur 24 heures) et à adopter une nouvelle norme pour les PM_{2,5} (fixée à 15µg/m³ en moyenne annuelle et à 65µg/m³ en moyenne sur 24 heures). L'EPA s'est engagée aussi à surveiller les PM_{2,5} et ne faire entrer en vigueur la nouvelle norme que cinq ans plus tard. Dès que la nouvelle norme est promulguée en 1997, l'opposition lance une série de procès. Cette contestation de la science et de la gestion du problème de la pollution de l'air aux États-Unis ne s'est jamais réellement atténuée (Fortun et Fortun, 2019).

Après la publication de cet ensemble d'études dans le domaine de l'épidémiologie, les travaux en toxicologie sont venus légitimer leurs résultats. Ces

²⁷⁷ Dockery, Douglas *et al.* 1993. « An Association Between Air Pollution and Mortality in Six U.S Cities ». *The New England Journal of Medicine* 329, n° 24 : 1753-59.

derniers ont conforté la relation causale entre l'exposition à la pollution de l'air et les effets sanitaires, notamment en apportant des éléments de preuves concernant les mécanismes d'action des polluants sur le système cardio-vasculaire. Sylvia Médina explique lors d'un entretien :

« Ce qui s'est passé c'est qu'on a mieux compris les mécanismes d'action des polluants sur l'organisme et aujourd'hui quand on dit à un décideur que les particules fines peuvent pénétrer très profondément dans les voies respiratoires, traverser les parois alvéolaires et aller dans la circulation sanguine, et aller dans n'importe quel organe et créer un mécanisme inflammatoire qui peut provoquer des altérations cellulaires qui peuvent expliquer la survenue de différentes maladies, c'est mieux accepté car on a des arguments toxicologiques qui appuient les résultats épidémiologiques »²⁷⁸.

La participation de l'équipe ERPURS aux projets européens conforte les jeunes chercheurs dans la solidité des résultats produits. Isabelle Momas (professeure en épidémiologie environnementale à l'Université Paris Cité) remarque lors d'un entretien :

« Au début, les premiers travaux ont été isolés, français, je l'ai dit. Les pouvoirs publics étaient dubitatifs ; c'étaient des co-variations temporelles, c'étaient des morts qui n'avaient pas de visage. Ce n'était pas comme avec d'autres approches en épidémiologie. Il y avait une très grande défiance, et sans doute une défiance vis-à-vis des méthodes. Et, il a fallu attendre qu'il y ait une convergence et une stabilisation des résultats avec d'autres pays, d'autres équipes. Après, au niveau international, la littérature scientifique ne laissait plus beaucoup de doute quand même [...]. Il y a des centaines d'études qui ont confirmé cela »²⁷⁹.

²⁷⁸ Entretien du 3 mai 2017, réalisé au téléphone avec Sylvia Médina, coordinatrice du programme national de surveillance « Air et Santé » à Santé Publique France.

²⁷⁹ Entretien du 17 avril 2018 réalisé à Paris avec Isabelle Momas, professeur en épidémiologie environnementale à l'Université Paris Descartes, et Fanny Rancière, maître de conférences en santé publique à l'Université Paris.

Les alliances, établies d'une part avec des épidémiologistes de la scène internationale et, d'autre part, avec d'autres milieux scientifiques (toxicologues, statisticiens, métrologues et ingénieurs hygiénistes) légitiment l'usage des écologiques temporels et consolide le problème de l'exposition à de relativement faibles niveaux de la pollution de l'air.

3. Institutionnaliser la pollution de l'air et fragmenter les savoirs

Les résultats de l'étude ERPURS alimentent les discussions des autorités nationales dans le cadre de la préparation de la Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE). Promulguée le 30 décembre 1996, la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie stipule le « *droit reconnu à chacun à respirer un air qui ne nuise pas à sa santé* »²⁸⁰. Elle institutionnalise la surveillance métrologique et épidémiologique de la pollution de l'air qui est alors déléguée aux institutions agréées à cet effet : les Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air et le Réseau national de santé publique (RNSP), aujourd'hui Santé Publique France. À partir du 1^{er} janvier 1997, cette surveillance est rendue obligatoire dans les agglomérations de plus de 250 000 habitants pour être étendue trois ans plus tard à l'ensemble du territoire national. Elle fait aussi l'objet de droit à l'information que la loi du 30 décembre 1996 reconnaît à chacun sur l'ensemble du territoire²⁸¹. Ainsi, l'équipe ERPURS intègre en 1997 le Réseau national de santé publique (RNSP) pour étendre la surveillance épidémiologique de la pollution de l'air à l'échelle nationale. Elle met alors en place le programme PSAS-9 (Programme de Surveillance Air et Santé 9 villes) dans neuf villes françaises : Bordeaux, Lille, le Havre, Lyon, Marseille, Paris, Rouen, Strasbourg et Toulouse. Sylvia Médina explique lors d'un entretien :

²⁸⁰ « Loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie », Code de l'environnement §.

²⁸¹ La loi prescrit également la mise en place de Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA) (dans les agglomérations de plus de 250 000 habitants où les valeurs limites sont dépassées ou risquent de l'être) et de Plans Régionaux pour la Qualité de l'Air (PRQA) qui fixent les objectifs d'amélioration des critères de santé publique fondés sur l'évaluation épidémiologique des effets de la pollution de l'air sur la santé.

« [...] Aujourd'hui en France, il y a la LAURE, donc comme c'est [la surveillance épidémiologique] inscrit dans une loi, mon institut a l'obligation de surveiller les effets sur la santé de la pollution²⁸².

Le RNSP a été créé en 1992 à l'hôpital de Saint-Maurice sous la forme de Groupement d'intérêt public associant l'Inserm, l'École nationale de la santé publique (ENSP) et le ministère de la Santé au travers de la Direction générale de la santé (DGS) et la Direction des hôpitaux (Buton et Pierru, 2012). À sa création, la mission du RNSP consiste à renforcer les activités de surveillance et d'intervention épidémiologique pour garantir la sécurité sanitaire dans le domaine des maladies transmissibles et, dès 1994, dans le domaine de la santé environnementale²⁸³. Officiellement, il est admis que le RNSP a été créé dans un contexte de crises de santé publique, en particulier celui de l'affaire du sang contaminé et de l'épidémie de listériose²⁸⁴. Sa création avait pour objectif de débarrasser des autorités publiques et administratives d'une partie des responsabilités en cas de nouvelle crise sanitaire (Buton, 2006). Plus particulièrement, l'externalisation de la surveillance épidémiologique a dépolitisé une partie des décisions politiques et a attribué aux agences un rôle de « fusible » au moment de crise (Buton et Pierru, 2012).

Le politiste François Buton considère que la création du RNSP est le résultat d'une double mobilisation (Buton, 2006). La première mobilisation, informelle et discrète, est le renouvellement de statistiques sanitaires après 1981 par une petite équipe de médecins et épidémiologistes de la Direction générale de santé (DGS), dans le contexte de l'arrivée de l'épidémie de sida. La seconde mobilisation est la montée en puissance de l'épidémiologie de terrain en France avec la création du cours de l'IDEA et de l'association EPITER. Pour François Buton et Frédéric Pierru (2012) l'épidémiologie de terrain n'était pas directement à l'origine de la création du RNSP,

²⁸² Entretien du 3 mai 2017, réalisé au téléphone avec Sylvia Médina, coordinatrice du programme national de surveillance « Air et Santé » à Santé Publique France.

²⁸³ Jouan, Michel. 1995. « Réseau national de santé publique ». *Actualité et dossier en santé publique. Santé et environnement*, n° 13 : 10.

²⁸⁴ Drucker, Jacques. 1997. « Des CDC d'Atlanta à l'Institut de veille sanitaire, en passant par le Réseau national de santé publique : l'essor de l'épidémiologie d'intervention en France ». *Revue Française des Affaires Sociales* 51, n° 3-4 : 66-70.

mais elle lui a procuré son premier directeur : Jacques Drucker. Ce dernier découvre l'épidémiologie de terrain lors de son master en épidémiologie à la Harvard School of Public Health. Dès son retour en France en 1982, faute d'opportunités dans l'enseignement hospitalo-universitaire, Jacques Drucker se fait recruter par l'Institut de la Fondation Mérieux sur un poste de professeur de santé publique au Centre hospitalier régional universitaire de Tours. Il suit le premier cours de l'IDEA de 1984 et il devient, l'année suivante, responsable scientifique de ce même cours. Jacques Drucker s'inspire des Centers for Disease Control (CDC) américains et rapproche les missions du RNSP au modèle américain (Buton, 2006). Le nouveau directeur recrute au sein de l'agence quelques diplômés des CDC et (avant tout) des stagiaires du cours de l'IDEA. Avec cette équipe, il développe des missions de surveillance, le système d'alerte et d'investigation épidémiologique en cas de crise infectieuse.

La prise en compte des problèmes de santé environnementale au sein du RNSP est postérieure à celle des maladies transmissibles²⁸⁵. Le ministère de la Santé missionne en 1994 le RNSP pour étudier les risques sanitaires concernant : l'exposition des populations impliquées dans l'activité de l'orpaillage en Guyane au mercure, l'utilisation de la trémolite dans le revêtement des maisons traditionnelles en Nouvelle-Calédonie et l'imprégnation de la population française par le plomb²⁸⁶. Ce n'est qu'en 1997 avec l'intégration au sein du RNSP du programme ERPURS que se développe réellement un système de surveillance épidémiologique pour un problème de santé environnementale : la pollution de l'air. Avec la médiatisation de la pollution de l'air, celle-ci se présente comme une thématique à part entière à contrôler et intégrer dans le dispositif de la sécurité sanitaire. La capacité de surveillance épidémiologique des études écologiques temporelles et la revendication de l'équipe ERPURS à l'épidémiologie de terrain jouent un rôle majeur sur l'intégration du programme ERPURS au sein du RNSP. Celui-ci est alors généralisé à l'échelle nationale par la création du programme PSAS-9. L'objectif de départ de William Dab et de Philippe Quénel s'accomplit : la surveillance sanitaire s'étend au problème de la pollution de l'air.

²⁸⁵ Jouan, Michel. 1995. « Réseau national de santé publique ». *Actualité et dossier en santé publique. Santé et environnement*, n° 13 : 10.

²⁸⁶ *Ibidem*.

L'équipe ERPURS a un impact majeur sur le développement du programme PSAS-9 (ils sont les seuls à maîtriser les études écologiques temporelles en France) et sur le développement du département santé-environnement du RNSP. Dès 1994, le RNSP recrute Philippe Quénel pour le poste de responsable adjoint en charge de la stratégie scientifique de l'Unité santé environnement et de coordinateur du programme PSAS-9. Dès 1999, il assure la direction de ce même département²⁸⁷. Philippe Quénel recrute en 1997 Sylvia Médina et Alain Le Tertre dans son département pour développer le programme PSAS-9. La première phase du programme a alors pour objectif d'examiner la pertinence et la faisabilité de la nationalisation de surveillance épidémiologique de la pollution de l'air. En 1999 est publié le premier rapport du PSAS-9 qui démontre la faisabilité de la nationalisation du programme ERPURS. Les épidémiologistes publient également en 1999 le premier « Guide méthodologique d'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine », censé accompagner les épidémiologistes locaux dans l'élaboration d'une étude écologique temporelle locale. L'École Nationale de Santé Publique propose depuis 1999 une formation à la réalisation d'une évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine. Lors de l'entretien, Philippe Quénel explique :

« Et donc on a élaboré ce guide et on a essayé d'accompagner méthodologiquement toutes les villes dans les différentes régions qui voulaient faire des évaluations quantitatives des risques, et donc ça a diffusé progressivement, ça s'est fait un peu partout, et donc voilà, c'est comment en France on est passé de la surveillance des risques relatifs, par Air Santé, à la mise en perspective des résultats d'un point de vue décisionnel avec le risque attribuable »²⁸⁸.

Le programme ERPURS est répliqué par la suite à Bordeaux, Lille, le Havre, Lyon, Marseille, Rouen, Strasbourg et Toulouse. De nombreux échanges scientifiques et techniques contribuent à partager l'expérience de l'équipe ERPURS avec les autres épidémiologistes impliqués à l'échelle régionale au sein du programme PSAS-9. Les

²⁸⁷ En 1998, le RNSP devient l'Institut de veille sanitaire.

²⁸⁸ Entretien téléphonique du 11 mai 2017, réalisé au téléphone avec Philippe Quénel, professeur de l'EHESP et directeur du Laboratoire d'étude et de recherche en environnement et santé (LERES).

deux épidémiologistes solidifient également la collaboration entre le RNSP et les Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air dans les régions étudiées.

Alain Le Tertre raconte :

« Ce qui s'est passé c'est que le programme PSAS-9 a été créé. Sylvia et moi, on travaillait à l'ORS [Observatoire régional de santé d'Île-de-France], et donc, on était un peu les experts puisque personne d'autre ne savait comment utiliser ces méthodes. Et donc on a répliqué ce qu'on avait fait à Paris dans huit autres villes. Après, on a été recruté avec Sylvia au Réseau national de santé publique [RNSP] où on a continué à faire ce qui avait été initialement fait dans le cadre du programme ERPURS »²⁸⁹.

Très vite, Sylvia Médina et Alain Le Tertre vont exercer d'importantes responsabilités au sein de cette agence. Sylvia Médina devient en 2014 coordinatrice du programme Air et Santé (ancien PSAS-9) qui est aujourd'hui déployé dans vingt-deux villes en France. Quant à Alain Le Tertre, il devient en 2004 responsable de l'unité des statistiques, et entre 2017 et 2020, il assure la responsabilité de l'unité de l'évaluation des risques et impacts sanitaires liés aux milieux. Entre 1999 et 2005, le programme ERPURS est affilié au programme APHEIS (Air Pollution and Health: a European Information System) qui succède au programme APHEA. Sylvia Médina prend alors en charge la coordination de ce programme dans 26 villes européennes, en collaboration avec Antoni Plasència (épidémiologiste à l'Agencia Municipal de Salut Pública à Barcelone). Ce programme obtient le financement de la Commission Européenne et des agences sanitaires nationales. Ses résultats montrent d'importantes inégalités géographiques, sociales et économiques face à la pollution de l'air²⁹⁰. Le programme ERPURS est associé en 2008 au programme APHEKOM (Improving Knowledge and Communication for Decision Making on Air Pollution and Health in Europe), conduit dans 25 villes européennes. Ce dernier est de nouveau coordonné par Sylvia Médina, en collaboration avec Bertil Forsberg (épidémiologiste à l'Université d'Umeå en Suède). Aujourd'hui, malgré des recommandations de l'OMS sur la nécessité de surveillance

²⁸⁹ Entretien du 24 mai 2017, réalisé à Saint-Maurice avec Alain Le Tertre, directeur de l'unité statistique à Santé Publique France.

²⁹⁰ Médina, Sylvia *et al.* 2005. « APHEIS Monitoring the Effects of Air Pollution on Public Health in Europe. Scientific report, 1999-2000. ». Saint-Maurice : InVS.

épidémiologique des effets de la pollution de l'air sur la santé²⁹¹, les projets de surveillance sanitaire de la pollution de l'air en Europe ne sont plus financés par la Commission Européenne, ni les agences nationales. Sylvia Médina remarque lors d'un entretien :

« La surveillance au niveau européen ne se fait plus. Depuis la fin d'APHEKOM 2011, on avait une image de ce qui se passait en termes de pollution et santé, et depuis on n'a pas refait d'études, enfin on a fait plein d'études, mais on n'a pas refait de programme de surveillance [...] C'est une question de financement et de volonté des différentes institutions de coordonner des programmes de ce type. Il faut qu'on ait des financements et les procédures pour répondre aux appels d'offres au niveau européen qui sont de plus en plus compliquées. Je pense aussi qu'en tout cas mon institut n'a pas souhaité continuer, et les instituts des autres, mais bon cela s'est arrêté en 2011 et on ne dit pas que c'est quelque chose qu'on ne va pas pouvoir refaire à l'avenir, mais pas pour l'instant »²⁹².

La loi du 30 décembre 1996, par l'institutionnalisation de l'expertise sur la pollution de l'air au sein du RNSP, nationalise la surveillance sanitaire du problème. Ceci malgré l'émergence de ce problème à l'échelle municipale. Avec cette institutionnalisation, les savoirs se trouvent de nouveau fragmentés entre le RNSP et les Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air. Désormais, la pollution de l'air semble être un problème maîtrisé et sous contrôle.

4. Conclusion du chapitre

Ce chapitre a montré comment les alliances établies par l'équipe ERPURS avec d'une part, les épidémiologistes sur la scène internationale dans le cadre du projet européens comme APHEA, APHEIS et APHEKOM et, d'autre part, les différents

²⁹¹ OMS. 2016. « Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease ». Genève.

²⁹² Entretien du 3 mai 2017, réalisé au téléphone avec Sylvia Médina, coordinatrice du programme national de surveillance « Air et Santé » à Santé Publique France.

milieux scientifiques (ingénieurs hygiénistes, statisticiens et métrologues), participent à redéfinir au milieu des années 1990 le problème de la pollution de l'air. Ces alliances légitiment et consolident l'usage des études écologiques temporelles qui, différentes par leur méthodologie des études de cohortes privilégiées en épidémiologie française, mettent en évidence une relation à court terme entre l'exposition à la pollution de l'air et la santé cardiorespiratoire. En utilisant cette méthode, l'équipe ERPURS montre comment un risque relativement faible, lorsqu'appliqué à l'ensemble de la population, peut avoir un effet considérable sur la mortalité, les hospitalisations et les visites à domicile pour causes respiratoires et cardiovasculaires. L'équipe ERPURS révèle qu'il n'y a pas d'effets de seuil en dessous duquel la pollution de l'air n'a aucune conséquence sur la santé. Bien au contraire, toute exposition à la pollution de l'air, même la plus insignifiante qu'elle soit, a des effets sanitaires. Leurs travaux déplacent la définition du problème de la pollution de l'air de l'exposition à des pics de pollution à l'exposition chronique à des niveaux relativement faibles de pollution de l'air.

Suite à la promulgation de la Loi du 30 décembre 1996, la pollution de l'air devient le premier problème de santé environnementale pour lequel s'institutionnalise la surveillance épidémiologique et la surveillance métrologique. La surveillance épidémiologique est implantée au sein du Réseau national de santé publique par les anciens membres de l'équipe ERPURS, notamment Philippe Quénel, Sylvia Médina et Alain Le Tertre. Ce type de surveillance est par la suite étendu à d'autres problèmes de santé environnementale, comme la contamination microbiologique des eaux d'alimentation, l'exposition aux rayonnements ionisants, les allergies alimentaires, etc.²⁹³. Cependant, la loi du 30 décembre 1996 participe aussi à fragmenter des savoirs sur la pollution de l'air, à deux niveaux : institutionnel et territorial. Elle établit d'une part, la surveillance métrologique de la pollution de l'air à l'échelle régionale attribuée aux associations agréées de surveillance de la qualité de l'air et, d'autre part, la surveillance épidémiologique à l'échelle nationale imputée au Réseau national de santé publique (aujourd'hui Santé Publique France).

²⁹³ Jouan, Michel. 2000. « L'institut de veille sanitaire Son rôle dans le domaine de la santé environnementale ». *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, n° 16-17 : 28-38.

L'équipe ERPURS intègre en 1997 le Réseau national de santé publique (RNSP) pour développer à l'échelle nationale la surveillance épidémiologique du problème de la pollution de l'air. L'équipe ERPURS déploie alors le programme PSAS-9 (Programme de Surveillance Air et Santé 9 villes) dans neuf villes françaises : Bordeaux, Lille, le Havre, Lyon, Marseille, Paris, Rouen, Strasbourg et Toulouse. Avec l'intégration de l'équipe ERPURS au sein du RNSP, la veille sanitaire s'étend des maladies transmissibles et infectieuses aux problèmes de santé environnementale. L'institutionnalisation des dispositifs de surveillance épidémiologique et métrologique est, dans les années 1990, la principale réponse politique au problème de la pollution de l'air. Elle laisse penser que le problème est maîtrisé et sous contrôle. Pourtant, l'État ne met en place aucune mesure restrictive visant à réduire les émissions de la pollution de l'air dans les grandes villes urbanisées. Ainsi, la surveillance de la pollution de l'air invisibilise paradoxalement l'ignorance plus large du problème de la pollution de l'air par les autorités publiques.

L'impact de l'équipe ERPURS sur la santé environnementale en France dépasse largement le cadre du RNSP. En 1996, la sécurité sanitaire est de nouveau remise en cause avec l'émergence de la crise de la vache folle (Besançon, 2004). Une nouvelle loi du 1^{er} juillet 1998, relative au renforcement de la veille sanitaire et du contrôle de la sécurité sanitaire des produits destinés à l'homme, fait évoluer le RNSP en Institut de Veille Sanitaire (InVS), l'Agence du Médicament en Agence Française de Sécurité des Produits de Santé (AFSSAPS), l'AFS en l'Établissement Français du Sang (EFS), de même qu'est créée l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA). En 2001 sont créées également l'Agence Française de Sécurité Sanitaire Environnementale (AFSSE) et l'Institution de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN). Des épidémiologistes de terrain sont appelés à prendre la direction de ces nouvelles agences et de la direction générale de la santé (Benamouzig et Besançon, 2005). C'est notamment le cas de Denis Zmirou qui, de 2003 à 2005, occupe la fonction de directeur scientifique de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire Environnementale et de William Dab qui, de 2003 à 2005, devient Directeur Général de la santé.

Avec la Loi du 30 décembre 1996 qui institutionnalise la surveillance épidémiologique au sein du RNSP, les alliances établies entre les épidémiologistes et les ingénieurs hygiénistes du Laboratoire d'hygiène de la Ville de Paris se fragilisent. Après le départ à la retraite de Bernard Festy, Isabelle Momas essaie de maintenir des liens institutionnels avec le Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris. Sous son initiative, la cohorte de nouveau-nés Paris est rattachée en 2003 au Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène (aujourd'hui Service Parisien de Santé Environnementale). Malgré ce rattachement, les collaborations entre les épidémiologistes de l'Université Paris Descartes et les ingénieurs hygiénistes du Service Parisien de Santé Environnementale sont fort limitées, pour ne pas dire inexistantes.

Chapitre 4

Sélectionner et agréger les ignorances.

La carte de fragilité en santé environnementale

Le vendredi 27 septembre 2019 se tient à l'auditorium de l'Hôtel de Ville de Paris une conférence sur les « Zones de fragilité en santé environnementale ». Organisée à l'occasion de la semaine de la santé environnementale, elle avait pour objectif de présenter à la presse l'un des instruments phares du Plan Paris Santé Environnement : l'outil cartographique d'identification des zones de fragilité en santé environnementale à Paris. Cet outil, prescrit par la fiche d'action 4 du Plan Paris Santé Environnement « renouveler des modalités d'intervention dans les quartiers où des fragilités en santé environnementale sont repérées », a été construit par une « équipe technique » issue du Service Parisien de Santé Environnementale, service de l'expertise municipale en santé environnementale, et de l'Atelier Parisien d'Urbanisme, association d'aménagement et d'urbanisme à Paris et les territoires de la Métropole du Grand Paris²⁹⁴.

Ce qui devait être à l'origine une conférence publique n'est au final qu'un événement interne ayant réuni le personnel du cabinet d'Anne Souyris, adjointe à la Maire de Paris en charge de la santé publique et des relations avec l'Assistance Publique-Hôpitaux de Paris (AP-HP), de la santé environnementale, de la lutte contre les pollutions et de la réduction des risques, les ingénieurs du Service Parisien de Santé Environnementale et les agents des directions de la ville de Paris impliqués sur des questions de la santé environnementale. L'équipe technique présente la carte de « fragilité en santé environnementale » à Paris, un outil unique qui agrège et

²⁹⁴ Mairie de Paris. 2015. « Plan Paris Santé Environnement ». Paris.

cartographie trois catégories de données : « pollutions et nuisances environnementales », « populations vulnérables » et « offre en aménité environnementale et urbaine ». Fruit de près de deux années de travail avec une trentaine d'experts et de producteurs de données en santé environnementale, l'ambition des porteurs de cet outil était grande. Ils ont cherché à identifier la « fragilité en santé environnementale » pouvant être définie comme espaces qui accueillent des populations vulnérables particulièrement soumises aux pollutions environnementales. Ces espaces se trouvent parmi les priorités de l'action municipale.

Les deux chapitres précédents ont montré comment la fragmentation des savoirs sur la pollution de l'air s'est produite depuis le grand smog de Londres de 1952 par une mobilisation successive de différents groupes d'experts. Il en découle aujourd'hui des savoirs fragmentés en deux types : sanitaires et métrologiques. Ce chapitre a pour objectif d'étudier quels sont les effets de cette fragmentation des savoirs établis de longue durée sur la production de nouveaux savoirs dans le domaine de la santé environnementale. Lorsque je débute mon enquête, les ingénieurs du Service Parisien de Santé Environnementale me présentent la carte de la « fragilité en santé environnementale » comme l'un des outils phares du Plan Paris Santé Environnementale. Je décide donc, dans le cadre de mon observation ethnographique au sein du Service Parisien de Santé Environnementale, de suivre la construction de cet outil cartographique unique.

Ce chapitre vise à analyser quel est le type de savoirs utilisé par l'équipe technique pour définir ce qu'elle désigne par « fragilité en santé environnementale » à Paris. Il s'intéresse aux difficultés rencontrées par cette équipe technique pour mettre en carte des savoirs fragmentés sur l'exposition des Parisiens à une longue liste de « pollutions et nuisances environnementales » à Paris : la pollution de l'air extérieur, l'environnement intérieur, le bruit, les substances chimiques (agents cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction (CMR) et polyéthylène), le climat, l'amiante, les sols pollués, le plomb, les nanoparticules, les champs électromagnétiques, les radiofréquences et le tabagisme. Ces problèmes ont été documentés par la littérature scientifique comme étant à l'origine du développement d'un ensemble de pathologies en

santé environnementale, comme cancers, maladies cardiovasculaires, pathologies respiratoires, allergies, asthme, troubles de développement et affections neurodégénératives. Loin de l'ambition initiale, la carte des « pollutions et nuisances environnementales » à Paris n'est finalement construite qu'à partir de quatre problèmes de santé environnementale : la pollution de l'air, le bruit, les immeubles à risque de dégradation et la carence en végétation. Ce chapitre montre comment cette initiative débouche sur la production d'un outil cartographique dans lequel s'intriquent différentes formes d'ignorances de problèmes de santé environnementale à Paris.

Pour tenter de saisir ces différentes formes d'ignorance, je mobilise dans ce chapitre le concept de l'ignorance institutionnelle proposée par Scott Frickel et Michelle Edwards (2014) dans leurs travaux sur la pollution des sols à la Nouvelle-Orléans due aux inondations de l'ouragan Katrina. L'ignorance institutionnelle ne devrait pas être, pour eux, considérée obligatoirement comme le fruit d'une science ou d'une action délibérée de certains acteurs, mais plutôt comme un résultat d'un ensemble de mécanismes institutionnels (règles, procédures et protocoles) qui régissent la science réglementaire. Scott Frickel et Michelle Edwards ont montré comment l'Environmental Protection Agency (EPA), en limitant l'évaluation des risques aux protocoles de collecte, d'analyse et d'interprétation des données, a reproduit et combiné différentes formes d'ignorances sur la réelle pollution des sols à la Nouvelle-Orléans. S'inscrivant dans la même lignée de travaux, Sainath Suryanarayanan et Daniel Lee Kleinman (2017) ont montré, dans leur travaux sur le rôle des insecticides dans le syndrome d'effondrement des colonies d'abeilles aux États-Unis, comment la toxicologie environnementale, par l'étude d'un effet qu'une substance chimique peut avoir sur une abeille en conditions de laboratoire, a produit de l'ignorance sur l'exposition en conditions réelles des colonies d'abeilles au cocktail de substances chimiques, d'agents pathogènes et de parasites. Ces travaux ont mis en évidence d'importants mécanismes institutionnels de la production de savoirs à des fins de surveillance réglementaire de problèmes de santé environnementale. Ce chapitre analyse, tout en s'inscrivant dans la lignée de ces travaux, ce qu'il advient des données issues de surveillance réglementaire à une autre échelle, celle de la production d'une expertise municipale visant à appuyer les politiques municipales dans le domaine de la santé environnementale.

Ce chapitre étudie, dans un premier temps, comment l'équipe technique organise le travail de cartographie des zones de la « fragilité en santé environnementale ». Il analyse, dans un deuxième temps, comment elle exclut de la carte un ensemble de problèmes de santé environnementale pour lesquels les données sont partielles, absentes ou incertaines. Ce chapitre s'intéresse, dans un troisième temps, au type de données sélectionnées par l'équipe technique pour cartographier les « pollutions et nuisances environnementales » à Paris. Il revient, dans un quatrième temps, sur la décision de l'équipe technique d'exclure de la carte de « fragilité en santé environnementale » les données sanitaires.

1. Organiser le travail de cartographie

La création de l'outil cartographique de l'identification des zones de fragilité en santé environnementale est confiée par le cabinet de Bernard Jomier (ex-adjoint à la Maire en charge de la santé, du handicap et des relations avec l'AP-HP) à une équipe technique issue du Service Parisien de Santé Environnementale et de l'Atelier parisien d'urbanisme (Apur)²⁹⁵. Comme je l'ai montré dans le premier chapitre de cette thèse, le Service Parisien de Santé Environnementale est un service d'expertise municipale qui a été créé en septembre 2016 par le Conseil de Paris comme « pilier » de la mise en œuvre du Plan Paris Santé Environnement. Son objectif est de renforcer le conseil et l'expertise municipale dans le domaine de la santé environnementale. L'un des premiers projets développés dans ce cadre par le service est la création de l'outil d'identification des zones de « fragilité en santé environnementale ».

Quant à l'Atelier parisien d'urbanisme (Apur), il s'agit d'une association à but non lucratif créée en juillet 1967 par le Conseil de Paris. Il appuie la municipalité de la ville de Paris et, depuis peu, la Métrologie du Grand Paris, dans la définition et la révision des politiques d'aménagement et d'urbanisme. Depuis le 1^{er} février 2012, l'Apur est dirigé par Dominique Alba (architecte diplômée par le gouvernement –

²⁹⁵ La ville de Paris accorde au projet 105 000 euros pour financer un poste à temps plein d'un ingénieur hygiéniste au Service Parisien de Santé Environnementale et la mission de l'Apur.

tableau 18). Il a un budget qui s'élève à 9 millions d'euros²⁹⁶. 92% de ce budget proviennent de subventions des missions réalisées pour ses partenaires adhérents²⁹⁷ et 8% de ses recettes propres. Plus de 80% des subventions de l'Apur proviennent de la ville de Paris. Son Conseil d'administration se compose comme suit : Christophe Najdovski (président du Conseil d'administration et adjoint à la Maire de Paris en charge de la végétalisation de l'espace public, des espaces verts, de la biodiversité et de la condition animale)²⁹⁸, Éric Cesari (vice-président du conseil et vice-président de la Métropole du Grand Paris et adjoint au Maire de Courbevoie délégué aux coopérations intercommunales) et Célia Blauel (trésorière du conseil et adjointe à la Maire de Paris en charge de la Seine, de la Prospective Paris 2030 et de la résilience)²⁹⁹.

L'Apur compte 84 salariés regroupés en quatre équipes pluridisciplinaires :

1. Chargés d'études (architectes, ingénieurs, économistes, géographes, sociologues, démographes et cartographes).
2. Spécialistes Systèmes d'Information Géographique (SIG) et bases de données, géomaticiens et statisticiens.

²⁹⁶ Apur. 2020. « L'Atelier ». Dernière consultation le 26 janvier 2021, <https://www.apur.org/fr/atelier>.

²⁹⁷ Les partenaires adhérant de l'Apur sont : Ville de Paris, Préfecture de la région Île-de-France, Direction Régionale et Interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement d'Île-de-France, INSEE, ministère de la Culture, Préfecture de Police de Paris, Métropole du Grand Paris, Société du Grand Paris, Forum métropolitain du Grand Paris, Chambre de Commerce et de l'Industrie de Paris, RATP, Plaine Commune, Paris Terres d'envol, Est Ensemble Grand Paris, Grand-Orly Seine Bièvre, Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne, Syndicat intercommunal de la périphérie de Paris pour les énergies et les réseaux de communication, Île-de-France Mobilités, Sytcom, Assistance publique-Hôpitaux de Paris, Caisse des dépôts, Eau de Paris, Établissement public d'aménagement universitaire de la région Île-de-France, Grand Paris Aménagement, Paris Habitat, Ports de Paris, SNCF Immobilier, Sigeif, Grand Paris Grand Est, Paris Est Marne & Bois, le département Seine-Saint-Denis.

Apur. s. d. « Nos partenaires adhérents ». Dernière consultation le 25 mai 2021. <https://www.apur.org/fr/nos-partenaires>.

²⁹⁸ Christophe Najdovski a été le candidat d'Europe Écologie Les Verts aux élections municipales de 2014. Ses propositions de lutte contre la pollution de l'air ont été qualifiées par le Collectif Poumons de Paris comme bien plus ambitieuses que celles des autres candidats. Après les élections de 2014, il a été élu adjoint à la Maire de Paris chargé de toutes les questions relatives aux transports, à la voirie, aux déplacements et à l'espace public. Il est, depuis le 3 juillet 2020, adjoint à la Maire de Paris en charge de la végétalisation de l'espace public, des espaces verts, de la biodiversité et de la condition animale.

²⁹⁹ Apur. 2020. « L'Atelier ». Dernière consultation le 26 janvier 2021. <https://www.apur.org/fr/atelier>.

3. Services de documentation, d'édition et de communication.

4. Services généraux (comptabilité etc.)³⁰⁰.

Tableau 18 - Parcours de Dominique Alba³⁰¹

Dominique Alba, architecte diplômée de l'École nationale supérieure des beaux-arts de Paris. À sa sortie de l'école en 1982, elle travaille à la prestigieuse agence d'architecture de Jean Nouvel. Lauréate d'un concours international d'urbanisme organisé par la Fédération Internationale pour l'Habitation, l'Urbanisme et l'Aménagement des Territoires (FIHUAT), elle quitte en 1983 l'agence pour travailler sur le développement urbain à proximité des mines à ciel ouvert en Afrique. Dès son retour en France, elle s'associe avec l'architecte Philippe Roux avec qui elle travaille sur la réhabilitation de bâtiments en France, en Europe et en Afrique.

En 2001, elle s'engage dans la campagne municipale de Bertrand Delanoë, homme politique français et membre du Parti socialiste (PS). Après les élections, elle rejoint à mi-temps le cabinet de Bertrand Delanoë pour un poste de chargée de missions concernant le renouvellement urbain, l'espace public et l'architecture. Elle devient en 2003 directrice générale du Pavillon de l'Arsenal (le centre d'information, de documentation et d'exposition d'architecture et d'urbanisme de Paris). En 2008, elle est engagée comme directrice déléguée de l'Apur, un poste qu'elle exerce en parallèle de ses activités au Pavillon de l'Arsenal. Elle prend en 2012 la direction de l'Apur après la démission de Francis Rol-Tanguy de ses fonctions de directeur en raison de deux plaintes qui ont été déposées par l'inspection du travail suite au suicide d'une salariée de l'Apur. L'une des plaintes concernait le travail dissimulé et l'autre le non-paiement des heures supplémentaires. En février 2012, le tribunal de police a sanctionné Francis Rol-Tanguy à payer 42 000 euros d'amende tout comme la Ville de Paris et l'Apur à 220 000 euros d'amende.

Spécialisé dans l'aménagement et l'urbanisme, l'Apur n'a pas de service dédié à la santé environnementale. Ainsi, la création de l'outil cartographique des zones de « fragilité en santé environnementale » est l'un des premiers projets de l'Apur dans ce domaine. La santé environnementale devient un nouveau marché sur lequel l'Apur souhaite se faire une place parmi de nombreux établissements de santé publique, d'environnement et d'urbanisme. L'une des membres de l'équipe technique remarque

³⁰⁰ Apur. 2020. « L'Atelier ». Dernière consultation le 26 janvier 2021. <https://www.apur.org/fr/atelier>.

³⁰¹ Brocard, Veronique. 2014. « Dominique Alba dessine l'économie de Paris », *La Tribune*, 17 novembre 2014, <https://www.latribune.fr/regions/smart-cities/20141117trib5cb2c2d25/dominique-alba-dessine-l-economie-de-paris.html> ; *Le Parisien*. 2012. « La ville de Paris condamnée à 220 000 euros d'amende pour travail dissimulé ». 3 février 2012.

que la prise en compte des thématiques de santé environnementale « s'impose » aux agences d'urbanisme. Lors d'un entretien, elle évoque que :

« ... d'une manière générale pour les agences d'urbanisme, on voit que ce sont des thématiques qui s'imposent de plus en plus, mais qu'on n'avait pas forcément l'habitude de traiter [...]. À l'échelle du Grand Paris on a, en plus de la ville de Paris, une vingtaine de partenaires qui nous financent. Et donc on voit bien que [la santé environnementale] ce sont des sujets sur lesquels d'autres se positionnent »³⁰².

Le cabinet de Bernard Jomier attribue la création de l'outil cartographique d'identification des zones de « fragilité en santé environnementale » au Service Parisien de Santé Environnementale et à l'Apur. Pourtant, il a été prévu de faire également appel à l'expertise de l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France qui a réalisé une carte de « points noirs environnementaux » pour la région Île-de-France. L'Observatoire régional de santé d'Île-de-France est un département technique autonome de l'Institut Paris Région, institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Île-de-France. Sa mission principale est de dresser un « portrait » de l'état de santé des habitants d'Île-de-France³⁰³. L'Observatoire régional de santé d'Île-de-France, en collaboration avec la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie d'Île-de-France (DRIEE d'Île-de-France)³⁰⁴, a publié en mars 2016 une carte de « points noirs environnementaux » en région Île-de-France à la suite de l'appel du 2^e Plan Régional Santé Environnement à cartographier les inégalités d'exposition des populations

³⁰² Entretien du 6 janvier 2021, réalisé sur zoom avec une membre de l'équipe technique.

³⁰³ Observatoire régional de santé d'Île-de-France. s. d. « Historique ». Dernière consultation le 24 septembre 2021. <https://www.ors-idf.org/ors/>.

J'ai précisé dans le 2^e chapitre le contexte de la création de cet établissement.

³⁰⁴ La DRIEE Île-de-France a fusionné, au 1^{er} avril 2021, avec la Direction régionale et interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement (DRIEA) pour devenir la Direction régionale et interdépartementale de l'Environnement, de l'Aménagement et des Transports d'Île-de-France (DRIEAT).

défavorisées aux pollutions et nuisances environnementales³⁰⁵. La fiche d'action 6 de ce plan précise qu'il fallait identifier :

« des points noirs environnementaux (PNE), définis comme des zones qui cumulent nuisances, risques et pollutions, et qui bien souvent accueillent aussi des populations défavorisées. L'identification doit s'appuyer sur une méthodologie croisant dans un premier temps différentes données environnementales, puis dans un deuxième temps des données socio-économiques et sanitaires. Cette démarche constituera un outil d'aide à la décision pour une meilleure gestion des sources d'exposition, un rééquilibrage des nuisances sur le territoire afin d'éviter la création de nouveaux points noirs et mettre en place un accompagnement privilégié des populations les plus vulnérables »³⁰⁶.

Le personnel du cabinet de Bernard Jomier souhaitait s'appuyer sur l'expertise que l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France a acquise dans le cadre de la construction de la carte de « points noirs environnementaux » pour l'appliquer à la carte de la « fragilité en santé environnementale » à Paris. Cependant, comme l'indique l'une de mes enquêtées, le personnel du cabinet est arrivé à la conclusion qu'en raison du rattachement institutionnel de l'Apur et de l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France, le projet parisien ne pouvait pas être porté officiellement par les deux institutions. Alors que l'Institut Paris Région (dont fait partie l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France) est présidé par Valérie Pécresse (Présidente du conseil régional d'Île-de-France), l'Apur l'est par Christophe Najdovski (adjoint à la Maire de Paris en charge de la végétalisation de l'espace public, des espaces verts, de la biodiversité et de la condition animale). Ainsi, les deux établissements sont bien souvent pris à parti dans des conflits entre la Mairie de Paris et le Conseil régional d'Île-de-France, dirigés par des partis politiques opposés (le Parti Socialiste et les Républicains). L'une des membres de l'équipe technique indique :

³⁰⁵ Gueymard, Sandrine *et al.* 2016. « Inégalités environnementales. Identification de points noirs environnementaux en région Île-de-France ». Paris : Observatoire régional de santé d'Île-de-France et l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la région d'Île-de-France.

³⁰⁶ *Ibidem.*

« ... au départ, le cabinet de Bernard Jomier avait envisagé qu'on travaille avec à la fois l'ORS [Observatoire régional de santé d'Île-de-France], l'IAU [Institut Paris Région] et l'Apur [Atelier parisien d'urbanisme]. Cependant, cela n'a pas pu se faire, parce que c'est compliqué pour l'ORS, l'APUR et l'IAU de travailler ensemble. Tandis qu'un est régional, l'autre, enfin... Cela n'a pas pu se faire. C'est l'Apur qui restait finalement, parce que c'est lui qui est rattaché à la ville de Paris. Et c'est pour ça qu'on a décidé d'intégrer l'ORS et l'IAU dans le Comité technique »³⁰⁷.

Comme je le montrerai par la suite, afin d'inclure tout de même les experts de l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France dans le projet, l'équipe technique les invite à rejoindre le Comité technique, une instance consultative qu'elle décide de mettre en place pour appuyer la robustesse scientifique et technique du projet.

Le dispositif institutionnel en place, la construction de l'outil d'identification des zones de « fragilité en santé environnementale » peut commencer. Ce travail est alors coordonné par ce que j'appellerai ici une « équipe technique » composée de trois personnes (trois femmes) : (1) la coordinatrice de l'observation en santé environnementale du Service Parisien de Santé Environnementale, (2) la directrice des études sociales et sociétales à l'Apur et (3) une sociologue chargée d'études à l'Apur. Tout au long de mon enquête, je suis particulièrement en contact avec la coordinatrice de l'observation en santé environnementale du Service Parisien de Santé Environnementale. Après ses études de pharmacie avec une spécialité en santé environnementale, elle occupe un poste d'ingénieur hygiéniste au Département hygiène et microbiologie de l'environnement du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris. Une dizaine d'années plus tard, elle rejoint l'Observatoire de la Santé Environnementale créé lors de la restructuration du Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène.

Le deuxième membre de l'équipe technique est la directrice des études sociales et sociétales de l'Apur. Elle est urbaniste de formation avec un parcours en science politique. Après avoir effectué des études en science politique à l'Institut d'études politiques à Rennes, elle se spécialise en aménagement et urbanisme à Sciences Po. Un

³⁰⁷ Entretien du 3 juin 2019, réalisé à Paris avec une membre de l'équipe technique.

an après la sortie de l'université, elle prend en 2005 un poste de chargée d'études à l'Apur. Elle travaille alors sur l'évolution démographique et sociale de la population, les modes de vie et les questions sociales à Paris. De 2011 à 2016, elle est chef de projet senior à l'Apur. Elle devient en 2016 directrice des études sociales et sociétales à l'Apur. Elle dirige dans ce cadre des travaux d'analyse et d'accompagnement des politiques publiques sur les nouveaux modes d'actions en ville, l'urbanisme temporaire, la participation citoyenne et l'évolution des équipements et des services publics à l'échelle de la Métropole du Grand Paris.

Le dernier membre de l'équipe technique est chargée d'études à l'Apur. Elle est docteure en sociologie diplômée de l'Université Paris VIII, spécialiste des « invisibles en ville », comme les sans-abris, les malades et les personnes handicapées. Elle est aussi une femme politique française, membre d'Europe Écologie les Verts (EELV). Elle est, au moment de la création de l'outil cartographique d'identification des zones de « fragilité en santé environnementale », conseillère du 12^e arrondissement de Paris, déléguée à l'égalité Femmes-Hommes et à la lutte contre les discriminations. Elle quitte en 2020 l'équipe technique pour se consacrer à la politique. Elle est alors candidate EELV aux élections municipales dans le 12^e arrondissement. Ses responsabilités à l'égard du projet de la création d'outil cartographique sont alors relayées à un ingénieur environnement de l'Apur. Le 11 juillet 2020, elle est élue Maire du 12^e arrondissement de Paris.

Cette équipe technique n'est pas seule à construire l'outil cartographique de « fragilité en santé environnementale ». Elle mobilise, tout au long du projet, une dizaine de techniciens de l'Apur, spécialistes en statistique, en démographie et en cartographie. Leur mission est la construction technique de l'outil. Ne participant pas aux réunions de travail, leur travail est dirigé par l'équipe technique qui joue alors un rôle d'intermédiaire entre eux et les commanditaires. Lors d'un entretien, l'une des membres de l'équipe technique constate que ce mode de travail est habituel à l'Apur :

« [...] si on [les équipes de l'Apur] participe à toutes les réunions de travail, vous ne vous rendez pas compte du travail qu'on a. Je pense que ce n'est pas faisable [que les techniciens participent à des réunions de travail]. En plus, cela

ne représente pas un intérêt... Eux, en fait, ils sont là pour travailler avec nous, avec les chefs de projets, les chargés d'études, dans un voilà... pour finalement produire des cartographies qui ont été définies. L'idée c'est qu'il n'y ait pas quarante personnes chez nous, les graphistes (rit) qui participent à tous les échanges, ça ne serait pas du tout efficace»³⁰⁸.

Le projet débute en mars 2017. L'équipe technique procède alors à l'analyse détaillée de la fiche d'action 4 du Plan Paris Santé Environnementale qui lui a été communiquée sans aucune explication par le cabinet de Bernard Jomier. La fiche d'action 4 appelle à « renforcer les outils de repérage des zones en fragilité » sans définir clairement ce qu'est la « fragilité en santé environnementale » et l'équipe technique n'était pas non plus à l'aise avec cette notion :

« [La fragilité] c'est le terme qui apparaît dans la fiche d'action 4 du PPSE [Plan Paris Santé Environnement]. Ce n'est pas un terme que l'on retrouve dans d'autres travaux, même s'il n'est pas très éloigné. Je pense que ce terme a été choisi lors de l'écriture du PPSE, mais je ne sais pas précisément d'où ça vient. J'ai posé la question, mais l'information a été perdue »³⁰⁹.

La notion de la « fragilité » n'a pas été mobilisée dans cette fiche d'action 4 par hasard. C'est une notion utilisée par l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) pour définir la combinaison d'une exposition à des risques et une déficience d'un État, d'un système ou d'une communauté à les prendre en charge pour évacuer ou du moins réduire leurs effets³¹⁰. L'OCDE prend en compte cinq « dimensions » de la fragilité : économique, environnementale, politique, sécuritaire et sociétale. La « fragilité environnementale » a été définie par l'OCDE comme une « vulnérabilité » de la population vis-à-vis des risques environnementaux, climatiques et sanitaires. Ce vocabulaire se rapproche de celui de l'OMS qui, pour qualifier le même problème, utilise le terme de déterminants sociaux de la santé qu'elle définit comme un

³⁰⁸ Entretien du 6 janvier 2020, réalisé sur zoom avec un membre de l'équipe technique.

³⁰⁹ Entretien du 11 janvier 2021, réalisé sur zoom avec un membre de l'équipe technique.

³¹⁰ Andrea *et al.* 2017. « Le Cadre de l'OCDE sur la fragilité ». Dans *États de fragilité 2016. Comprendre la violence*. Paris : OCDE.

ensemble de facteurs étant à l'origine des inégalités sociales de santé dans le monde³¹¹. Il s'agit de la répartition inégale des pouvoirs, revenus, biens et services et des pollutions environnementales ainsi que de la disparité dans les conditions de vie, l'accès aux soins, à l'éducation, au travail et aux loisirs³¹². Contrairement à l'OMS, l'OCDE ne tient pas compte des inégalités sociales dans l'exposition aux pollutions environnementales.

Afin de réduire l'ensemble des inégalités sociales de santé, la Commission des déterminants sociaux de la santé de l'OMS a formulé trois recommandations principales³¹³. L'une de ces recommandations incite à créer des observatoires nationaux et mondiaux de l'équité en santé pour « mesurer le problème, l'analyser et évaluer l'efficacité de l'action »³¹⁴. La création de l'outil cartographique d'identification des zones de « fragilité en santé environnementale » est une application de cette recommandation. La fiche d'action 4 annonce un objectif d'identifier les zones de « fragilité en santé environnementale » et non pas les zones de cumul de « déterminants sociaux de la santé ». Je n'ai pas pu déterminer, dans le cadre de mon enquête, les modalités de la prise de cette décision par les auteurs du Plan Paris Santé Environnement. Cependant, mon hypothèse, basée sur une série d'échanges, est que cette décision avait pour objectif d'éviter la construction d'un outil cartographique qui, à l'instar des travaux de l'OMS, suggère un lien de causalité entre inégalités sociales de santé et exposition aux pollutions et nuisances environnementales.

Après avoir décortiqué la fiche d'action 4, l'équipe technique s'engage dans la rédaction de la note de cadrage du projet. Elle classe alors la « fragilité en santé environnementale » en trois catégories de données : « pollutions et nuisances environnementales », « populations vulnérables » et « offre en aménité

³¹¹ Marmot, Michael *et al.* 2009. « Comblent le fossé en une génération : instaurer l'équité en santé en agissant sur les déterminants sociaux de la santé : rapport final de la Commission des Déterminants Sociaux de la Santé ». Genève: OMS.

³¹² *Ibidem.*

³¹³ La première recommandation de la Commission des Déterminants Sociaux de la Santé appelait à « améliorer les conditions de vie quotidiennes », en portant une attention particulière à l'inégalité des sexes et la deuxième à « lutter contre les inégalités dans la répartition du pouvoir de l'argent et des ressources ».

³¹⁴ *Ibidem.*, 9.

environnementale et urbaine »³¹⁵. Elle passe aussi en revue une série de données en santé environnementale, fragmentées parmi un ensemble d'institutions publiques et privées, pour sélectionner celles pouvant cartographier chacune de ces catégories. Ce travail lui permet d'identifier de potentiels partenaires du projet, principalement producteurs de données en santé environnementale et experts en cartographie des inégalités environnementales de santé, qu'elle souhaite associer au projet. L'une des membres de l'équipe technique évoque que :

« ... il y avait déjà tous les producteurs de données sur les problématiques qu'on [l'équipe technique] avait identifiées comme pouvant être intégrées dans notre outil. C'est Airparif, Bruitparif, la DRIEE [Direction régionale et interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie], en tant qu'institutions mais aussi en tant que producteurs de données, pareil pour la CPAM [Caisse primaire d'assurance maladie] et l'ARS [Agence régionale de santé]. C'étaient des données qu'on voulait intégrer. Et après, pour ce qui est des acteurs institutionnels qui n'avaient pas de données à fournir pour notre outil, c'était sur le fait qu'ils aient déjà travaillé sur ces thématiques de cartographie de zones de défaveur. Bah c'est pour ça qu'on a demandé à l'ORS [Observatoire régional de santé d'Île-de-France], à l'IAU [Institut Paris Région] et à l'INERIS [Institut national de l'environnement industriel et des risques] de participer, voilà... et à l'EHESP [École des hautes études en santé publique] aussi »³¹⁶.

Peu après, l'équipe technique adresse à l'ensemble de ces acteurs une invitation pour rejoindre le Comité technique du projet. Cette dernière est accompagnée de la note de cadrage approuvée au préalable par le cabinet de l'Adjoint à la Maire en charge de la Santé et des relations avec l'AP-HP. Ce faisant, l'équipe technique compte créer un espace d'échanges avec les experts et producteurs de données en santé environnementale pour appuyer la robustesse scientifique et technique du projet. Il s'agit aussi d'établir un cadre institutionnel pour le partage des données.

³¹⁵ SPSE. 2017. « Note de cadrage. Outil d'identification des zones en fragilité environnementale, sociale et sanitaire ». Paris.

³¹⁶ Entretien du 3 juin 2019, réalisé à Paris avec un membre de l'équipe technique.

Ce sont vingt-huit personnes qui rejoignent le Comité technique (**tableau 19**). Il se compose comme suit :

1. Agents de la ville de Paris du cabinet d'Adjointe à la Mairie de Paris chargée de la santé et des relations avec l'AP-HP, du Secrétariat général de la Ville de Paris, du Service Parisien de Santé Environnementale, de l'Agence d'écologie urbaine, de l'Observatoire social et du Bureau de coordination de la lutte contre l'habitat indigne.

2. Experts producteurs de données de l'Atelier Parisien d'Urbanisme, d'Airparif, de Bruitparif, de la Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie Île-de-France, de l'Agence régionale de Santé d'Île-de-France, du Centre antipoison et de toxicovigilance et de la Caisse primaire d'assurance maladie de Paris.

3. Chercheurs scientifiques de l'École des hautes études de santé publique, de l'Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Île-de-France, de l'Institut national de l'environnement industriel et des risques, de l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France et de l'Université Paris Nanterre.

Tableau 19 - Composition du Comité technique

Composition du Comité technique	
Représentants et agents de la ville de Paris	
Cabinet de l'Adjoint en charge de la Santé et des relations avec l'AP-HP	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Directeur du cabinet
Secrétariat général de la ville de Paris	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Responsable de la Mission Résilience ▪ Stagiaire à la Mission Résilience
Service Parisien de Santé Environnementale	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chef du SPSE ▪ Directrice Laboratoire Polluants Chimiques ▪ Ingénieur en santé environnementale (pôle sites et sols pollués) ▪ Stagiaire
Agence d'écologie urbaine	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Responsable de la Division Prévention des Impacts Environnementaux
Observatoire social	<i>Inconnu</i>
Bureau de coordination de la lutte contre l'habitat indigne	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Responsable du service technique de l'habitat

Experts producteurs de données	
Agence régionale de santé d'Île-de-France	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ingénieur santé-environnement-urbanisme ▪ Épidémiologiste
Airparif	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chef de projets, qualité de l'air (extérieur, intérieur) et Développement Durable ▪ Responsable service étude
Bruitparif	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Responsable du pôle étude ▪ Chargé de projets accompagnement des politiques publiques
Caisse primaire d'assurance maladie de Paris	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Responsable du pôle expertise et statistique
Centre antipoison et de toxicovigilance	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chef de service du centre antipoison.
Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adjointe au chef du service prévention des risques et des nuisances. ▪ Chef de l'unité départementale de Paris. Responsable du pôle interdépartemental de prévention des risques naturels.

Chercheurs scientifiques et autres experts externes	
École des hautes études de santé publique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Directeur du Département Santé-Environnement-Travail et Génie Sanitaire de l'EHESP
Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Île-de-France	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Urbaniste
Institut national de l'environnement industriel et des risques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Statisticien, enseignant-chercheur
Observatoire régional de santé d'Île-de-France	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Épidémiologiste
Université Paris Nanterre	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maître de conférences. Géographe de la santé ▪ Post doctorant ; docteur en science de la vie et de l'environnement

Cinq réunions du Comité technique sont organisées entre septembre 2017 et décembre 2018. Avant chaque réunion, l'équipe technique rencontre en bilatéral les experts producteurs en fonction des thématiques qu'elle souhaite discuter lors de la réunion du Comité technique. Elle examine alors les données que les producteurs de données avaient pour sélectionner celles pouvant cartographier le mieux les différentes catégories de la « fragilité en santé environnementale » : « pollutions et nuisances environnementales », « populations vulnérables » et « offre en aménité

environnementale et urbaine ». Lors de ces réunions préliminaires, comme l'explique l'une des membres de l'équipe technique, elle passait avec eux en revue :

« [...] les données qui pouvaient être utiles dans le projet, mais sans finaliser l'indicateur. C'était une sélection de données, mais pas forcément des modalités de traitement des données finalisées »³¹⁷.

Ce travail est par la suite présenté et mis en discussion lors de la réunion du Comité technique à qui revient alors de valider (ou pas) les données présélectionnées par l'équipe technique.

Le calendrier de travail fixé est serré, l'équipe technique n'a qu'un an pour construire l'outil d'identification des zones de « fragilité en santé environnementale ». Imposé par le cabinet de l'adjoint à la Maire en charge de la santé, du handicap et des relations avec l'AP-HP, ce calendrier de travail fait l'objet d'un désaccord lors de la première réunion du Comité technique entre l'équipe technique et un chercheur de l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS)³¹⁸. Ce dernier remarque alors que le calendrier prévisionnel est trop court et le nombre de réunions insuffisant pour d'une part, collecter les données nécessaires et, d'autre part, construire et tester la pertinence des indicateurs de la « fragilité en santé environnementale ». Cependant, pour le Directeur du cabinet de l'Adjoint à la Maire en charge de la santé et des relations avec l'AP-HP, l'objectif est d'identifier rapidement la « fragilité en santé environnementale » à Paris pour légitimer l'action municipale dans le domaine de la santé environnementale. Lors de la première réunion du Comité technique, il évoque que :

« [...] l'outil cartographique doit être un levier important pour convaincre des acteurs qui peuvent être éloignés des questions de santé et les impliquer dans l'action de santé publique. Le caractère volontariste du calendrier a été fait dans cet objectif, pour disposer d'un premier outil dans un calendrier resserré. Mais

³¹⁷ Entretien du 3 juin 2019, réalisé à Paris avec un membre de l'équipe technique.

³¹⁸ SPSE et Apur. 2017. « Construction d'un outil cartographique pour identifier les zones de fragilité en santé environnementale à Paris. Réunion du comité technique n°1 (Compte rendu) ». Paris.

cet outil cartographique ne doit pas être un objet figé, il pourra donner lieu à des approfondissements, dans le cadre d'un calendrier différent »³¹⁹.

Ce désaccord fait partie d'un problème plus large qui est celui du décalage temporel entre la production des outils d'aide à la décision en matière de santé environnementale et les politiques publiques. Il montre aussi l'une des particularités de l'expertise proche de la décision qui, afin de pouvoir appuyer l'action municipale, doit aligner son temps de travail sur les temporalités politiques.

2. Reproduire l'ignorance réglementaire des problèmes de santé environnementale

En s'inspirant du travail de l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France sur des points noirs environnementaux, l'équipe technique choisit de cartographier chaque catégorie de la « fragilité en santé environnementale » à partir d'un ensemble d'indicateurs³²⁰. S'agissant de la catégorie de « pollutions et nuisances environnementales », un indicateur correspond à un problème ou une nuisance environnementale. Esther Turnhout (professeure en sociologie des sciences et des techniques à l'Université de Twente à Enschede aux Pays-Bas) évoque qu'une telle démarche se fonde sur l'idée qu'une qualité de l'environnement (une entité directement non mesurable) peut être caractérisée et objectivée à partir d'un nombre restreint de paramètres « indicateurs » (Turnhout *et al.*, 2007 ; Turnhout, 2009). C'est ce que la politiste Isabelle Bruno (2008) qualifie d'ingénierie des indicateurs. Bruno constate que les experts, par la construction d'indicateurs, posent un cadre du visible, de l'envisageable et du réalisable.

³¹⁹ *Ibidem.*, 4.

³²⁰ SPSE. 2017. « Note de cadrage. Outil d'identification des zones en fragilité environnementale, sociale et sanitaire ». Paris.

Le choix des indicateurs pour la catégorie de « pollutions et nuisances environnementales » est discuté à la 1^{re} et la 3^e réunion du Comité technique³²¹. Le gros du travail du Comité technique consiste alors à écarter les problèmes environnementaux pour lesquels les données disponibles ne sont pas fiables ou disponibles à la bonne échelle. Lors d'un entretien, l'un des membres de l'équipe technique souligne que l'objectif a été de choisir un ensemble d'indicateurs permettant de rendre compte de la « fragilité en santé environnementale » à Paris, tout en restant opérationnel pour le cabinet d'Adjoint à la Maire de Paris en charge de la santé, du handicap et des relations avec l'AP-HP et les directions de la ville de Paris. Pour elle, il fallait choisir des indicateurs sur lesquels la municipalité pouvait agir en apportant une réponse politique, financière et technique. Elle raconte :

« [...] ce qui me paraît le plus difficile, c'est de dire, qu'est-ce qu'on retient pour que ça reste opérationnel. [...] Et c'est ça la grande difficulté, de partir d'une approche très globale de la santé qui est complètement justifiée, et derrière de réussir à la canaliser pour trouver les bons indicateurs qui sont à la fois... qui puissent être traités et qui en même temps soient capables de rendre compte de cette globalité de ce concept de santé qu'on voulait atteindre, et c'est ça je pense être la difficulté principale »³²².

Comme le note le politiste Philippe Zittoun (2007), les indicateurs peuvent prendre différentes formes. L'une de ces formes, que prend l'outil d'identification des zones de « fragilité en santé environnementale », est la carte. Ainsi, afin d'agrèger l'ensemble des indicateurs sur une carte, l'équipe technique prend la décision d'utiliser le procédé de carroyage de l'Institut national de la statistique et des études économiques

³²¹ SPSE et Apur. 2017. « Construction d'un outil cartographique pour identifier les zones de fragilité en santé environnementale à Paris. Réunion du comité technique n°1 (Compte rendu) ». Paris ; SPSE et Apur. 2018. « Construction d'un outil cartographique pour identifier les zones de fragilité en santé environnementale à Paris. Réunion du comité technique n°3 (Compte rendu) ». Paris.

La première réunion du Comité technique a été organisée le 28 septembre 2017 et la troisième le 2 février 2018 dans les locaux de l'Apur.

³²² Entretien du 6 janvier 2020, réalisé sur zoom avec la directrice des études sociales et sociétales à l'Apur.

(INSEE)³²³. Ce procédé consiste à découper le territoire en carreaux localisés de 200 mètres de côté pour y agréger un ensemble de données sur une échelle unique et homogène³²⁴. Il rend à la fois possible l'analyse cartographique et statistique des données. La taille du carreau de 200 mètres de côté n'est pas choisie par l'équipe technique par hasard. Elle correspond à l'échelle de diffusion des données sociales de revenus qui, pour des raisons de confidentialité, ne peuvent être diffusées en dessous de cette échelle³²⁵. Les données sociales de revenus sont produites par l'INSEE à partir de fichiers des déclarations de revenus des personnes physiques, de la taxe d'habitation et d'imposition des personnes physiques, fournis par la Direction Générale des Impôts. De plus, ces données sociales de revenus étaient déjà centralisées à l'Apur. Une statisticienne à l'Apur m'explique lors de l'entretien :

« on a utilisé ces carreaux-là, parce qu'on disposait déjà de données de l'INSEE et de données carroyées à partir des données fiscales. Donc ça nous donnait déjà une première base notamment pour avoir des éléments sur la population par tranche d'âge, sur les ménages pauvres. On avait des indicateurs importants à partir de cette base. On est parti de là... »³²⁶.

Les historiens Emmanuelle Vagnon et Éric Vallet (2017) soulignent qu'une carte ne se borne pas à « figurer l'espace ». Bien au contraire, elle contribue à le définir, à le concevoir et à le circonscrire. Pour Vagnon et Vallet, par le cadrage, les orientations et les choix effectués, une carte crée du sens et une image partagée de cet espace. Appliquée au domaine de la santé environnementale, une carte participe à construire et à rendre visible un problème (Zittoun, 2007). Avec sa commodité d'usage, elle donne à voir ce qui fait le problème, révèle la source de celui-ci et construit un cadre des solutions envisageables. Philippe Zittoun (2007) souligne qu'une carte agit à la fois comme une ressource et une preuve : elle permet de rationaliser le débat et de l'objectiver par le visuel et son caractère technique. Elle consolide l'existence du problème de santé environnementale et lui donne un caractère public.

³²³ SPSE. 2017. « Note de cadrage. Outil d'identification des zones en fragilité environnementale, sociale et sanitaire ». Paris.

³²⁴ INSEE. 2019. « Documentation - données carroyées ». Paris.

³²⁵ *Ibidem*.

³²⁶ Entretien du 3 février 2021, réalisé sur zoom avec une statisticienne de l'Apur.

Le procédé de carroyage, en particulier la taille du carreau, a des conséquences importantes sur le choix de « pollutions et nuisances environnementales » pouvant être cartographiées dans l’outil d’identification des zones de « fragilité en santé environnementale ». Afin de cartographier une pollution ou une nuisance environnementale, il fallait recueillir des données localisées au carreau de 200 mètres de côté à Paris. Ainsi, avant même la première réunion du Comité technique, l’équipe technique écarte une première série de problèmes environnementaux pour lesquels les données de surveillance réglementaire sont partielles, fragmentées et indisponibles à la bonne échelle. C’est le cas pour un ensemble de problèmes « émergents », comme l’exposition aux nanoparticules, aux pollens, aux agents cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction, au polyéthylène, aux perturbateurs endocriniens, aux champs électromagnétiques et aux radiofréquences. Pourtant, ces problèmes ont été qualifiés dans le Plan Paris Santé Environnement comme étant des « cibles prioritaires » pour les autorités municipales³²⁷.

L’équipe technique n’est pas elle-même productrice des données. Ainsi, afin de construire la carte de « fragilité en santé environnementale » elle décide d’utiliser les données issues de surveillances réglementaires des problèmes de santé environnementale. Elle juge alors que ces données sont reconnues et incontestables pour les autorités municipales. Cependant, l’équipe technique ne pouvait pas cartographier de pollutions et nuisances environnementales pour lesquelles les données réglementaires ne sont tout simplement pas produites à la bonne échelle. Dans la plupart des cas de problèmes émergents, les données ne sont produites qu’à l’échelle de l’exposition professionnelle. Ainsi, faute de données disponibles, l’équipe technique écarte du projet tous ces problèmes émergents. Ce faisant, elle les invisibilise sur la carte de « pollutions et nuisances environnementales » et reproduit l’ignorance produite à l’échelle de la surveillance réglementaire de ces problèmes.

Le deuxième problème environnemental que l’équipe technique exclut de la carte des « pollutions et nuisances environnementales » à Paris est la pollution des sols. Après l’inventaire de l’ensemble des bases de données, elle remarque que les données

³²⁷ Mairie de Paris. 2015. « Plan Paris Santé Environnement ». Paris.

produites sur la pollution des sols sont bien trop partielles et fragmentées pour pouvoir les cartographier de manière systématique et homogène. Lors de la troisième réunion du Comité technique, l'équipe technique évoque que :

« [il] existe plusieurs bases sur les sols pollués, mais aucune ne donne ni une vision exhaustive de la pollution des sols parisiens, ni une représentation des expositions de la population [...] »³²⁸.

Contrairement à la pollution de l'air et de l'eau, les sites et sols pollués ne sont pas soumis à un cadre juridique spécifique. À la fin des années 1970, la gestion des sites et sols pollués a été intégrée dans le dispositif réglementaire concernant des Installations classées pour la protection de l'environnement³²⁹. Ce dispositif impose à l'exploitant de l'installation en cessation d'activité une obligation de réhabiliter le site pollué de manière à ne pas représenter de « danger » pour le voisinage, la santé, la sécurité, la salubrité publique, l'agriculture et la protection de l'environnement. Ce n'est qu'à partir des années 1990 qu'une politique plus systémique de gestion des sites et sols pollués se met en place avec la création en 1994 de la Base de données des sites et sols pollués (Basol) et en 1998, de la Base de données des anciens sites industriels et activités de services (Basias).

La base de données Basol répertorie les sites et sols pollués qui sont connus par les autorités publiques et qui doivent être traités à titre préventif ou curatif en fonction du futur usage du site³³⁰. Un site ou un sol pollué n'est inscrit dans la base de données Basol qu'après la fermeture d'une activité polluante ou la découverte d'un sol pollué pendant la construction de nouveaux ouvrages. L'une des exceptions à cette règle a été en 2010 la campagne nationale de diagnostic des sols pollués dans les établissements

³²⁸ SPSE et Apur. 2018. « Construction d'un outil cartographique pour identifier les zones de fragilité en santé environnementale à Paris. Réunion du comité technique n°3 (Compte rendu) ». Paris.

³²⁹ Le Roy-Gleizes, Carine. 2016. « Cadre réglementaire de la pollution des sols ». *Techniques de l'Ingénieur*.

³³⁰ Ministère de la Transition écologique et solidaire. s. d. « BASOL. Pollution des sols ». Dernière consultation le 29 septembre 2021. <https://www.georisques.gouv.fr/articles-risques/basol#quelles-sont-les-informations-liees-a-un-site-basol->.

scolaires situés à proximité d'anciens sites industriels³³¹. Quoiqu'il en soit, le diagnostic des sites et sols n'est pas une démarche systématique. Ainsi, de nombreux sites et sols pollués ne figurent pas dans la base de données Basol. En 2020, cette dernière n'a répertorié que 8 255 sites à dépolluer en France, dont seulement 14 à Paris³³². De nombreux acteurs rangent le recensement exhaustif des sites et sols pollués du côté de la « science infaisable » (*undoable science*) (Frickel *et al.*, 2010). Le commentaire de l'Ingénieure évaluation des risques du Service Parisien de Santé Environnementale, experte en sites et sols pollués, en constitue un bon exemple :

« [le diagnostic des sols] coûte cher. Et puis, la pollution des sols, c'est très délicat parce qu'en fonction de la composition physicochimique du sol, un même polluant peut ne pas avoir le même impact [...] en fonction du taux de matières organiques dans le sol, s'il est trop calcaire, s'il n'est pas assez calcaire, en fonction du Ph, en fonction de... pleins de choses... en fait, les polluants peuvent ne pas avoir le même comportement [...] il y a [aussi] le fait qu'une pollution dans un sol n'est pas forcément disponible... on appelle [ça] la biodisponibilité, la bio accessibilité, c'est... elle peut être figée dans ton sol, elle ne va pas monter dans tes plantes [...], donc ils sont dans le sol, mais ils ne vont pas aller ailleurs [...] ».³³³

Une fois le site dépollué, les données le concernant sont alors transférées de la base de données Basol à Basias³³⁴. Lors de ce transfert, certaines données sont effacées, d'autres ne sont plus accessibles. La base de données Basias a été créée en 1998 pour sauvegarder la mémoire des anciens sites industriels et activités de services³³⁵. Un site ou sol pollué répertorié dans la base de données Basias n'est que potentiellement pollué

³³¹ BRGM. s. d. « Démarche Établissements Sensibles. Diagnostics des sols dans les lieux accueillant les enfants et les adolescents ». Dernière consultation le 1^{er} août 2020. <http://ssp-infoterre.brgm.fr/page/demarche-etablissements-sensibles>.

³³² Ministère de la Transition écologique. s. d. « Sites pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif ». Dernière consultation le 16 novembre 2020. <https://www.georisques.gouv.fr/risques/sites-et-sols-pollues/donnees#/type=instructions>.

³³³ Entretien du 23 juillet 2019, réalisé à Paris avec l'Ingénieure évaluation des risques du Service Parisien de Santé Environnementale.

³³⁴ Pelletier, Sarah. 2014. « Utilisation de la base de données BASOL ». *Techniques de l'Ingénieur*.

³³⁵ Le Roy-Gleizes, Carine. 2016. « Cadre réglementaire de la pollution des sols ». *Techniques de l'Ingénieur*.

par une ancienne activité industrielle. Ainsi, l'inscription d'un site ou sol pollué dans la base de données Basias n'implique pas qu'il soit pollué ou qu'il soit accompagné par l'exposition d'une population³³⁶. La littérature publiée sur ce sujet par Santé Publique France révèle une difficulté à évaluer l'exposition de la population en raison du manque de connaissances concernant le passage de polluants des sols dans le corps humain³³⁷. Aussi, la méthodologie actuelle employée en épidémiologie (principalement les études de cohortes) ne permet pas d'attribuer la responsabilité de survenue d'une pathologie à une exposition à de faibles niveaux de la pollution des sols³³⁸.

En résumé, les sites inscrits dans la base de données Basol ne sont pas exhaustifs ; quant à la base de données Basias, la pollution des sols sur les sites qu'elle recense est incertaine. L'usage de ces données, et en particulier celles de la base de données Basol, est discuté lors de la troisième réunion du Comité technique. Cependant, très vite, l'équipe technique arrive à la conclusion qu'elle risque de cartographier la pollution des sols dans les espaces où celle-ci a été découverte lors de travaux publics, alors que, sans le savoir, un terrain à côté peut être tout aussi pollué. Au regard de ces limites, l'équipe redoute de produire une connaissance déformée et incomplète qui pourrait induire en erreur les autorités municipales. En l'absence de données exhaustives, l'équipe technique prend la décision de ne pas prendre en compte la pollution des sols comme indicateur de « pollutions et nuisances environnementales » à Paris. Ainsi, elle préfère ignorer les données disponibles, plutôt que de produire une connaissance incomplète. L'une des membres de l'équipe technique raconte lors d'un entretien :

« [...] il y a un vrai sujet des biais liés aux sources de données dont on dispose qui montrent des pollutions [des sols], mais qui ne sont pas du tout exhaustives et qui ne correspondent pas à la réalité des niveaux de pollution des sols. Et donc finalement, intégrer cette information, ça nous paraissait apporter plus d'erreur et de biais que de ne pas l'intégrer du tout, même si c'est un sujet

³³⁶ BRGM. s. d. « Basias », Géorisques. Dernière consultation le 14 décembre 2020. <http://www.georisques.gouv.fr/dossiers/basias/presentation>.

³³⁷ Institut de Veille Sanitaire. 2008. « Impact sanitaire de la pollution des sols : un programme inter-Cire ». *Bulletin épidémiologique hebdomadaire*, n° 47-48.

³³⁸ Dor, Frédéric *et al.* 2008. « Mesures d'imprégnation biologique : dépistage ou étude d'exposition ? ». *Bulletin épidémiologique hebdomadaire*, n° 47-48 : 465-67.

évidemment très, très important. Donc, ça il y a eu beaucoup de discussions là-dessus effectivement, parce qu'il y a des données qui existent et c'est des discussions entre experts qui ont permis de trancher et de dire de finalement ne pas les considérer dans le projet, puisque sinon c'étaient des données très partielles qui correspondaient aux endroits où on cherche en fait. Quand on cherche la pollution, en général on en trouve, mais ça ne veut pas dire qu'il n'y en a pas juste à côté. Donc, ça nous paraissait pas forcément très intéressant de faire figurer ce type d'info »³³⁹.

La pollution industrielle est le troisième problème environnemental que l'équipe technique écarte de la cartographie de « pollutions et nuisances environnementales » à Paris. Pourtant, l'équipe technique souhaitait l'intégrer dans l'outil d'identification des zones de « fragilité en santé environnementale », notamment au vu des controverses que la pollution industrielle a suscité dans la proche banlieue. Dès la première réunion du Comité technique, la Direction régionale de l'environnement et de l'énergie d'Île-de-France (DRIEE-IdF) essaie de dissuader l'équipe technique de la prise en compte de la pollution industrielle comme l'indicateur de « pollutions et nuisances environnementales » à Paris. La DRIEE d'Île-de-France est un service déconcentré du ministère de la Transition écologique et solidaire. Elle est, entre autres, chargée de l'inspection des Installations classées pour la protection de l'environnement et du contrôle de la réhabilitation des sites et sols pollués³⁴⁰.

Lors de la première réunion du Comité technique, la DRIEE d'Île-de-France remarque qu'il n'est *a priori* pas « intéressant » de cartographier la pollution industrielle à Paris, car il y aurait trop peu d'installations soumises à proximité de la ville de Paris à la directive européenne du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles³⁴¹. Il s'agit de trois chaufferies et trois centres d'incinération d'ordures ménagères à Ivry, Saint-Ouen et Issy-les-Moulineaux. Son propos sous-entend que la pollution industrielle

³³⁹ Entretien du 6 janvier 2020, réalisé sur zoom avec la directrice des études sociales et sociétales à l'Apur.

³⁴⁰ DRIEE Île-de-France. s. d. « Inspection des installations classées ». Dernière consultation le 16 juillet 2021. <http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/inspection-des-installations-classees-r237.html>.

³⁴¹ SPSE et Apur. 2017. « Construction d'un outil cartographique pour identifier les zones de fragilité en santé environnementale à Paris. Réunion du comité technique n°1 (Compte rendu) ». Paris.

ne pose plus de problème de santé publique à Paris. Malgré tout, l'équipe technique souhaite intégrer la pollution industrielle dans l'outil. Cependant, très vite, elle se heurte à l'absence de données publiques concernant la pollution industrielle à laquelle la population locale est exposée à proximité des installations industrielles. La DRIEE d'Île-de-France suggère alors d'abandonner la construction de l'indicateur pour la pollution industrielle, car elle sera « prise en compte » dans l'indicateur de la pollution de l'air³⁴². L'équipe technique se range derrière cet avis, principalement en raison du manque de données plus précises, et décide d'abandonner la construction de l'indicateur de la pollution industrielle à Paris.

Lors de mon enquête, je constate qu'Airparif ne surveille pas en continu les retombées industrielles à proximité des installations industrielles. Le Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air (LCSQA), un groupement d'intérêt scientifique (GIS) qui coordonne le dispositif technique de surveillance de la qualité de l'air en France, a classifié les stations de mesure de la pollution de l'air en fonction de l'influence de trois sources d'émission : influence de fond, influence du trafic ou influence industrielle³⁴³. Cependant, contrairement aux nombreuses stations qui mesurent la pollution à proximité du trafic routier, Airparif n'a qu'une seule station périurbaine qui mesure les retombées industrielles de proximité³⁴⁴. La pollution industrielle de proximité n'est pas mesurée par Airparif. Et pourtant, les rejets de dioxines par les usines d'incinération d'ordures ménagères font l'objet de plaintes régulières des citoyens vivant aux alentours de ces usines. L'un des exemples récents a été le scandale de l'incinérateur à Ivry pour lequel des associations de citoyens ont mesuré des concentrations élevées de dioxines aux alentours.

Airparif mesure indirectement la pollution industrielle par des stations de mesure de la pollution de fond, c'est-à-dire une station qui, n'étant pas soumise à une source de pollution prédominante, surveille les niveaux de l'exposition moyenne de la population

³⁴² *Ibidem*.

³⁴³ LCSQA. 2017. « Conception, implantation et suivi des stations françaises de surveillance de la qualité de l'air ». Paris.

³⁴⁴ Airparif. 2019. « Surveillance de la Qualité de l'Air en Île-de-France. État du réseau au 31/21/2019 ». Paris.

à la pollution de l'air³⁴⁵. Cependant, de récents accidents, comme l'incendie de l'usine Lubrizol ou encore celui de Notre-Dame de Paris, ont montré d'importantes limites des stations de fond à enregistrer des rejets accidentels. Ainsi, comme ce sont les industriels qui surveillent leurs propres rejets industriels, y compris accidentels, les données de mesure de la pollution industrielle de proximité sont de l'ordre de la « science invisible » (*unseen science*) qui n'est pas divulguée au grand public (Richter *et al.*, 2018). Elle représente une forme d'ignorance institutionnelle qui, encadrée par la réglementation, profite clairement aux acteurs industriels. L'équipe technique est « impuissante » (Boudia et Jas, 2014) vis-à-vis de cette forme d'ignorance et ne voit d'autre choix que d'écarter la pollution industrielle de la cartographie de « pollutions et nuisances environnementales » à Paris.

Le quatrième et dernier problème environnemental que l'équipe technique exclut de la cartographie de « pollutions et nuisances environnementales » sont les nuisances climatiques dans l'environnement urbain. Au départ, l'équipe technique souhaite cartographier ce problème à partir d'un indicateur d'îlots de chaleur urbains, qui s'amplifie en ville avec l'augmentation de la température moyenne du globe³⁴⁶. Il se traduit, en comparaison aux zones rurales ou périurbaines proches, par une surchauffe de la température en ville, en particulier la nuit³⁴⁷. Les matériaux urbains restituent alors la chaleur emmagasinée tout au long de la journée. Ce problème s'accroît en ville avec la progression du changement climatique. Bien qu'associé aux périodes de fortes chaleurs, l'îlot de chaleur urbain est un phénomène intermittent qui peut avoir lieu tant en été qu'en hiver, lors de journées sans vent et nuages³⁴⁸. Cependant, ce n'est qu'en été

³⁴⁵ LCSQA. 2017. « Conception, implantation et suivi des stations françaises de surveillance de la qualité de l'air ». Paris.

³⁴⁶ SPSE et Apur. 2018. « Construction d'un outil cartographique pour identifier les zones de fragilité en santé environnementale à Paris. Réunion du comité technique n°3 (Compte rendu) ». Paris.

³⁴⁷ Alba, Dominique, Julien Bigorgne, et Christiane Blancot. 2012. « Les Îlots de Chaleur Urbains à Paris. Cahier #1 ». Paris : Apur ; Alba, Dominique *et al.*. 2020. « Atténuer les îlots de chaleur urbains. Cahier #5 : méthodes et outils de conception des projets ». Paris : Apur.

³⁴⁸ Alba, Dominique *et al.*. 2020. « Atténuer les îlots de chaleur urbains. Cahier #5 : méthodes et outils de conception des projets ». Paris : Apur.

que cette tendance de la ville à la surchauffe pose un problème, car elle vient amplifier les épisodes de fortes chaleurs³⁴⁹.

Lors de la quatrième réunion du Comité technique, l'équipe technique propose de cartographier les îlots de chaleur urbains à partir d'une thermographie aérienne³⁵⁰. Cette dernière est une photographie instantanée des rayonnements infrarouges qui rend compte de la température de surface des matériaux³⁵¹. Malgré l'intérêt de ces thermographies, le Comité technique questionne leur capacité à illustrer le phénomène des îlots de chaleur urbains. Après de longues discussions, le Comité technique qualifie ces thermographies aériennes de connaissance inexacte et erronée. La littérature scientifique témoigne de manière générale de trois problèmes, inhérents à toute thermographie aérienne³⁵². D'abord, l'émissivité infrarouge de certains matériaux, comme celle de toits en zinc, toits de voitures et granits polies, diffère souvent la chaleur qui est réellement émise. Ces derniers s'affichent sur la thermographie comme des matériaux frais, alors que leur température est proche des asphaltes les plus chauds. Ensuite, c'est le temps de survol aérien de la ville de Paris que la littérature juge problématique : afin que la température des zones survolées en fin de mesure n'apparaisse pas plus froide qu'au début, la température doit être recalée *a posteriori*. Or, ce procédé reste linéaire et ne prend pas en compte la durée de restitution de la chaleur emmagasinée toute la journée qui est propre à chaque matériau. Ainsi, certains matériaux qui, sur la prise de vue, semblent très chauds, refroidissent rapidement, alors que d'autres, à peine chauds, restituent la chaleur encore plusieurs heures plus tard. Enfin, la température affichée sur la thermographie aérienne ne correspond pas forcément au confort thermique ressenti par la population dans la rue ou à l'intérieur du logement³⁵³.

³⁴⁹ *Ibidem*.

³⁵⁰ SPSE et Apur. 2018. « Construction d'un outil cartographique pour identifier les zones de fragilité en santé environnementale à Paris. Réunion du comité technique n°4 (Compte rendu) ». Paris.

³⁵¹ SPSE et Apur. 2018. « Construction d'un outil cartographique pour identifier les zones de fragilité en santé environnementale à Paris. Réunion du comité technique n°3 (Compte rendu) ». Paris.

³⁵² Alba, Dominique *et al.*. 2020. « Atténuer les îlots de chaleur urbains. Cahier #5 : méthodes et outils de conception des projets ». Paris : Apur.

³⁵³ *Ibidem*.

Plutôt que de produire de la « fausse connaissance » sur le problème des îlots de chaleur urbains, l'équipe technique décide de trouver un autre indicateur pour lequel la donnée est plus complète et plus proche du « vrai » problème qui est le ressenti de la chaleur. Un ingénieur environnement à l'Apur, expert en îlots de chaleur urbains et membre du Comité d'experts suggère lors de la quatrième réunion du Comité technique de changer d'approche³⁵⁴. Pour lui, le problème d'îlots de chaleur urbains pourrait être abordé à partir d'un indicateur de « présence de végétation » ou de cours d'eau à Paris. D'une part, ces derniers atténuent les effets d'îlots de chaleur urbains et, d'autre part, l'Apur dispose d'une cartographie bien précise permettant de créer un tel indicateur. La cartographie à laquelle l'ingénieur fait référence est une photographie aérienne, réalisée en août 2015, avec pour objectif de visualiser et chiffrer la couverture végétale de la métropole parisienne³⁵⁵. Cette photographie est réalisée grâce à un avion muni d'une caméra numérique et de capteurs (quatre bandes dans le spectre visible rouge, vert, bleu et une dans le proche infrarouge)³⁵⁶. Ce procédé, développé en 2005 par l'Apur avec une mise à jour quadriennale, permet à la fois de cartographier la couverture végétale du territoire et faire des calculs statistiques, comme le taux de végétation du territoire ou le taux de végétation par habitant à l'échelle fine (carreau de 200 mètres de côté)³⁵⁷. Après la réunion, l'équipe technique décide de partir sur cette piste et, petit à petit, crée un indicateur de « carence en végétation » qui, pour l'équipe technique, amplifie l'effet d'îlots de chaleur urbains sur la population :

« La carence en végétation détermine en partie les effets locaux de chaleur urbaine et a donc été utilisée pour les approcher »³⁵⁸.

Si l'équipe technique construit un indicateur de « carence » plutôt que de « présence » de la végétation en ville, c'est parce que celui-ci correspond à la logique de la fragilité environnementale qui illustre des facteurs de défaveur et non pas les facteurs

³⁵⁴ SPSE et Apur. 2018. « Construction d'un outil cartographique pour identifier les zones de fragilité en santé environnementale à Paris. Réunion du comité technique n°3 (Compte rendu) ». Paris.

³⁵⁵ Apur. 2016. « Nouvelles données. 10 ans d'évolution de la végétation à Paris et dans la Métropole du Grand Paris ». Paris.

³⁵⁶ *Ibidem*.

³⁵⁷ *Ibidem*.

³⁵⁸ Apur et SPSE. 2019. « Identifier les zones de fragilité en santé environnementale à Paris ». Paris.

compensatoires de problèmes environnementaux. Cependant, l'indicateur de « carence en végétation » doit être interprété avec précaution. La littérature publiée à ce sujet indique que la végétation ne représente qu'une partie du problème des îlots de chaleur urbains. Alors que l'impact de la végétation sur les îlots de chaleur urbains est évident, l'adaptation de la ville aux effets du réchauffement climatique est bien plus large et interroge la manière de construire la ville, allant du choix des matériaux à l'aménagement des espaces³⁵⁹. Ce problème est d'autant plus d'actualité que les efforts d'adaptation de la ville au changement climatique se sont traduits, dans la plupart des cas, par un « verdissement » de projets d'aménagements³⁶⁰.

Les activités réglementaires de gestion des pollutions environnementales institutionnalisent et légitiment les différentes formes d'ignorance qui se propagent et sont reproduites dans les instruments d'action publique à l'échelle locale. L'équipe technique, en écartant certains problèmes, a non seulement pris acte des ignorances réglementaires des problèmes de santé environnementale, mais elle les a de surcroît matérialisées et institutionnalisées dans un instrument d'action publique.

3. Réduire la « fragilité en santé environnementale » aux problèmes surveillés à l'échelle réglementaire

Une fois ce travail de mise à l'écart d'une série de problèmes environnementaux achevé, l'équipe technique s'attèle à cartographier les « pollutions et nuisances environnementales » à partir de quatre indicateurs qu'elle conserve dans le projet : la pollution de l'air, le bruit, les immeubles à risque de dégradation et la carence en végétation. Ce sont des problèmes de santé environnementale pour lesquels les données de surveillance réglementaire sont *a priori* exhaustives à Paris.

³⁵⁹ Alba, Dominique *et al.* 2017. « Les îlots de chaleur urbains à Paris. Cahier #4 : influence climatique des revêtements de sol à Paris ». Paris : Apur.

³⁶⁰ *Ibidem.*

Le premier indicateur de « pollutions et nuisances environnementales » que l'équipe technique s'attache à « mettre en carte » est la pollution de l'air. Pour ce faire, elle présente au Comité technique deux démarches potentielles³⁶¹. La première chercherait à cartographier la pollution de l'air à l'aide d'un seul polluant, comme le dioxyde d'azote (NO₂), un très bon traceur des variations de la pollution automobile, ou alors les particules (PM₁₀ ou les PM_{2,5}), moins sensibles aux variations de la pollution automobile, mais reconnues par les épidémiologistes pour leurs effets néfastes sur la santé. Quant à la seconde démarche, il s'agirait de produire un indicateur synthétique de la pollution de l'air qui combinerait les trois polluants. Airparif (association de surveillance de la qualité de l'air en Île-de-France) suggère alors de produire une carte multi-polluants, en s'appuyant sur la méthodologie qui a été développée dans le cadre du projet « cartes stratégiques air ».

Créée en 2015 par l'ATMO France (fédération des associations de surveillance de la qualité de l'air), cette méthodologie légitime l'agrégation des données de surveillance des polluants de l'air pour lesquels la réglementation définit les seuils limites d'exposition³⁶². Les « cartes stratégiques air » ont été conçues pour appuyer les politiques d'urbanisation et prévenir la construction des établissements d'accueil des populations sensibles dans des zones à fort cumul de la pollution de l'air. Ce sont des cartes multi-polluants montrant des zones qui cumulent la pollution aux particules (PM₁₀) et dioxyde d'azote (NO₂). L'équipe technique décide d'utiliser cette méthodologie pour cartographier un indicateur synthétique de la pollution de l'air tenant compte de la pollution aux particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) et au dioxyde d'azote (NO₂).

L'équipe technique, par la cartographie d'un indicateur synthétique de la pollution de l'air, produit clairement des connaissances inédites sur les zones de cumul de la pollution aux particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) et au dioxyde d'azote (NO₂) à Paris. Cependant, en même temps qu'elle produit de nouvelles connaissances, elle incorpore et (re)produit trois formes d'ignorance institutionnelle. La première forme d'ignorance

³⁶¹ SPSE et Apur. 2018. « Construction d'un outil cartographique pour identifier les zones de fragilité en santé environnementale à Paris. Réunion du comité technique n°3 (Compte rendu) ». Paris.

³⁶² ATMO France. 2015. « Qualité de l'air et urbanisme – Guide méthodologique d'élaboration de la carte stratégique air ».

institutionnelle est la modélisation de la pollution de l'air à Paris. Airparif surveille en continue plus d'une vingtaine de polluants en Île-de-France : les oxydes d'azote (NO_x), les particules (PM₁₀ et PM_{2,5}), les particules ultrafines (<0,1 micron), l'ozone (O₃), le dioxyde de soufre (SO₂), l'indice des fumées noires (FN), le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de carbone (CO₂), le black carbon (BC), les composés organiques volatils (COV), les BTEX (Benzène, Toluène, Éthylbenzène et Xylènes), l'ammoniac (NH₃), le plomb (Pb), l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le nickel (Ni), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), le sulfate (SO₄²⁻), le nitrate (NO₃⁻), l'ammonium (NH₄⁺), le chlore (Cl⁻) et la fraction organique³⁶³. D'autres polluants, comme par exemple les dioxines chlorées (PCDD/Fs) et bromées (PBDD/Fs), les suies et les pesticides, font l'objet de campagnes de mesure réalisées par Airparif de manière ponctuelle³⁶⁴.

Airparif, ayant des capacités techniques et des ressources financières limitées, modélise les données de mesure pour des polluants qu'elle considère sur la base de l'ensemble des connaissances comme les plus problématiques à Paris. Ainsi, seulement quatre polluants sont cartographiés de manière fine à Paris. Il s'agit de l'ozone (O₃), du dioxyde d'azote (NO₂) et des particules (PM₁₀ et PM_{2,5}). Frickel *et al.* (2010) ont qualifié cette forme d'ignorance de la « science non faite » (*undone science*) qui sont des connaissances non produites, incomplètes et sans ressources financières suffisantes. Ainsi, l'équipe technique ne pouvait pas cartographier les polluants nocifs pour la santé des Parisiens pour lesquels les données de mesure ne sont pas modélisées.

La deuxième forme d'ignorance institutionnelle que l'équipe technique incorpore et reproduit dans l'indicateur de la pollution de l'air est le choix des polluants prescrits par l'ATMO France dans le guide méthodologique d'élaboration d'une « carte stratégique air ». Cette deuxième forme d'ignorance est liée strictement à la première, car les « cartes stratégique air » ne tiennent pas compte des polluants pour lesquels les données de surveillance ne sont pas modélisées. L'équipe technique, en suivant les

³⁶³ Airparif. 2019. « Surveillance de la Qualité de l'Air en Île-de-France. État du réseau au 31/21/2019 ». Paris.

³⁶⁴ Airparif. s. d. « Campagnes de mesure ». Dernière consultation le 20 juin 2022. <https://www.airparif.asso.fr/campagnes-de-mesure>.

recommandations de ce guide, a utilisé les données de surveillance des polluants pour lesquelles la réglementation impose des valeurs limites pour la protection de la santé. L'équipe technique se range sur l'avis de l'ATMO France et prend la décision de cartographier les polluants modélisés pour lesquels la réglementation définit les valeurs limites pour la protection de la santé. Ainsi, l'indicateur de la pollution de l'air ne tient pas compte de l'ozone (O₃) qui, bien que modélisé, n'a pas de valeur limite pour la protection de la santé.

La troisième forme d'ignorance institutionnelle est l'usage des seuils réglementaires. L'équipe technique compte cartographier les trois polluants uniquement lorsque certains seuils réglementaires sont dépassés. Ainsi, afin de cartographier l'indicateur de la pollution de l'air, elle retient pour les particules (PM₁₀) la valeur limite journalière d'exposition de 50µg/m³ (à ne pas dépasser plus de 35 jours par an), pour les particules fines (PM_{2,5}) la valeur cible de 20µg/m³ (en moyenne annuelle) et pour le dioxyde d'azote (NO₂) la valeur limite annuelle de 40µg/m³ (en moyenne annuelle). Pourtant, ces valeurs limites ont été jugées par l'OMS, les épidémiologistes de Santé Publique France et de nombreuses associations de citoyens, trop élevées pour protéger la santé de la population. La pollution de l'air est l'un des rares problèmes de santé environnement pour lequel les épidémiologistes sont d'accord sur les effets de l'exposition de la population à de faibles niveaux de la pollution de l'air. J'ai montré dans le deuxième chapitre comment dès 1995 les travaux des épidémiologistes, notamment ceux réunis au sein de programmes européen APHEA (Air Pollution and Health: a European approach) et national ERPURS (Évaluation des risques de la pollution urbaine pour la santé), ont montré qu'il n'y avait pas d'effet seuil en dessous duquel la pollution de l'air n'aurait pas d'impact sur la santé. Pour eux, chaque exposition, la plus faible qu'elle soit, est nocive pour la santé. Les travaux plus récents des épidémiologistes de Santé Publique France montrent que les seuils réglementaires sont loin de protéger la santé de la population. Leurs travaux estiment que, pour les particules fines (PM_{2,5}), le respect de la valeur cible (20g/m³) permettrait d'éviter en France 11 décès prématurés par an, alors que celui des recommandations de l'OMS

(10µg/m³) permettrait d'épargner 17 712 décès prématurés par an³⁶⁵. Bien que les connaissances s'affinent sur la pollution de l'air depuis près d'une trentaine d'années, les seuils réglementaires pour « la protection de la santé humaine » n'évoluent pas.

Après la pollution de l'air, le deuxième indicateur que l'équipe technique intègre dans la carte de « pollutions et nuisances environnementales » à Paris est le bruit. Son objectif est de cartographier ce problème à partir d'un indicateur réglementaire : « Level day evening night » (Lden). Cet indicateur a été produit par Bruitparif (centre d'évaluation technique de l'environnement sonore en Île-de-France) à partir de trois autres indicateurs : « Level day » (moyenne du bruit de 6h à 18h), « Level evening » (moyenne du bruit de 18h à 22h) et « Level night » (moyenne du bruit de 22h à 6h) (**équation 1**)³⁶⁶. L'indicateur Lden tient compte de la gêne générée par le bruit le soir et la nuit en pondérant l'indicateur « Level evening » de + 5dB(A) et l'indicateur « Level night » de + 10dB(A). Bruitparif utilise cet indicateur dans la construction des cartes du bruit pour trois sources de nuisances : trafic routier, ferroviaire et aérien. Ces cartes stratégiques du bruit, prescrites par la Directive 2002/49/CE relative à la gestion du bruit dans l'environnement, sont renouvelées par Bruitparif tous les cinq ans³⁶⁷. L'indicateur Lden, même s'il représente une importante source de connaissances sur le bruit en Île-de-France, n'est pas moins partiel. Il ne tient pas compte du bruit généré par des bars, des terrasses de restaurants, des fontaines, des ventilations ou encore des climatiseurs. Et pourtant, ces derniers sont, eux aussi, une source non négligeable de nuisances à Paris. L'équipe technique prend la décision de cartographier le bruit à partir de cet indicateur qui, malgré sa partialité, représente l'indicateur réglementaire de référence.

³⁶⁵ Medina, Sylvia *et al.* 2016. « Impacts de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyse des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique ». Saint-Maurice : Santé Publique France.

³⁶⁶ Bruitparif. 2018. « Méthodologie d'élaboration des cartes stratégiques de bruit de 3^e échéance (2017) en Île-de-France ». Paris.

³⁶⁷ *Ibidem.*

Equation 1 - Calcul de l'indicateur Level day evening night (Lden)

$$Lden = 10 \log \left(\frac{12 \times 10^{\frac{Ld}{10}} + 4 \times 10^{\frac{Le + 5}{10}} + 8 \times 10^{\frac{Ln + 10}{10}}}{24} \right)$$

Derrière la pollution de l'air et le bruit, l'environnement intérieur est le troisième indicateur que l'équipe technique incorpore dans la carte de « pollutions et nuisances environnementales » à Paris³⁶⁸. Après un inventaire des bases de données disponibles, elle retrouve plusieurs jeux de données pouvant rendre compte de la qualité de l'habitat intérieur : les arrêtés d'insalubrité, le nombre de cas de saturnisme, les mesures ponctuelles de la qualité de l'air intérieur et l'indicateur du parc privé potentiellement indigne. Cependant, l'équipe technique remarque que la plupart de ces jeux de données est trop partielle ou indisponible à la bonne échelle pour être cartographiée au carreau de 200 mètres de côté. Lors de la troisième réunion du Comité technique, elle constate que :

« ... toutes [données] présentent des difficultés pour être intégrées dans l'outil cartographique, en particulier : la non-exhaustivité des données ou une non disponibilité à une échelle fine ; [ce qui pose un problème du] défaut de représentativité spatiale du fait d'un biais de recrutement/signalement »³⁶⁹.

Parmi tous ces jeux de données, l'indicateur du parc privé potentiellement indigne (PPPI) semble, pour l'équipe technique, le plus complet pour cartographier la qualité de l'environnement intérieur à Paris. L'indicateur PPPI a été créé par l'Observatoire de la prévention de la dégradation des immeubles anciens à Paris pour identifier les immeubles anciens du parc privé avec un risque potentiel de dégradation qui, lorsque non pris en charge, peuvent devenir insalubres³⁷⁰. Il a été produit à partir de

³⁶⁸ SPSE et Apur. 2018. « Construction d'un outil cartographique pour identifier les zones de fragilité en santé environnementale à Paris. Réunion du comité technique n°3 (Compte rendu) ». Paris.

³⁶⁹ *Ibidem*.

³⁷⁰ Apur. 2017. « Observatoire de la prévention de la dégradation des immeubles d'habitation à Paris. Résultats 2017 ». Paris.

L'Observatoire de la prévention de la dégradation des immeubles anciens à Paris succède en 2011 à l'Observatoire de l'insalubrité dont l'activité prend fin avec l'achèvement du Plan de Résorption de

neuf indicateurs pondérés de « fragilité » : (1) forte concentration de petits logements locatifs, (2) mise en demeure au titre du péril, de la sécurité incendie, des intoxications au monoxyde de carbone et autres problèmes de sécurité, (3) mise en demeure au titre du règlement sanitaire départemental, (4) factures d'eau de l'immeuble impayées, (5) pourcentage de demandeurs de logements supérieurs à 15%, (6) diagnostics plomb positifs en parties communes ou privatives, après signalement à la Mission saturnisme, (7) ancien hôtel meublé, (8) présence de termites et (9) interventions des Sapeurs-Pompiers de Paris (**tableau 20**). En 2017, ce dispositif a permis d'identifier 276 immeubles du parc privé potentiellement indignes³⁷¹. Une fois identifiés, l'Observatoire de la prévention de la dégradation des immeubles anciens à Paris communique la liste des immeubles au Service technique de l'habitat de la Direction du logement et de l'habitat de la ville de Paris pour une enquête de terrain³⁷².

Tableau 20 - Indicateur PPPI³⁷³

Indicateur PPPI		
Indicateur	Source des données	Pondération
Forte concentration de petits logements locatifs	Cadastre au 1 ^{er} janvier 2016	2 points
Mise en demeure au titre du péril, de la sécurité incendie, des intoxications au monoxyde de carbone et autres problèmes de sécurité	Préfecture de Police au 10 mars 2017	2 points
Mise en demeure au titre du règlement sanitaire départemental	Service Technique de l'Habitat de la ville de Paris au 6 mars 2017	2 points
Factures d'eau de l'immeuble impayées	Eau de Paris au 1 ^{er} janvier 2017	1 point

l'Habitat Indigne (2002-2010). La création du nouvel observatoire laisse entendre que le problème d'insalubrité à Paris a été réglé avec l'achèvement du Plan de Résorption de l'Habitat indigne. Ainsi, l'Observatoire de la prévention de la dégradation des immeubles anciens à Paris se distingue de son prédécesseur par son caractère « préventif ».

³⁷¹ *Ibidem.*

³⁷² *Ibidem.*

³⁷³ *Ibidem.*

Pourcentage de demandeurs de logements supérieur à 15 %	Service du Traitement de la demande de Logement de la ville de Paris au 1 ^{er} janvier 2017	1 ou 2 points
Diagnostics plomb positifs en parties communes ou privatives, après signalement à la Mission saturnisme	Mission saturnisme, direction régionale interdépartementale de l'hébergement et du logement entre 2004 et 1 ^{er} janvier 2017	1 point
Ancien hôtel meublé	Enquête Apur 2000, bases de données de l'observatoire des hôtels pratiquant de l'hébergement d'urgence à Paris de 2007 à avril 2016, fichier des hôtels parisiens ayant fait l'objet d'un changement de destination entre 1988 et 2013	1 point
Présence de termites constatée	Service Technique de l'Habitat au 8 mars 2017	1 point
Interventions des Sapeurs-Pompiers de Paris sur des bâtiments	Sapeurs-Pompiers de Paris entre le 1 ^{er} janvier 2015 et le 1 ^{er} janvier 2017	Inconnu

L'indicateur du parc privé potentiellement indigne (PPPI) est tout aussi partiel que les autres indicateurs de « pollutions et nuisances environnementales », car il n'est produit que pour le parc des immeubles privés. Lors de la troisième réunion du Comité technique, le Service technique de l'habitat de la ville de Paris et l'Agence régionale de santé d'Île-de-France remarquent que le parc des immeubles sociaux est aussi touché par un risque potentiel de dégradation, qui est en outre, inégalement réparti entre les quartiers parisiens³⁷⁴. Ce risque est bien pris en charge par le Service technique de l'habitat de la ville de Paris. Cependant, à la différence du parc des immeubles privés, il n'est pas cartographié à l'échelle de la ville de Paris. La partialité de l'indicateur du parc privé potentiellement indigne (PPPI) reflète bien la valeur stratégique de l'ignorance institutionnelle. La carte des immeubles du parc social à risque de dégradation, susceptible de remettre en cause la gestion du problème par la ville de Paris, n'est tout simplement pas produite. Ainsi, le problème des immeubles du parc social à risque de dégradation est maintenu invisible dans l'espace public.

³⁷⁴ SPSE et Apur. 2018. « Construction d'un outil cartographique pour identifier les zones de fragilité en santé environnementale à Paris. Réunion du comité technique n°3 (Compte rendu) ». Paris.

L'équipe technique tente de contourner ce problème en construisant un indicateur du parc social potentiellement indigne, similaire à l'indicateur du parc privé potentiellement indigne (PPPI)³⁷⁵. Très vite, elle parvient à réunir les mêmes données que celles pour l'indicateur PPPI, sauf les données concernant la forte concentration de petits logements locatifs et les anciens hôtels meublés. Une fois réalisée, la Direction de l'Action Sociale de l'Enfance et de la Santé juge la carte des immeubles du parc social trop « sensible » à l'égard du grand public. Il est alors exigé à ce qu'elle soit retirée du rapport final. J'ai essayé de comprendre lors de mon enquête de terrain les raisons de cette décision, cependant il m'était impossible de remonter la chaîne décisionnaire. En tout cas, le contexte dans lequel cette décision a été prise, notamment la controverse de 2018 concernant l'effondrement de deux immeubles du centre-ville de Marseille, n'a pas joué en faveur de la publication de cette carte. Ainsi, la Direction de l'Action Sociale et de l'Enfance a voulu se protéger d'une controverse potentielle en rendant la « science invisible » (Richter *et al.*, 2018), dissimulée de manière stratégique au grand public. Laisée sans d'autres choix, l'équipe technique a incorporé l'indicateur des immeubles du parc social potentiellement indigne dans la carte de « pollutions et nuisances environnementales » de manière à ne pas pouvoir identifier leur position exacte. Aussi, elle a retiré la cartographie de ces immeubles du rapport final du projet.

Après avoir sélectionné les quatre indicateurs de « pollutions et nuisances environnementales » à Paris, l'équipe technique récupère l'ensemble des données environnementales pour réaliser les cartes tests pour chaque indicateur. L'usage de ces données vient s'ajouter, dans la plupart des cas, aux conventions établies de longue date entre la Mairie de Paris, l'Apur et les producteurs de données, comme Airparif et Bruitparif. D'autres données, comme celles de la CPAM et de la DRIEE d'Île-de-France, sont transmises à l'équipe technique par un consentement tacite sans signature d'une convention particulière. L'équipe technique fait aussi l'usage des données publiques de l'INSEE, en libre accès. Lors de l'entretien, l'une des membres de l'équipe technique m'explique que :

³⁷⁵ *Ibidem.*

« ... [la transmission des données] s'est fait un peu au cas par cas. Pour Airparif il y avait déjà une convention entre l'Apur [Atelier parisien d'urbanisme] et Airparif qui est donc venu s'ajouter à cette convention, un avenant. Enfin je ne sais pas comment ils ont appelé ça. Pour Bruitparif, c'était dans le cadre d'une convention qu'il y avait déjà entre la ville de Paris et Bruitparif. Et donc c'est l'AEU [Agence d'Écologie Urbaine] qui gère cette convention-là. Pour la CPAM [Caisse primaire d'assurance maladie] il n'y a pas eu de convention. Ils nous ont juste transmis les données, en nous disant qu'il fallait les utiliser que dans ce cadre-là. Mais ils ne nous ont pas demandé à ce qu'il y ait une convention. Donc ça s'est fait assez simplement quoi. Et puis c'est tout. Après, le reste ça vient de l'Apur, la DRIEE [Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie] nous a fourni aussi des données, mais il n'y a pas eu de convention non plus. Ce sont des données publiques »³⁷⁶.

Après avoir récupéré l'ensemble de ces données, l'équipe technique n'est pas au bout de ses peines. Très vite, elle est confrontée au problème de l'agrégation de l'ensemble de données environnementales à l'échelle du carreau de 200 mètres de côté. Pour rappel, la taille du carreau de 200 mètres de côté correspond à la plus petite échelle de la disponibilité des données sociales de revenus. En même temps, les données modélisées de la pollution de l'air et du bruit sont disponibles à une échelle bien plus fine. Il s'agit de l'échelle de 12,5 mètres pour la pollution de l'air et de 5 mètres pour le bruit. Lors de la quatrième réunion du Comité technique, Bruitparif remarque que établir des moyennes des données de la pollution de l'air et du bruit au carreau de 200 mètres de côté ne permettra pas de visualiser la réelle dispersion spatiale de ces problèmes³⁷⁷. Bruitparif propose alors de visualiser les données du bruit et celles de la pollution de l'air, non pas en fonction des niveaux de nuisances pouvant être enregistrés dans l'environnement, mais en fonction de la proportion de la population exposée aux dépassements des valeurs limites réglementaires. Le but de cette approche, que l'équipe technique qualifie de « populationnelle », a été d'identifier des carreaux de 200 mètres de côté non pas les plus pollués dans la capitale, mais ceux qui regroupent un large

³⁷⁶ Entretien du 3 juin 2019, réalisé à Paris avec un membre de l'équipe technique.

³⁷⁷ SPSE et Apur. 2018. « Construction d'un outil cartographique pour identifier les zones de fragilité en santé environnementale à Paris. Réunion du comité technique n°4 (Compte rendu) ». Paris.

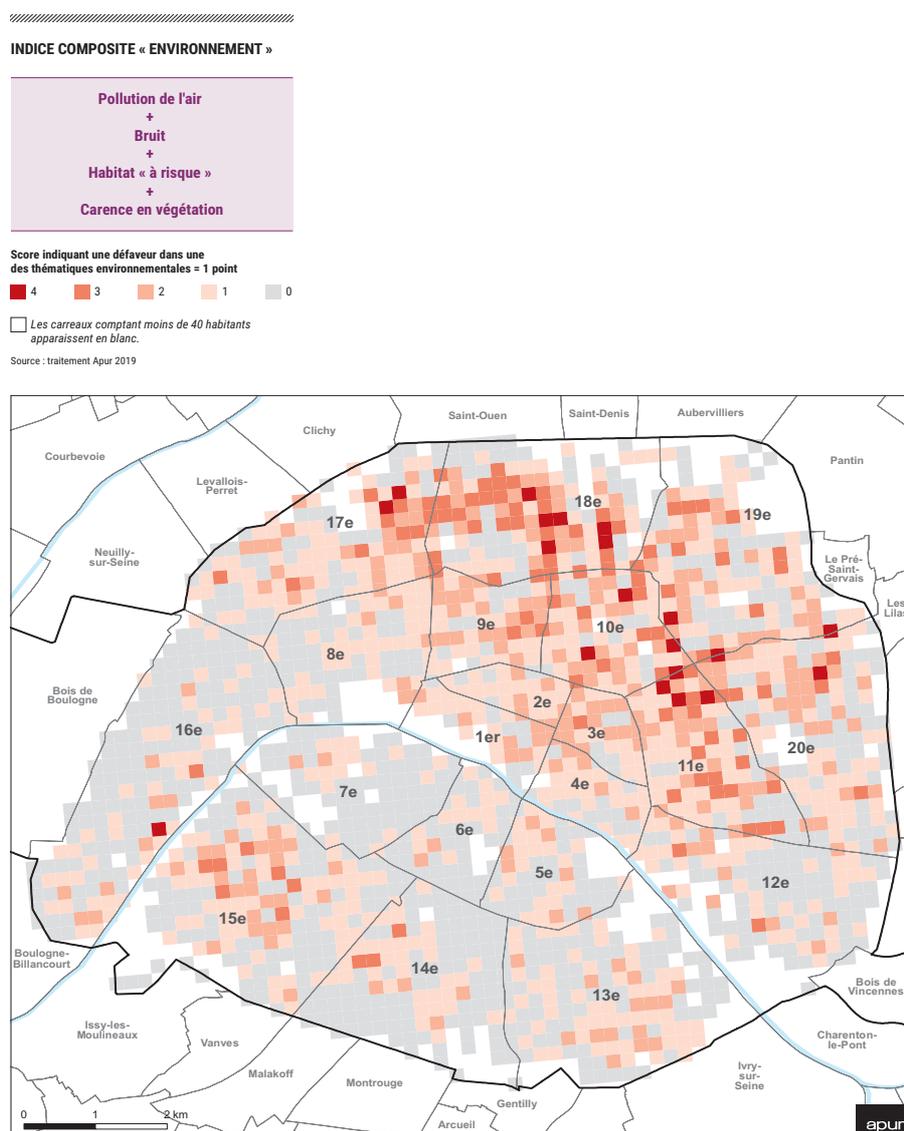
nombre de résidents exposés (deux fois supérieur à la moyenne parisienne) à des dépassements réglementaires. L'une des membres de l'équipe technique raconte lors de l'entretien :

« [...] elle [l'approche populationnelle] s'est décidée assez tardivement finalement. On n'était pas parti pour ça. Donc c'est vraiment au fur et à mesure de la réflexion qu'Airparif et Bruitparif nous ont proposé plutôt cette approche. Alors qu'on était au départ plutôt sur une approche environnementale pour les indicateurs environnementaux. Et que du coup, on a essayé de voir si cette méthodologie pouvait être appliquée et généralisée. Donc du coup, on est effectivement pas mal revenu sur les premières cartes produites »³⁷⁸ .

Bien que l'approche « populationnelle » ait été présentée à l'équipe technique comme une solution pour agréger toutes les données environnementales, elle comporte certains risques. Un géographe de la santé de l'Université Paris Nanterre met l'équipe technique en garde contre le risque d'obtenir une carte ne faisant ressortir des carreaux de 200 mètres de côté qu'en fonction de la densité de la population résidente. Après de longues discussions, et afin d'éviter ce problème, l'équipe technique propose de prendre à la fois en compte le nombre et le taux des résidents exposés aux dépassements des valeurs limites réglementaires dans chaque carreau de 200 mètres de côté. Ce faisant, l'équipe technique compte rattraper les carreaux où le nombre de résidents n'est pas important, mais où les valeurs limites d'exposition sont largement dépassées. Elle appliquera par la suite la même approche à tous les problèmes environnementaux : la pollution de l'air, le bruit, l'habitat à risque et la carence en végétation. Après de longs mois de travail, l'équipe technique peut enfin établir une carte de cumul de « pollutions et nuisances environnementales » (**figure 11**).

³⁷⁸ Entretien du 3 juin 2019, réalisé à Paris avec une membre de l'équipe technique.

Figure 11 - Indice composite « pollutions et nuisances environnementales »³⁷⁹



Le travail de l'équipe technique ne se limite pas à la cartographie de « pollutions et nuisances environnementales » à Paris. Elle poursuit son activité et produit deux autres catégories de « fragilité en santé environnementale » : « populations vulnérables » et « carences en aménités ». Après plusieurs échanges avec le Comité technique, la catégorie « carence en aménités » est produite par l'équipe à partir de deux indicateurs : « carence en accessibilité à un espace vert ou les berges » et « carence en accessibilité à une offre de médecine générale du 1^{er} et 2^e secteurs ». Quant à la catégorie « populations vulnérables », elle est créée à partir de trois familles

³⁷⁹ Cette carte a été produite par l'Apur et le SPSE.

d'indicateurs : démographique (enfants âgés de 0 à 5 ans, personnes âgées de 65 ans et plus), socio-économique (ménages à bas revenu, bénéficiaires de la couverture maladie universelle complémentaire et de l'aide pour une complémentaire santé) et vulnérabilité chronique (affections de longue durée exonérante)³⁸⁰. Cependant, elle constate qu'une maladie chronique constitue, pour les personnes qui en sont atteintes, un important facteur de vulnérabilité face aux pollutions et nuisances environnementales auxquelles elles sont exposées. Ainsi, elle décide d'intégrer dans la catégorie « populations vulnérables » les personnes atteintes d'une affection de longue durée exonérante, comme facteur pouvant exacerber les effets de pollutions environnementales sur la santé. L'affection de longue durée exonérante³⁸¹ a été définie par l'assurance maladie comme une maladie grave et/ou chronique qui requiert des soins et des traitements longs et coûteux³⁸². Les frais qu'ils engagent sont en grande partie pris en charge par la sécurité sociale. L'équipe technique, consciente que la frontière entre un facteur de vulnérabilité et de causalité est mince, souligne que l'indicateur « affection de longue durée exonérante » ne constitue selon elle qu'un facteur de vulnérabilité. Lors d'un de

³⁸⁰ SPSE et Apur. 2018. « Construction d'un outil cartographique pour identifier les zones de fragilité en santé environnementale à Paris. Réunion du comité technique n°5 (Compte rendu) ». Paris.

³⁸¹ La liste des affections de longue durée est régie par l'article D. 322-1 du Code de la Sécurité sociale. Elle a été mise à jour par les décrets des 19 janvier 2011 et 24 juin 2011. Ils classent une trentaine d'affections de longue durée comme exonérantes : (1) accident vasculaire cérébral invalidant, (2) insuffisances médullaires et autres cytopénies chroniques, (3) artériopathies chroniques avec manifestations ischémiques, (4) bilharziose compliquée, (5) insuffisance cardiaque grave, troubles du rythme graves, cardiopathies valvulaires graves, cardiopathies congénitales graves, (6) maladies chroniques actives du foie et cirrhoses, (7) déficit immunitaire primitif grave nécessitant un traitement prolongé, infection par le virus de l'immunodéficience humaine (VIH), (8) diabète du type 1 et diabète du type 2, (9) formes graves des affections neurologiques et musculaires (dont myopathie), épilepsie grave, (10) hémoglobinopathies, hémolyses, chroniques constitutionnelles et acquises sévères, (11) hémophilies et affections constitutionnelles de l'hémostase graves, (12) maladie coronaire, (13) insuffisance respiratoire chronique grave, (14) maladie d'Alzheimer et autres démences, (15) maladie de Parkinson, (16) maladies métaboliques héréditaires nécessitant un traitement prolongé spécialisé, (17) mucoviscidose, (18) néphropathie chronique grave et syndrome néphrotique primitif, (19) paraplégie, (20) vascularites, lupus érythémateux systémiques, sclérodémie systémique, (21) polyarthrite rhumatoïde évolutive, (22) affections psychiatriques de longue durée, (23) rectocolite hémorragique et maladie de Crohn évolutives, (24) sclérose en plaques, (25) scoliose idiopathique structurale évolutive (dont l'angle est égal ou supérieur à 25 degrés) jusqu'à maturation rachidienne, (26) spondylarthrite grave, (27) suites de transplantation d'organe, (28) tuberculose active, lèpre, (29) tumeur maligne (cancer), affection maligne du tissu lymphatique ou hématopoïétique. Le soin et le traitement de ces maladies est pris en charge à 100% par l'assurance maladie.

³⁸² Ameli. 2022. « Qu'est-ce que le dispositif appelé Affection Longue Durée (ALD) ? ». Dernière consultation le 17 juin 2022. <https://www.ameli.fr/paris/assure/droits-demarches/maladie-accident-hospitalisation/affection-longue-duree-ald/affection-longue-duree-maladie-chronique>.

mes entretiens, la coordinatrice de l'observation en santé environnementale, membre de l'équipe technique, m'explique :

« [...] on a fait le choix de considérer toutes les ALD pour différentes raisons, mais aussi parce qu'on les considère comme les facteurs de vulnérabilité. Le fait d'avoir une pathologie chronique - quelle que soit la pathologie c'est un facteur de vulnérabilité – et pas comme une conséquence potentielle de l'exposition. Tu vois, on veut clairement ne pas faire ce lien dans notre outil. C'est un outil de priorisation et pas de lien de cause à effet. On ne peut pas le faire avec notre outil »³⁸³.

4. Exclure les pathologies environnementales

L'équipe technique prend une décision importante, celle d'exclure de la carte de la « fragilité en santé environnementale » toute donnée concernant les pathologies environnementales. Son objectif est d'éviter à tout prix de construire des liens de causalité entre l'exposition aux pollutions et nuisances environnementales et la survenue d'une pathologie environnementale. L'équipe technique ne se sent pas à l'aise pour manipuler ce type de données, qui relève, selon elle, du champ de compétences des épidémiologistes. Ceci d'autant plus que l'équipe technique a cartographié l'exposition à un cocktail de pollutions et nuisances : la pollution de l'air, le bruit, l'habitat indigne et la carence en végétation. L'une des membres de l'équipe technique m'explique que l'outil est :

« un outil de priorisation et non pas de lien de cause à effet. On ne peut pas le faire avec notre outil. [...] au début je me suis dit que ça pourrait être intéressant d'avoir les données de santé et d'impact, pour dire que voilà, là il y a un cumul de défaveur environnementale, sociale et sanitaire et en plus il se trouve que quand tu superposes la carte des arrondissements avec celle d'impact sur la santé qu'il y a un certain nombre de mailles du cumul de défaveur dans lequel il y a un impact [sanitaire] fort. Donc ça peut être intéressant à voir

³⁸³ Entretien du 3 juin 2019, réalisé à Paris avec un membre de l'équipe technique.

effectivement. Cependant, j'ai renoncé à cela, j'ai écarté l'idée parce que je pense que ça complique trop [l'outil]. Je préfère rester sur un outil de priorisation où on met l'impact de côté et où l'on s'intéresse à la défaveur [...] Je préfère même pas l'aborder [l'impact sanitaire] »³⁸⁴.

Même si l'équipe technique prend la décision de ne pas établir une carte pouvant suggérer un lien de causalité entre exposition aux pollutions et nuisances environnementales et pathologies environnementales, elle réalise de manière non officielle une carte essai de la consommation des médicaments antiasthmatiques à partir des données qui lui ont été transmises par la Caisse primaire d'assurance maladie (CPAM). Cette carte montre, tout comme pour la carte des pollutions et nuisances environnementales, que la consommation des médicaments antiasthmatiques est bien plus importante dans le nord-est parisien qu'ailleurs à Paris. D'autres données sont aussi à disposition de l'équipe technique, comme celles de la plombémie chez les enfants de moins de sept ans, rendue publique en 2016. Santé Publique France et le Centre antipoison et de toxicovigilance de Paris avaient alors établi une corrélation entre les cas d'une plombémie dites « positives » (ici $\geq 25\mu\text{g/L}$) et le parc des logements privés à risque de dégradation (PPPI), située elle-aussi dans le nord-est parisien³⁸⁵.

L'équipe technique est tentée de produire ce type de corrélations pour comprendre les réels effets de l'exposition des populations vulnérables à un cumul de pollutions et nuisances environnementales à Paris. Cependant, elle décide de ne pas tenir compte de l'ensemble de ces données pour ne pas suggérer de lien de causalité entre l'exposition à un cocktail de polluants et la survenue de pathologies environnementales. Pour l'équipe technique ce n'est pas son métier, mais bien celui des épidémiologistes. L'un des membres de l'équipe technique raconte lors de l'entretien :

« [...] Établir la relation de causalité entre l'état de santé des gens plurifactorielle et ce qu'on a fait... on a envie de le faire [...] si vous n'avez pas d'argent et que vous habitez à côté du périph, il y a des choses qui s'exacerbent

³⁸⁴ Entretien du 3 juin 2019, réalisé à Paris avec une membre de l'équipe technique.

³⁸⁵ Traoré, Medicoulé *et al.* 2016. « Approche géographique de la surveillance du saturnisme infantile en Île-de-France ». *Bulletin épidémiologique hebdomadaire*, n° 16-17 : 298-303.

d'elles-mêmes. La construction de l'indicateur final qui a additionné la disponibilité en espaces verts, l'exposition au bruit, la qualité de l'air, etc., ce n'est pas simple... pouvoir le mettre en vis-à-vis des mesures sur la santé ce serait intéressant. D'un point de vue de protocole c'est compliqué, mais après il y a des gens dont c'est le métier. Effectivement, si on veut additionner des choses [...] c'est effectivement par là qu'il faut passer. Ça va peut-être nous dépasser, mais si on veut aller plus loin c'est ça qu'il faudrait faire, mais voilà. Après nous c'est vrai qu'on est un peu spécialistes de données urbaines, mais effectivement la santé on se soumet un peu à ce que nous racontent les experts »³⁸⁶.

La carte de la « fragilité en santé environnementale » montre que les populations vulnérables, regroupées dans les quartiers du nord-est parisien, accumulent un ensemble d'expositions aux pollutions et nuisances environnementales. Cependant, la distribution de pathologies environnementales qui pourrait être associée à ces multi-expositions relève clairement de la science non faite. Pourtant, ce type de données est non seulement recherché par les associations de citoyens, mais aussi par les collectifs de médecins dénonçant une augmentation de pathologies respiratoires et cardiovasculaires chez leurs patients, notamment induites par l'exposition à la pollution de l'air. L'équipe technique préfère exclure des données sanitaires plutôt que produire une controverse scientifique concernant l'existence des liens de cause à effet entre l'exposition des Parisiens à un ensemble de pollutions et nuisances environnementales et leurs pathologies à caractère multifactoriel dont la survenue dépend souvent de plusieurs facteurs génétiques et environnementaux. Ce phénomène n'est pas propre à l'équipe technique. Les toxicologues et les épidémiologistes sont frileux à vouloir établir des liens de causalité entre l'exposition à un cocktail de polluants et la survenue d'une pathologie (Suryanarayanan et Kleinman, 2017). L'exemple de la construction de la carte de la « fragilité en santé environnementale » montre comment le maintien de la fragmentation des savoirs permet d'éviter la production de controverses scientifiques.

³⁸⁶ Entretien du 6 janvier 2020, réalisé sur zoom avec l'un des membres de l'équipe technique.

5. Conclusion du chapitre

Près de cinq ans après le début du projet d'identification des espaces de « fragilité en santé environnementale » à Paris, aucune mesure n'a été annoncée par la ville pour la réduire. L'équipe technique a publié en 2021 un article sur le développement de cet outil, en ne rendant publique qu'une carte synthétique de la « fragilité en santé environnementale ». Pourtant, de nombreuses cartes ont été réalisées dans le cadre de ce projet, notamment les cartes de « pollutions et nuisances environnementales », de « populations vulnérables » et de « carence en aménités environnementales et urbaines ». À quelques exceptions près (ex. de l'indicateur PPPI pour le parc social), l'équipe technique n'a pas utilisé de nouveaux indicateurs de santé environnementale. Pourtant, ces cartes sont jugées trop sensibles par les pouvoirs municipaux en place à l'égard du grand public. Il n'était pas possible de déterminer, dans le cadre de cette enquête, par qui précisément a été prise la décision de ne pas rendre public l'outil dans son intégralité. L'équipe technique a produit une carte unique qui, par l'agrégation d'indicateurs existants, a construit de nouvelles connaissances sur le cumul des inégalités sociales et environnementales par des populations vulnérables. La non-publication des cartes produites dans le cadre de ce projet représente un cas d'étude presque banal de l'« agnotologie » (Proctor et Schiebinger, 2008) : la municipalité refuse de rendre public un savoir existant sur la distribution des pollutions environnementales et des populations vulnérables à Paris.

La carte, pour Zittoun, non seulement donne à voir un problème, mais constitue également sa « preuve » (Zittoun, 2007). Une carte est révélatrice des choix politiques et économiques passés concernant la santé, l'environnement, le climat, l'industrie, les transports, l'aménagement et l'urbanisme. De nombreux travaux ont montré que les pollutions et nuisances environnementales se concentrent dans les quartiers populaires situés à proximité de grandes autoroutes urbaines construites dans les années 1950-1960, d'(anciens) sites industriels, d'(anciens) entrepôts de déchets dangereux ou de sites de traitement de déchets (Ottinger, 2009 ; 2010 ; Kenner, 2018 ; Zhang *et al.*, 2021). Il en résulte une distribution spatiale de problèmes environnementaux qui protège les populations aisées de certains risques sanitaires, tandis qu'ils peuvent être

disproportionnés pour d'autres (Zhang *et al.*, 2021). La non-publication des cartes permet de laisser le problème dans l'ombre et de ne pas se positionner réellement sur celui-ci. Pourtant, ces cartes ont été élaborées dans le but d'appuyer la politique volontariste de la ville de Paris de lutter contre les inégalités sociales et environnementales de santé.

Les problèmes de santé environnementale sont un domaine de recherche où par excellence s'accumulent et combinent de multiples formes d'ignorance. Ce chapitre a montré comment, lors de la construction de l'outil d'identification des espaces de « fragilité en santé environnementale », l'équipe technique s'est heurtée à différentes formes d'ignorance, issues de surveillance réglementaire de problèmes de santé environnementale qu'elle ne pouvait pas surmonter à son niveau. Par conséquent, elle a élaboré un outil cartographique qui, tout en créant de nouvelles connaissances, a combiné et reproduit l'ignorance fabriquée par la surveillance réglementaire de pollutions et nuisances environnementales. Ainsi, alors que les populations vulnérables sont exposées à des dizaines de pollutions et nuisances environnementales, l'outil en prend en compte quatre seulement pour lesquels les données de surveillance réglementaire sont disponibles *a priori* : la pollution de l'air, le bruit, les immeubles à risque de dégradation et la carence en végétation. L'équipe technique a produit une carte qui donne à voir une représentation reconstruite et simplifiée de « pollutions et nuisances environnementales » à Paris.

Ce chapitre montre comment la non mise en relation des données fragmentées et hyper-segmentées produit deux effets paradoxaux qui se matérialisent dans la carte de « fragilité en santé environnementale ». Le premier effet est l'accumulation de données météorologiques d'exposition des populations vulnérables aux pollutions environnementales, sans qu'elles soient mises en perspective avec les données sanitaires. Le second effet est la production d'une science non faite sur la distribution de pathologies environnementales à Paris. L'équipe technique a pris la décision d'exclure de la carte de « fragilité en santé environnementale » toute donnée sanitaire. Ce choix lui permet d'éviter la production d'une controverse scientifique sur l'apparition d'une relation causale entre exposition aux pollutions et nuisances environnementales et la

survenue de pathologies à caractère multifactoriel (génétique et environnemental). Ce type de travail ne relève pas, pour l'équipe technique, de son champ de compétences, mais bien de celui des épidémiologistes. La « science non faite » ainsi produite participe à invisibiliser les dégâts sanitaires de l'exposition des populations vulnérables à un cocktail de pollutions et nuisances environnementales à Paris.

Chapitre 5

La mesure citoyenne de la pollution de l'air

Renforcer la fragmentation des savoirs

Le 20 avril 2021, je rencontre Véronique³⁸⁷ pour un entretien. Elle est l'une des conseillères de quartier du 20^e arrondissement de Paris ayant initié le projet « Respirons mieux dans le 20^e », un projet de mesure citoyenne de la pollution de l'air dans cet arrondissement qui a été élu lauréat du budget participatif 2017 de la ville de Paris. Véronique relate avec précision comment s'est forgé son intérêt pour la question de la pollution de l'air. Mère de jeunes enfants, elle se dit frappée par le nombre d'enfants de ses amies qui souffrent d'asthme du nourrisson. Elle invoque que ce n'est plus la même pollution que celle d'il y a vingt ans, que ce sont des particules de plus en plus petites qui ont des effets désastreux sur la santé des jeunes enfants. Ses constats rejoignent ceux avancés par un collectif de médecins et de chercheurs qui, dans une tribune publiée le 26 juin 2019 dans le journal *Le Monde*, dénonçait une augmentation de la fréquence des maladies chroniques chez leurs patients, notamment du faible poids à la naissance, de nouveaux cas d'asthme infantile, des allergies, des maladies auto-immunes, de pathologies cardiovasculaires, des infections respiratoires, du cancer du poumon et du défaut de croissance pulmonaire chez les enfants³⁸⁸.

Depuis une dizaine d'années, les mobilisations citoyennes sur la pollution de l'air, ayant pour point de départ une augmentation de pathologies environnementales, se multiplient à Paris. Avec l'arrivée massive de nouvelles technologies et du big data, les

³⁸⁷ Pour anonymiser mes interlocuteurs, j'ai modifié leurs prénoms.

³⁸⁸ Just, Jocelyne *et al.* 2019. « Tribune : "Il faut diminuer la pollution automobile" ». *Le Monde*, 26 juin 2019.

associations de citoyens se mobilisent sur la pollution de l'air par la production de données alternatives à l'aide de microcapteurs numériques. Ces projets de mesure citoyenne de la pollution de l'air bénéficient d'un soutien et d'un financement de la ville de Paris, notamment dans le cadre de son budget participatif. Ces projets ne sont pas sans effets sur les activités des ingénieurs du Service Parisien de Santé Environnementale. Quelques mois après le début de mon enquête au sein de ce service, j'observe que la ville de Paris publicise les projets citoyens sur la pollution de l'air, souvent au détriment de ceux portés par les ingénieurs du Service Parisien de Santé Environnementale. Il m'a donc semblé nécessaire de poursuivre mon enquête en m'intéressant à ces acteurs et aux savoirs et données qu'ils produisent.

Ce chapitre s'intéresse en particulier au type de savoirs produits dans le cadre du projet « Respirons mieux dans le 20^e », et leurs usages par la municipalité, pour définir et prendre en charge le problème de la pollution de l'air à Paris. Il analyse les alliances mises en place entre conseillers de quartier, Airparif, AirCitizen (collectif d'enseignants chercheurs) et la ville de Paris, et leurs effets sur la production de la science citoyenne. Il montre comment cet ensemble d'alliances renforce et reproduit la fragmentation des savoirs sur le problème de la pollution de l'air à Paris. Pour ce faire, il s'appuie sur une enquête empirique au sein du projet « Respirons mieux dans le 20^e », composée d'une série d'entretiens semi-directifs et une observation participante.

Pour tenter de saisir ces différentes configurations, ce chapitre mobilise un ensemble de travaux en *Science and Technology Studies* qui se sont intéressés à la production de la science citoyenne sur le problème de la pollution de l'air. Ces travaux sont particulièrement utiles pour comprendre les modalités de la production des savoirs alternatifs sur la pollution de l'air et leurs usages par les autorités locales. Jennifer Gabrys, Helen Pritchard et Benjamin Barrat montrent, dans leurs travaux sur les pics de pollution de l'air engendrés par l'industrie de fracturation hydraulique dans le nord-est de la Pennsylvanie, comment le *citizen sensing* à l'aide de microcapteurs numériques à bas coût permet de construire de nouvelles formes de preuves sur le problème de la pollution de l'air, alternatives à la surveillance réglementaire (Gabrys et al., 2016 ; Gabrys, 2017 ; Gabrys et Pritchard, 2018). Ces nouvelles formes de preuves sont, pour

ces auteurs, « suffisamment bonnes » (*just good enough*) pour engager un dialogue avec les autorités locales et réclamer une amélioration de l'infrastructure de surveillance réglementaire de la pollution de l'air.

Cependant, la science citoyenne est, dans de nombreux cas, remise en question par la science réglementaire. Les travaux de Gwen Ottinger, sur la mesure citoyenne de la pollution industrielle à Norco en Louisiane, ont montré comment les seuils réglementaires et les pratiques standardisées de mesure de la pollution de l'air limitent la réelle portée de la science citoyenne sur les autorités locales et l'EPA pour prendre en charge le problème (Ottinger, 2010). Dans cette région, la surveillance réglementaire, ne s'intéressant qu'à l'exposition moyenne à la pollution de l'air sur 24 heures de chaque sixième jour de la semaine, a invisibilisé le problème des pics de pollution, induits par des rejets accidentels de l'usine Shell. Bien que les analyses de citoyens ont révélé qu'au moment des pics de pollution les concentrations de benzène dans l'air pouvaient être jusqu'à trois fois et demi supérieures aux seuils réglementaires de la qualité de l'air en Louisiane, elles ont été qualifiées de « non pertinentes » dans l'évaluation de la qualité de l'air. Sylvain Parasie et François Dedieu remarquent, dans leurs travaux sur la crédibilité des données citoyennes en Californie, qu'afin d'être prise au sérieux, la mesure citoyenne doit souvent s'aligner sur des pratiques standardisées de mesure réglementaire de la pollution de l'air (Parasie et Dedieu, 2019).

Ces travaux se sont intéressés au rôle des alliances, mises en place entre les associations de citoyens, les sociologues, les chercheurs et les institutions publiques d'expertise, dans la légitimation de la mesure citoyenne. Cependant, une question importante souvent laissée de côté est celle des effets de ces alliances sur la production des savoirs, notamment le choix d'objet d'étude, le choix de cadrage d'étude, l'analyse et l'interprétation de données. Contrairement aux travaux qui ont pu être publiés à ce sujet, ce chapitre montre que les chercheurs et les institutions publiques intègrent les projets citoyens avec leurs propres intérêts et objectifs qui, s'éloignant souvent de ceux portés par les associations des citoyens, risquent de désapproprier les citoyens de leurs propres projets.

Ce chapitre étudie, dans un premier temps, le contexte dans lequel les conseillers de quartier se mobilisent sur le problème de la pollution de l'air dans le 20^e arrondissement de Paris. Il analyse, dans un deuxième temps, comment, par les alliances mises en place, le projet « Respirons mieux dans le 20^e » devient un projet de mesure citoyenne de la pollution de l'air. Ceci, alors que la question de départ est celle des effets de la pollution de l'air sur la santé. Il examine, dans un troisième temps, comment se déploie dans ce quartier la mesure citoyenne de la pollution de l'air.

1. Les conseils de quartier se mobilisent sur la pollution de l'air

À l'origine, le projet « Respirons mieux dans le 20^e » est déposé par sept conseils de quartier du 20^e arrondissement de Paris dans le cadre de l'édition 2017 du budget participatif de la ville de Paris. Les Conseils de Quartier sont des collectifs de citoyens qui, créés pour renforcer la démocratie locale, peuvent être consultés sur des projets municipaux et interpellent les élus municipaux sur toute question concernant la vie dans leur quartier³⁸⁹. Ils ont été rendus obligatoires par la loi du 27 février 2002, relative à la démocratie de proximité dans les communes de plus de 80 000 habitants. À Paris, il y a au total cent-dix-sept conseils de quartier³⁹⁰. La Mairie du 20^e arrondissement de Paris a été la première à créer ce type de conseil dès 1995³⁹¹. Au total, elle dispose de sept conseils de quartier : Amandier-Ménilmontant, Belleville, Gambetta, Plaine Lagny, Réunion-Père-Lachaise, Saint-Blaise et Télégraphe-Pelleport-Saint-Fargeau. Ces derniers bénéficient d'un budget de fonctionnement de 15 000 euros et d'un budget d'investissement de 15 000€ leur permettant de proposer de nouveaux projets dans leurs quartiers.

³⁸⁹ Collectivités locales gouv.fr. s. d. « Les Conseils de quartier ». Dernière consultation le 19 août 2022. <https://www.collectivites-locales.gouv.fr/institutions/les-conseils-de-quartier>.

³⁹⁰ Ville de Paris. 2022. « Toutes les instances représentatives de la Ville », Municipalité. Dernière consultation le 19 août 2022. <https://www.paris.fr/pages/devenir-un-acteur-de-la-participation-3934#:~:text=117%20conseils%20de%20quartier%20couvrent%20la%20totalit%C3%A9%20du%20territoire%20parisien>.

³⁹¹ Mairie du 20^e arrondissement de Paris. 2022. « Les Conseils de quartier du 20^e ». Dernière consultation le 19 août 2022. <https://mairie20.paris.fr/pages/mode-d-emploi-13731>.

Le projet « Respirons mieux dans le 20^e » naît de l'idée de Véronique (conseillère de quartier du 20^e arrondissement de Paris et juriste dans l'un des grands établissements d'enseignement supérieur et de recherche français) perturbée par de nombreux cas d'asthme de nourrisson à la crèche de son fils, située à proximité de l'échangeur de la Porte de Bagnolet³⁹². Elle est alors d'autant plus perturbée que le nombre de pathologies chroniques chez les enfants semble augmenter, tandis que la pollution a diminué ces vingt dernières années à Paris. Lors d'un entretien, elle raconte :

« mon fils quand il était à la crèche, ils étaient huit par section je crois, et il y avait au moins la moitié des enfants qui souffrait de l'asthme du nourrisson, [elle souligne] **au moins la moitié**. [...] Je discutais avec une amie pédiatre qui maintenant est à la retraite, elle disait qu'il y a quinze, vingt ans, il n'y avait pas autant de pathologies chroniques chez les enfants. Alors même qu'on dit que la pollution a beaucoup diminué depuis vingt ans. C'est ça qui est étonnant. Mais je pense que ça ne doit pas être la même pollution »³⁹³.

Elle discute de ce problème avec ses amies architectes qui, engagées sur des questions environnementales, lui parlent alors de microcapteurs numériques de mesure de la pollution de l'air. C'est ainsi que lui vient une idée avec un double objectif : mesurer la pollution de l'air et cartographier les pathologies environnementales dans le 20^e arrondissement de Paris. Plus particulièrement, son objectif est d'étudier l'impact potentiel de l'exposition à la pollution du périphérique et de l'autoroute A3 sur la distribution de pathologies environnementales dans le 20^e arrondissement de Paris. Elle m'explique :

« [...] dès le départ, je voulais mettre en place une observation de la pollution pour essayer d'établir un lien avec une situation médicale dans l'arrondissement. Mon idée était d'établir une cartographie des pathologies et la

³⁹² Véronique est juriste et ex-avocate avec un parcours en droit privé. Elle se porte volontaire au conseil de quartier Gambetta qu'elle rejoint entre 2015 et 2016 après le lancement d'appel à candidature auprès des habitants. Elle devient, au moment de la création de l'association Respirons mieux dans la Ville, sa présidente.

³⁹³ Entretien du 20 avril 2021, réalisé sur zoom avec la présidente de Respirons mieux dans la ville.

mettre en parallèle avec la cartographie de la pollution dans l'arrondissement »³⁹⁴.

Lors de la réunion extraordinaire de sept conseils de quartier du 20^e arrondissement de Paris, elle dépose un projet en réponse à l'appel d'offre du budget participatif 2017 de la ville de Paris³⁹⁵. Avec sa mise en place en 2014, le budget participatif de la ville de Paris est un dispositif de démocratie participative relativement récent³⁹⁶. À l'origine, ce dispositif a été créé en 1989 à Porto Alegre au Brésil pour impliquer les citoyens dans la gestion budgétaire de leur collectivité territoriale³⁹⁷. Pour Anne Hidalgo, la création du budget participatif de la ville de Paris et la lutte contre la pollution de l'air ont été les deux piliers de sa campagne municipale de 2014 (Arhip-Paterson, 2020). Son objectif officiel était de « rendre du pouvoir aux citoyens » (Vassor, 2019). Bien que cette politique s'inscrive dans la continuité de la politique participative de Bertrand Delanoë (ancien Maire de Paris entre 2011 et 2014)³⁹⁸, Anne Hidalgo essaie de la transformer par l'instrumentation numérique (Arhip-Paterson, 2020 ; Vassor, 2019). Le Web, considéré par essence comme « participatif », se présente comme « l'outil idéal » pour déployer une politique participative (Vassor, 2019). Il se voit attribuer une capacité à renouveler la communication et la relation entre gouvernants et gouvernés. Et pourtant, cette instrumentation numérique crée des rapports de force, de la même manière qu'elle est socialement située (Vassor, 2019). Une fois par an, les Parisiens peuvent voter, en ligne sur le site du budget participatif ou dans l'urne de vote fixe, sur des projets à financer par le budget participatif. Ce sont 5% du budget d'investissement de la ville de Paris qui sont attribués tous les ans au budget participatif pour réaliser des projets proposés et votés par les Parisiens.

³⁹⁴ *Ibidem*.

³⁹⁵ Cette réunion extraordinaire de sept conseils de quartier du 20^e a été organisée dans le but de réfléchir sur des projets de cet arrondissement de Paris à proposer au budget participatif.

³⁹⁶ Avant sa généralisation en 2014, le budget participatif a été testé par deux maires socialistes : Michel Charzat (maire du 20^e arrondissement de Paris) et Michèle Blummenthal (maire du 12^e arrondissement).

³⁹⁷ Mairie de Paris. 2022. « Budget participatif 2022. Guide du dépôt de projets ». Paris.

³⁹⁸ Bertrand Delanoë a introduit, lors d'une tournée annuelle des arrondissements, une forme de consultation des citoyens, notamment sur le budget de la ville de Paris.

Pour qu'un projet puisse être admis au budget participatif, il doit respecter les quatre critères suivants :

- « 1. Relever de l'intérêt général ;
2. Entrer dans le champ de compétences de la ville de Paris. Attention, par exemple, les hôpitaux, les musées nationaux, les lycées et universités... ne relèvent pas de la ville de Paris ;
3. Constituer une dépense d'investissement, sans générer de dépenses de fonctionnement trop importantes pour la ville de Paris ;
4. Être déposé par un.e Parisien.ne, à titre individuel ou collectif, quels que soient son âge et sa nationalité »³⁹⁹.

L'idée de monter un projet dédié à la pollution de l'air est immédiatement soutenue par les membres de sept conseils de quartiers, troublés de leur côté par l'absence de stations réglementaires de mesure de la pollution de l'air dans le 20^e arrondissement de Paris. Il est incompréhensible pour ces conseillers qu'il n'y ait aucune station de mesure réglementaire de la pollution de l'air dans leur arrondissement, alors qu'en 2003 une étude réalisée par Airparif a mis en évidence que l'échangeur de la Porte de Bagnolet a un impact non négligeable sur la qualité de l'air dans un rayon de 400 mètres⁴⁰⁰. Cet impact serait bien plus important que dans les quartiers voisins où la pollution de l'air émise par le trafic routier du boulevard périphérique rejoint les niveaux de la pollution de fond à 150 mètres à la ronde. Dans ces conditions, les conseillers de quartiers s'interrogent sur la façon dont la modélisation d'Airparif peut cartographier de manière fine la pollution de l'air dans le 20^e arrondissement de Paris, alors qu'il ne s'y trouve aucune station réglementaire de mesure de la pollution de l'air. Ces interrogations sont bien connues de l'Airparif.

³⁹⁹ Ville de Paris. 2022. « C'est parti pour le budget participatif 2021 ! ». Dernière consultation le 10 septembre 2022. <https://www.paris.fr/pages/budget-participatif-2021-comment-ca-marche-16525>.

⁴⁰⁰ Seghier, Carine. 2005. « Airparif évalue l'impact sur la qualité de l'air de l'échangeur de la porte de Bagnolet à Paris ». *Actu Environnement*, 13 avril 2005.

Le directeur Partenariats, Communication et Digital à Airparif indique lors d'un entretien :

« Il n'y a pas de station de mesure dans le 20^e, or on sait que le 20^e est l'arrondissement le plus pollué. Et on veut savoir. D'ailleurs c'est intéressant parce qu'on dit à la fois qu'il n'y a pas de station et à la fois on dit qu'on sait que c'est le plus pollué. Pourquoi ? Parce qu'actuellement, un dispositif de mesure de la qualité de l'air ne fonctionne qu'à partir du réseau de mesure des stations fixes et ça c'est quelque chose de très compliqué à expliquer et de très compliqué à recevoir pour la population, voire pour les décideurs aussi. Et c'est ça qui était intéressant, c'était de voir comment on pouvait faire pour que la population appréhende mieux les informations qui étaient disponibles sur le 20^e, grâce à ce déploiement des capteurs. Et de ce fait, qu'il y ait plus de confiance attribuée aux informations produites par Airparif sur le 20^e »⁴⁰¹.

Les délais de dépôt du projet au budget participatif sont courts. Véronique se lance alors dans la rédaction du projet, accompagnée par l'une de ses collègues, elle-aussi membre du conseil de quartier. Elle constate qu'un projet de mesure citoyenne de la pollution de l'air requiert des frais de fonctionnement pour l'analyse et l'interprétation de données collectées à l'aide de microcapteurs numériques. Cependant, le budget participatif prévoit uniquement des frais d'investissement pour l'achat d'équipement⁴⁰². Très vite, elle est contactée, à la demande de la première adjointe du 20^e arrondissement de Paris, par un conseiller des élus, spécialisé en environnement qui la met en relation avec un épidémiologiste spécialiste des maladies allergiques et respiratoires à l'Inserm et directeur Partenariats, Communication et Digital à Airparif. L'objectif du conseiller est double : encadrer le projet des conseillers de quartier et

⁴⁰¹ Entretien du 6 avril 2021, réalisé sur zoom avec le directeur Partenariats, Communication et Digital à Airparif.

⁴⁰² Les citoyens peuvent proposer au budget participatif des projets comportant des dépenses d'investissement (achat de matériels, construction ou aménagement de bâtiments, travaux d'infrastructure, etc.) et non pas aux dépenses de fonctionnement impliquant la rémunération de personnels.

Collectivités locales gouv.fr. s. d. « Dépenses d'investissement ». Dernière consultation le 1^{er} septembre 2022. <https://www.collectivites-locales.gouv.fr/finances-locales/depenses-dinvestissement> ; Mairie de Paris. 2022. « Budget participatif 2022. Guide du dépôt de projets ». Paris.

associer au projet une institution pouvant prendre en charge les frais de fonctionnement. Véronique raconte :

« Très rapidement a émergé le problème qu'on ne peut pas présenter au budget participatif de projets qui requièrent des frais de fonctionnement. Enfin, on peut présenter uniquement des projets qui requièrent des frais d'investissement. Or, ce projet nécessitait quand même une partie des frais de fonctionnement. Du coup, on a été conseillé par un chargé de mission de la Mairie qui s'occupait des questions de l'environnement. Il a été affecté disons pour nous briefier sur ce projet. Il nous a dit : "écoutez ce projet vous n'allez pas pouvoir le gérer toutes seules, je vais vous mettre en relation avec des professionnels du secteur pour notamment trouver un organisme à même d'assurer sur la partie fonctionnement" »⁴⁰³.

Peu après, les conseillères de quartier rencontrent les deux experts pour leur présenter le projet. Après une discussion rapide, seul Airparif décide de prendre part à ce projet. L'idée d'une collaboration avec un épidémiologiste est très vite écartée par Airparif arguant qu'une telle collaboration poserait des problèmes d'ordre méthodologique quant à l'établissement des liens de causalité entre les données de mesure citoyenne de la pollution de l'air et les pathologies environnementales dans le 20^e arrondissement de Paris. Lors de l'entretien, le directeur Partenariats, Communication et Digital à Airparif évoque deux problèmes. Le premier problème est celui de la non-fiabilité de microcapteurs numériques qui pour lui ne se prêtent pas à cet usage. Plutôt que de produire des valeurs absolues (comme c'est le cas des stations réglementaires de mesure de la pollution de l'air), les microcapteurs numériques indiquent des variations de la pollution de l'air pouvant survenir à certains moments de la journée sur une ou plusieurs localisations (Gabrys *et al.*, 2016). Ce type de mesure n'est qu'indicatif de la pollution de l'air ce qui, pour les ingénieurs d'Airparif, rend les microcapteurs non fiables. Le second problème est selon lui, l'exposition chronique à la pollution de l'air qui ne pouvait pas être mesurée à l'aide de microcapteurs numériques

⁴⁰³ Entretien du 20 avril 2021, réalisé sur zoom avec la présidente de l'association Respirons mieux dans la ville.

sur la durée prévue du projet⁴⁰⁴. Le directeur Partenariats, Communication et Digital à Airparif explique :

« On se posait des questions sur comment approcher la question sanitaire [...]. Ce sont des points qui du côté d’Airparif posaient des questions pour plusieurs raisons. Les capteurs n’avaient pas forcément suffisamment de fiabilité et de précision pour donner des informations propres sur les aspects épidémiologiques. Il y avait aussi la question de la couverture : on allait faire des mesures pendant un temps très court qui n’était pas forcément représentatif de l’exposition chronique de long terme qui pose plus de questions d’un point de vue de l’impact sur la santé. Donc il y a eu pas mal de discussions à ce sujet... et sur comment essayer d’imaginer un carrefour entre l’information qu’Airparif pouvait produire et l’information qui serait produite par les citoyens d’un point de vue local et à en profiter pour finalement avoir plus un échange d’information qu’une confrontation d’information »⁴⁰⁵.

Faute d’appui d’un épidémiologiste, les conseillers de quartier abandonnent l’idée de cartographier les pathologies respiratoires dans le 20^e arrondissement de Paris. Ainsi, alors que les travaux des épidémiologistes français continuent à approfondir les connaissances des effets de la pollution de l’air sur la santé, les acteurs associatifs ne parviennent pas à mobiliser ces experts dans leurs projets. Comme je l’ai montré dans le troisième chapitre, un jeune groupe d’épidémiologistes de l’Observatoire régional de santé d’Île-de-France a défini, au milieu des années 1990, le problème de l’exposition à de relativement faibles niveaux de la pollution de l’air en France. Leurs travaux ont participé à institutionnaliser le problème de la pollution de l’air avec la création de structures de surveillance de la qualité de l’air et de veille sanitaire. Bien qu’ayant été sur le front de la lutte contre la pollution de l’air dans les années 1990, ces épidémiologistes ne s’impliquent plus dans de nouvelles mobilisations. Ainsi, les collaborations entre les épidémiologistes français et les associations de citoyens, pour

⁴⁰⁴ Dans le cadre du projet « Respirons mieux dans le 20^e », la mesure citoyenne de la pollution de l’air a duré un an. Elle était composée de quatre sessions de mesure de la pollution de l’air, d’une durée pouvant varier de deux à quatre mois de mesure.

⁴⁰⁵ Entretien du 6 avril 2021, réalisé sur zoom avec le directeur Partenariats, Communication et Digital à Airparif.

faire la preuve de pathologies environnementales liées à la pollution de l'air, se font très rares.

Faute de pouvoir s'allier avec l'épidémiologiste de l'Inserm, les conseillers de quartier modifient leur répertoire d'action en recourant aux nouvelles technologies et au big data. Le répertoire d'action peut être défini comme un éventail limité de modes d'action dont disposent les groupes mobilisés (Péchu, 2020 ; Ollitrault, 2008). Son renouvellement est impulsé par l'essor de la science citoyenne sur la pollution de l'air dans d'autres pays, en particulier aux États-Unis.

2. Les politiques de la production des données

Les délais de dépôt du projet au budget participatif sont courts, les deux conseillères de quartier n'ont qu'une semaine pour finaliser la rédaction de leur projet en collaboration avec Airparif. Elles proposent alors de mesurer la pollution de l'air à l'aide de microcapteurs portatifs qui seraient distribués aux volontaires dans le 20^e arrondissement de Paris. Cependant, les ingénieurs d'Airparif se montrent très critiques au cours des échanges avec les conseillers de quartier sur la fiabilité des microcapteurs pour la mesure de la pollution de l'air. Un microcapteur n'est, selon eux, qu'un outil de sensibilisation de citoyens et non pas de mesure de la qualité de l'air. Les deux conseillères commencent à douter d'un potentiel intérêt de mesures citoyennes de la pollution de l'air dans leur quartier.

Ces échanges sont marqués par des « asymétries de pouvoirs » (Frickel et Moore, 2006) entre d'une part les ingénieurs d'Airparif, experts de la surveillance de la qualité de l'air en Île-de-France et, d'autre part, les conseillers de quartier, inquiets de la pollution de l'air dans leur quartier. Face à ces experts, les conseillers de quartier peinent à soutenir leur propos. Lors de l'entretien, Véronique explique qu'après les critiques des ingénieurs d'Airparif sur l'usage des microcapteurs numériques, elle avait du mal à argumenter l'intérêt du projet auprès de potentiels volontaires. Elle remarque

qu'elle n'a compris le réel intérêt de l'usage des microcapteurs que plus tard au cours du projet. Elle raconte :

« quand on a présenté le projet, on ne savait pas que les capteurs sont des outils peu fiables [...], j'étais assez déçue quand je l'ai appris. J'ai vu leur intérêt en suivant le projet. Et pour compenser, je pense que c'est Airparif qui nous a dit, voilà il y a la possibilité d'aller acheter une dizaine de mini-stations [...]. Personnellement j'avais des difficultés pour argumenter sur l'intérêt des capteurs. Parce qu'au moment où on dit : les capteurs en réalité ne sont pas fiables, on n'a pas de mesures absolues, etc... Là j'étais en grande difficulté. À partir du moment où j'ai appris ça, j'avoue que j'étais pas du tout à l'aise avec cette histoire de capteurs [...]. Au début j'entendais, les capteurs ne sont pas fiables, et là aller convaincre des habitants d'utiliser des capteurs pas fiables, enfin... C'est après qu'on a vu l'intérêt de l'usage de ces microcapteurs »⁴⁰⁶.

Afin de répondre au problème de la « non-fiabilité » de microcapteurs, le directeur Partenariats, Communication et Digital à Airparif propose aux conseillers de quartiers de prévoir un budget pour acquérir, en plus de microcapteurs portatifs, une dizaine de « mini-stations » fixes de mesure de la pollution de l'air. L'idée d'Airparif est également de montrer que sa modélisation est précise et fiable dans le 20^e. Ainsi, les ingénieurs d'Airparif se saisissent de l'opportunité de ce projet pour légitimer leur propre pratique de modélisation et, en même temps, remettre en question la fiabilité des microcapteurs numériques. Le directeur Partenariats, Communication et Digital à Airparif remarque lors d'un entretien :

« L'idée était aussi finalement de leur montrer que l'information était potentiellement plus fiable que celle produite par des microcapteurs. Ces derniers peuvent avoir des problèmes d'incertitude métrologique, de couverture temporelle ou spatiale. Donc c'est ces aspects-là qu'on a essayé de travailler et leur montrer que finalement [...] il n'y avait pas de spécificités si fortes que ça dans le 20^e arrondissement et puis aussi qu'on était capable à travers les cartes

⁴⁰⁶ Entretien du 20 avril 2021, réalisé sur zoom avec la présidente de l'association Respirons mieux dans la ville.

[produites par Airparif] d'avoir une information fine sur la qualité de l'air dans le 20^e »⁴⁰⁷.

Le projet « Respirons mieux dans le 20^e » est mis en place au moment où l'incomplétude de la modélisation d'Airparif est régulièrement remise en cause par de nombreux acteurs privés souhaitant prendre place sur le marché de la mesure de la pollution de l'air en France. Afin de cartographier de manière fine la pollution de l'air à Paris, les ingénieurs d'Airparif réalisent une modélisation qui se fonde sur une succession de modèles numériques permettant de cartographier le dépôt de polluants, leurs transformation chimique, leurs transport dans l'air et leurs dispersion spatiale⁴⁰⁸. Ces derniers tiennent compte d'un ensemble de paramètres pouvant influencer les concentrations de polluants, comme les conditions météorologiques, l'importation de la pollution, les émissions de polluants, la topographie et l'occupation du sol. Cette modélisation ne peut être dissociée de la mesure de la pollution de l'air permettant non seulement d'évaluer des modèles, mais aussi de calculer leurs incertitudes. Au total, ce sont soixante-dix stations de mesure de la pollution de l'air qui ont été implantées par Airparif en Île-de-France, dont une cinquantaine de stations automatiques de mesure en temps réel de concentrations des polluants dans l'air⁴⁰⁹.

De nombreux acteurs privés critiquent la modélisation de la pollution de l'air faite par les Associations agréées de surveillance de la qualité. J'ai eu l'occasion de croiser régulièrement certains de ces acteurs sur mon terrain d'enquête, notamment lors de nombreuses réunions publiques organisées par les acteurs associatifs, les autorités

⁴⁰⁷ Entretien du 6 avril 2021, réalisé sur zoom avec le directeur Partenariats, Communication et Digital à Airparif.

⁴⁰⁸ Airparif. s. d. « La modélisation ». Dernière consultation le 11 septembre 2021. <https://www.airparif.asso.fr/la-modelisation>.

⁴⁰⁹ Airparif. s. d. « Le réseau de mesures ». Dernière consultation le 11 septembre 2021. <https://www.airparif.asso.fr/le-reseau-de-mesures>.

Les stations automatiques surveillent en temps réel les concentrations horaires de : l'oxyde d'azote (NO_x), l'ozone (O₃), le dioxyde de soufre (SO₂), le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de carbone (CO₂), les composés organiques volatils (COV), les particules ultrafines (PUF), les particules fines (PM_{2,5}), les particules (PM₁₀), l'indice de fumées noires (FN), le carbone suie dans les PM_{2,5}, l'ion sulfate (SO₄), la fraction organique, le nitrate (NO₃), chlore (Cl⁻), l'ammonium (NH₄) et l'ammoniac (NH₃). D'autres polluants, comme le plomb (Pb), l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le nickel (Ni) dans les PM₁₀, les BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) ou encore les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), sont surveillés par échantillonneur passif.

municipales, l'État ou encore les établissements publics d'expertise⁴¹⁰. Leurs arguments pointent un relativement petit nombre de stations réglementaires de surveillance de la qualité de l'air chères et laborieuses qui, pour eux, ne rendent pas compte de variations spatio-temporelles de la pollution de l'air. Ces acteurs privés suggèrent que l'implantation d'un grand nombre de microcapteurs numériques permettrait non seulement d'avoir des données « plus fines », mais aussi de réduire le coût de mesure de la pollution de l'air. Ce point de vue a été bien résumé lors d'une conférence publique (aujourd'hui disponible en libre accès sur YouTube) par l'un des co-fondateurs d'une start-up américaine de mesure et de visualisation de données de la pollution de l'air :

« Currently, monitoring equipment used by governments is expensive, bulky, and labor intensive to operate. This limits the number of data points a city can manage, making them blind to the high temporal and spatial variation of air quality within a block-to-block level. Limited information results in limited action. Leveraging IoT technology allows Clarity to provide cities with affordable and accessible air quality monitoring solutions that gather high-resolution data not previously achievable with traditional technologies »⁴¹¹.

Sur le terrain, il est possible d'observer deux principaux modes d'actions mis en œuvre par ces acteurs privés. Le premier est le développement d'applications mobiles de prévision de la qualité de l'air. Ces dernières utilisent les données de surveillance réglementaire de la pollution de l'air produites par des associations agréées de surveillance de la qualité de l'air. Cependant, les données utilisées sont diffusées de manière à laisser croire qu'elles viennent des microcapteurs de mesure de la pollution de l'air, commercialisées par l'exploitant de l'application. L'interface de ces

⁴¹⁰ L'une de ces rencontres a été particulièrement marquante. J'assiste alors à la réunion de l'association *Respire* qui a été organisée pour présenter ses actions de lutte contre la pollution de l'air en Île-de-France. Comme d'habitude, je prends soigneusement des notes dans mon journal de terrain. Après la réunion, je suis approchée par un homme d'une trentaine d'années qui se présente alors comme un citoyen préoccupé par la pollution de l'air à Paris. Étant arrivé en retard, il me sollicite pour prendre en photo l'ensemble de mes notes. Je refuse, ce qui m'est tout de suite reproché. Quelques mois plus tard, je le croise de nouveau lors d'un atelier de construction de microcapteurs numériques, organisé par *AirCitizen*, un collectif d'enseignants-chercheurs et d'artistes. J'apprends alors qu'il travaille pour une entreprise privée des purificateurs d'air et que l'intérêt qu'il porte à la pollution de l'air est purement économique.

⁴¹¹ Clarity Team. 2019. « Tackling Air Pollution — An Interview with Clarity ». Dernière consultation le 10 septembre 2021. <https://medium.com/clarity-movement/tackling-air-pollution-an-interview-with-clarity-d0b303170386>.

applications mobiles, comme celle de l'application Plume Labs, IQAir ou encore Flow, montre le poids joué par la visualisation de données numériques (*data visualization*). La *data visualization* est un domaine d'activité dans lequel les acteurs privés se spécialisent. Le but est d'organiser et d'afficher des données collectées et stockées sur des serveurs de manière claire et aisément compréhensible⁴¹². L'interface de l'application se doit être intuitive et répondre aux besoins des utilisateurs. Ainsi, l'utilisateur peut lui-même choisir les valeurs limites d'exposition à la pollution de l'air qu'il souhaite utiliser dans l'application mobile. Dans la plupart des cas, il a le choix entre les valeurs limites d'exposition américaines, européennes ou chinoises. La direction d'Airparif est consciente de cet usage déloyal des données. Airparif a mis en place en 2017 l'Open Database Licence qui oblige les acteurs privés à citer Airparif comme producteurs de données. Lors de l'entretien, le directeur Partenariats, Communication et Digital à Airparif m'explique :

« [...] il y a de l'encapsulation de l'information et de la donnée qui est faite pour que les gens aient vraiment l'impression qu'elle vient de chez eux tout de suite. Cette information pourrait être vue comme beaucoup plus fine du point de vue spatial ou temporel, alors que ce n'est pas forcément le cas »⁴¹³.

Le deuxième mode d'action utilisé par les acteurs privés est la création d'alliances avec les autorités municipales pour financer des projets de mesure de la pollution de l'air à l'aide de leurs propres microcapteurs numériques⁴¹⁴. L'objectif affiché de ces projets est de produire de « nouvelles » données de mesure de la pollution de l'air. À Paris, plusieurs projets de ce type ont été mis en place en collaboration avec la Mairie de Paris. Deux de ces projets ont été tout particulièrement publicisés par les autorités municipales. Il s'agit du projet « Pollutrack » créé en 2018 par Éric Poincelet (homme d'affaires français) dont l'objectif était de mettre en place un réseau mobile de

⁴¹² Powerslide. 2021. « Data visualisation : ce qu'il faut savoir ». Dernière consultation le 1^{er} août 2022. <https://www.powerslide.io/blog/data-visualisation-ce-quil-faut-savoir>.

⁴¹³ Entretien du 6 avril 2021, réalisé sur zoom avec le directeur Partenariats, Communication et Digital à Airparif.

⁴¹⁴ Ces start-up ne sont pas les seules à produire des microcapteurs de mesure de la pollution de l'air. De nombreuses initiatives associatives ont été mises en place en France, comme à l'étranger, incitant les citoyens à construire leurs propres microcapteurs de mesure de la pollution de l'air. À Paris, l'une de ces initiatives a été portée par le collectif AirCitizen.

mesure de la pollution de l'air à Paris. Dans le cadre de ce projet, 300 véhicules électriques d'Enedis et 100 voitures de transport avec chauffeur Marcel ont été équipés d'un microcapteur de particules fines (PM_{2,5}) pour cartographier des « hot spots » de la pollution de l'air à Paris⁴¹⁵.

Il s'agit aussi du projet de mesure de la qualité de l'air aux abords des crèches, écoles et collèges parisiens. Ce projet a été mis en place le 26 juin 2019 par Anne Hidalgo et Michael Bloomberg (ancien Maire de New York et envoyé spécial des Nations Unies pour les villes et le changement climatique) suite à la publication, quelques mois plus tôt, d'une carte de la pollution de l'air dans les établissements scolaires en Île-de-France par Respire (Association Nationale pour l'Amélioration de la Qualité de l'air)⁴¹⁶. Bloomberg Philanthropies, une organisation philanthropique fondée par Michael R. Bloomberg, a financé dans ce cadre 150 microcapteurs numériques produits par l'entreprise Clarity. Clarity est une entreprise californienne créée en 2014 par un groupe de jeunes ingénieurs de l'Université de Californie à Berkeley se présentant comme des militants environnementaux. Avec le slogan « *Better data, better air* »⁴¹⁷, l'objectif de ce projet a été de mesurer la pollution de l'air dans les crèches, écoles et collèges parisiens pour recueillir de « nouvelles » données de mesure de la pollution de l'air et pour évaluer si les microcapteurs numériques pouvaient affiner la modélisation d'Airparif. Anne Hidalgo et Michael Bloomberg ont annoncé par un communiqué de presse en date du 26 juin 2019 :

« Ce programme pilote vise à expérimenter de nouveaux outils de mesure de la qualité de l'air, notamment une technologie innovante dans la détection des polluants. 150 microcapteurs de différents polluants atmosphériques seront installés dans plusieurs crèches, écoles et collèges parisiens à partir de la rentrée

⁴¹⁵ Ville de Paris. 2021. « État de la qualité de l'air à Paris ». Dernière consultation le 5 janvier 2021. <https://www.paris.fr/pages/etat-des-lieux-de-la-qualite-de-l-air-a-paris-7101>.

⁴¹⁶ Respire. 2019. « Pollution de l'air dans les écoles ». Paris.

⁴¹⁷ Ce slogan fait référence à la fameuse devise du « businessman » Michael Bloomberg « *If you can't measure it, you can't manage it* ». Il l'a emprunté à Peter Drucker, un consultant américain en management d'entreprises qui écrivait en 1954 dans *The Practice of Management* : « *you can't manage what you can't measure* ». Peter Drucker a développé dans ses écrits le concept de « *management par objectif* ». Ces logiques de management du secteur privé se trouvent ainsi transposées à la gestion de problèmes environnementaux.

de septembre 2019, afin de recueillir des informations nouvelles sur la qualité de l'air et d'évaluer leur capacité à renforcer le système de cartographie d'Airparif, l'association indépendante en charge de la surveillance et de l'information sur la qualité de l'air à Paris et en Île-de-France »⁴¹⁸.

La remise en cause du travail de modélisation d'Airparif a également été particulièrement visible lors d'incendies accidentels, en premier lieu celui de l'incendie de la Cathédrale Notre-Dame de Paris. Airparif avait alors manifesté des difficultés à enregistrer le réel niveau de la pollution de l'air à proximité directe de l'incendie, car les stations réglementaires de mesure de la pollution de l'air ne se trouvaient pas dans le panache direct de la fumée⁴¹⁹. Ce manque de données a participé à invisibiliser et à passer sous silence la pollution au plomb provoquée par l'incendie (Rainhorn, 2021). Avec des températures ayant atteint 600 à 900°C, le plomb de la flèche et du toit s'est transformé en particules d'oxyde de plomb qui contaminent les environs de la cathédrale. Pourtant, les autorités ne prévoient ni d'informer le public de potentiels dangers, ni de mettre en place un dispositif de surveillance sanitaires (Rainhorn, 2021). Airparif, n'est pas la seule Association agréée de surveillance de la qualité de l'air à avoir rencontré ce genre de problème. L'Atmo Normandie n'avait pas non plus réussi à enregistrer de rejets de l'incendie de l'usine Lubrizol à Rouen. Après l'incendie de la Cathédrale Notre-Dame de Paris, Airparif a précisé dans un communiqué de presse que les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air ne sont ni mandatées, ni équipées pour mesurer la pollution de l'air en cas de déversements accidentels :

« À proximité du foyer, seules des mesures très spécifiques (polluants avec des teneurs très élevées comparées aux niveaux ambiants, type de polluants, chaleur...) permettent d'évaluer l'impact local mais les associations de

⁴¹⁸ Ville de Paris. 2019. « Micheal Bloomberg et Anne Hidalgo, Maire de Paris, lancent un programme de mesure de la qualité de l'air dans les écoles et crèches de Paris (Communiqué de presse) ». Paris.

⁴¹⁹ Airparif. 2019. « Surveillance de l'air suite à l'incendie de Notre-Dame #1 ». Dernière consultation le 14 septembre 2021. <https://www.airparif.asso.fr/actualite/2019/surveillance-de-lair-suite-lincendie-de-notre-dame-1>.

surveillance de la qualité de l'air ne sont ni mandatées, ni équipées, pour faire des mesures de ce type en cas d'accident »⁴²⁰.

Dans ce contexte, Airparif nouait volontiers un nouveau partenariat permettant de légitimer son activité. Le vote au budget participatif arrive rapidement, le projet « Respirons mieux dans la Ville » reçoit 2 217 votes des Parisiens⁴²¹. Il obtient un budget de 115 000 euros, prévu pour l'achat de soixante-dix microcapteurs numériques, l'achat de neuf mini-stations, la réalisation d'une étude sociologique et l'achat d'écrans d'information sur la pollution de l'air⁴²². Peu après le vote, la Mairie de Paris met en place une convention avec Airparif. Puisque le budget participatif n'implique pas de coûts de fonctionnements, cette convention ne prévoit pas de rémunération pour le travail réalisé par les ingénieurs d'Airparif dans le cadre de ce projet. Il était tout de même convenu qu'au terme du projet tout le matériel financé par le budget participatif soit cédé à Airparif.

Un groupe d'une dizaine d'employés d'Airparif, de différents corps de métiers (métrologues, ingénieurs d'études, techniciens, infographiste et responsables communication), est engagé dans le projet. Comme « Respirons mieux dans le 20^e » n'est qu'un deuxième projet citoyen dans lequel s'investit Airparif⁴²³, ses missions ne sont pas clairement définies dans la convention. Ces dernières vont évoluer tout au long du projet. Les ingénieurs d'Airparif ont une triple mission : (1) sensibiliser les citoyens à la pollution de l'air, (2) acquérir les microcapteurs numériques et s'assurer de leur bon fonctionnement, (3) construire et implanter les neuf stations de mesure de la pollution de l'air. Par l'accumulation de toutes ces missions, le projet devient plus complexe et chronophage que ce qu'avaient initialement prévu les ingénieurs d'Airparif. Lors de

⁴²⁰ *Ibidem*.

⁴²¹ Ville de Paris. s. d. « Respirons mieux dans le 20^e », Budget participatif. Dernière consultation le 11 juin 2021. https://budgetparticipatif.paris.fr/bp/jsp/site/Portal.jsp?document_id=3821&portlet_id=158.

⁴²² Airparif. 2020. « Les projets participatifs. Les Franciliens, Airparif et la qualité de l'air ». Paris.

⁴²³ Le premier projet participatif d'Airparif a été « Lycéens, collégiens, prenons notre air en main ! ». Avec l'aide de leurs professeurs, les lycéens ont étudié tout au long de l'année scolaire 2017-2018 le problème de la pollution de l'air. L'objectif était de répondre à quatre questions : Quels sont les principaux polluants sur mon territoire ? ; Comment et par qui sont-ils émis ? ; Quels sont leurs impacts sur la santé, l'environnement et le climat ? ; Que puis-je faire ?

l'entretien, le directeur Partenariats, Communication et Digital à Airparif remarque qu'il :

« n'avait pas au départ imaginé que le projet demanderait autant d'effort en termes de temps humain. Et de toute façon, on ne pouvait pas être payé sur ce temps humain [...] C'était la première fois qu'on faisait ce type de projet. Vous êtes quand même là pour répondre aux attentes des citoyens qui ne sont pas forcément bien connus et définis au départ et ce n'était pas aussi défini du côté de la ville. C'est-à-dire qu'il y avait au fil du projet des questions, des besoins, des interrogations auxquels il a fallu répondre et c'est aussi la nature même de ce type de projet. Donc maintenant on essaie beaucoup plus de cadrer et de prévoir ce qu'on va faire et de compter un peu plus des forfaits en fonction du nombre de réunions publiques, en fonction voilà... d'un peu mieux qualifier ça pour que tout soit moins problématique »⁴²⁴.

Au départ, Airparif compte acheter les mini-stations de mesure de la pollution de l'air, prêtes à être installées dans le 20^e arrondissement de Paris. Cependant, très vite, les ingénieurs d'Airparif concluent qu'aucun capteur disponible sur le marché n'est suffisamment fiable pour à la fois mesurer les particules fines (PM_{2,5}) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ainsi, ils font le choix de fabriquer eux-mêmes les mini-stations de mesure de la pollution de l'air. Pour ce faire, ils achètent de manière séparée les microcapteurs de particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) « Neighborhood Particulate Monitor » de Met One Instruments et le microcapteur de dioxyde d'azote (NO₂) « Cairsens » d'ENVEA. Le montant de ces microcapteurs est bien plus important que celui des microcapteurs prévus pour les citoyens. Le prix du microcapteur « Neighborhood Particulate Monitor » s'élève à 3 600 euros l'unité et celui du microcapteur « Cairsens » à 1 100 euros l'unité. Au total, le coût du matériel pour neuf mini-stations de mesure de la pollution de l'air est de 45 900 euros. Le directeur Partenariats, Communication et Digital à Airparif raconte :

« On n'imaginait pas par exemple devoir fabriquer les mini stations nous-mêmes. On comptait les acheter toutes faites, et finalement, pour des raisons de

⁴²⁴ Entretien du 6 avril 2021, réalisé sur zoom avec le directeur Partenariats, Communication et Digital à Airparif.

fiabilité, on a préféré acheter les éléments et les monter nous-mêmes. Et c'est du temps aussi »⁴²⁵.

Dès le début du projet, il n'est pas prévu qu'Airparif analyse des données recueillies par les citoyens à l'aide de microcapteurs numériques. Son travail se concentre sur l'analyse des données enregistrées par les mini-stations de mesure de la pollution de l'air que les ingénieurs d'Airparif implantent, pour une durée d'un an, sur neuf sites dans le 20^e arrondissement de Paris : Cimetière Père Lachaise, Parc de Belleville, Rue Frédéric-Loliée, Stade Louis Lumière, Boulevard de Ménilmontant, Rue de Ménilmontant, Rue des Pyrénées, Place Saint-Fargeau et Porte de Bagnolet⁴²⁶. Avec un tel choix de sites, chaque quartier dispose (pendant la durée du projet) d'au moins une mini-station de mesure de la pollution de l'air.

Airparif a sélectionné les neuf sites en fonction de différents types d'environnements observés dans le 20^e arrondissement de Paris. Ce faisant, son objectif est de montrer que sa modélisation est fine et précise. La principale contrainte de l'installation des mini-stations est l'accès à un raccordement électrique dans un espace public. L'ex-chef de projet en médiation scientifique à Airparif, responsable de l'animation du projet « Respirons mieux dans le 20^e » indique :

« Il y en avait beaucoup qui pensaient que le 20^e c'était le plus pollué de Paris, que voilà... qu'ils n'avaient pas assez d'information à leurs yeux, donc du coup, on a mis d'autres appareils de mesure parce qu'on n'a pas de station fixe dans le 20^e. Et ça posait problème à certains en disant que... ils avaient peur qu'on ne soit pas capable de reconstituer la donnée sur leur territoire avec des campagnes de mesures ponctuelles et avec nos données de modélisation, etc. Du coup, on a rajouté les points de mesure pour leur montrer un peu la gamme de

⁴²⁵ Entretien du 6 avril 2021, réalisé sur zoom avec le directeur Partenariats, Communication et Digital à Airparif.

⁴²⁶ Airparif. 2019. « Respirons mieux dans le 20^e. Bulletin trimestriel #01 ». Paris.

concentration à laquelle ils étaient soumis et puis pour faire une comparaison par rapport à nos autres sites instrumentés dans Paris ».⁴²⁷

Les ingénieurs d’Airparif fondent le choix des sites d’implantation des mini-stations sur des aspects purement technico-scientifiques. Ils se sont positionnés comme l’institution experte en s’efforçant d’expliquer ces choix aux conseillers de quartier avec un succès limité. Plusieurs conseillers de quartier ont du mal à comprendre pourquoi Airparif leur a imposé le choix de sites d’implantation, alors qu’il s’agit d’un projet participatif. Une conseillère de quartier raconte :

« Alors Airparif au début, moi je n’étais pas trop d’accord avec eux, mais je pense qu’il manquait un peu de pédagogie dans la manière de nous expliquer les choses et du coup, moi je ne comprenais pas forcément tout et... donc il y a eu beaucoup de discussions autour de la localisation et c’est après que j’ai vraiment compris cette histoire de typologie des voies... J’ai compris leur choix. Parce qu’ils nous ont imposé les emplacements en fait, donc je ne comprenais pas pourquoi ils nous imposent alors que c’est notre projet, etc. »⁴²⁸.

Sous l’impulsion d’Airparif, le projet « Respirons mieux dans le 20^e » se précise et devient un projet de sensibilisation des citoyens à la pollution de l’air et non plus un projet de construction de nouvelles connaissances sur la pollution de l’air dans le 20^e, comme cela a été prévu au départ. Il apparaît de plus en plus clairement que les objectifs d’Airparif ne sont pas les mêmes que ceux des conseillers de quartier. Alors qu’Airparif compte légitimer sa propre modélisation de mesure de la pollution de l’air, le souhait des conseillers de quartier est de mesurer la pollution de l’air sur des sites les plus problématiques du 20^e arrondissement de Paris. Les conseillers de quartier sont alors particulièrement inquiets de la pollution de l’air pouvant être enregistrée sur la rue de Belleville, la rue de Bagnole, le chantier de la place Gambetta ou encore sur les équipements sportifs et les aires de jeux pour les enfants, situés pour bon nombre à proximité de grands axes routiers. La plupart de ces préoccupations est vite écartée par

⁴²⁷ Entretien du 20 janvier 2021, réalisé sur zoom avec l’ex-chef de projet en médiation scientifique à Airparif.

⁴²⁸ Entretien du 20 avril 2021, réalisé sur zoom avec la présidente de l’association Respirons mieux dans la ville.

les ingénieurs d’Airparif. La prise en compte de certaines de ces préoccupations, comme celle de l’implantation d’une mini-station sur la place Gambetta aurait pu produire de nouvelles données sur la pollution de l’air émise par les chantiers qui ne sont pas forcément pris en compte par la modélisation d’Airparif. Un des conseillers de quartier indique lors d’un entretien :

« [...] On voulait que les mini-stations soient placées à certains endroits et pas à d’autres par exemple. Sur justement la présence des enfants, je ne sais pas, les squares qui étaient à côté des grandes avenues... Alors il y a une sorte de compromis, l’aspect jeunesse a été “pris en compte”, un des enjeux c’était le stade Lumière qui est en bordure de périphérique... les équipements sportifs sont en bordure du périphérique, alors que justement on sait que le périphérique c’est polluant [...]. Mais sur d’autres aspects, on n’a pas eu un gain de cause, par exemple sur la rue de Bagnolet où il y avait un certain nombre de personnes qui y habitait, qui voulait vraiment qu’il ait une mini station par-là, par rapport à la place Gambetta où il y avait des gros travaux et donc ce lieu a été écarté parce que la Mairie n’en voulait pas en disant “c’est transitoire, on cherche à avoir quelque chose dans la durée”. En fait, beaucoup de problèmes viennent justement du transitoire (rire), c’est-à-dire que quand vous faites des travaux, vous modifiez la circulation, ça veut dire que les gens pendant deux ou trois ans vont souffrir de ce problème. Donc il y avait toute cette question-là qui était mise de côté, puisqu’il y avait un énorme embouteillage tout autour de la place Gambetta du fait de sa refondation et les capteurs, les mini stations ont finalement été repoussées très en amont sur la rue des Pyrénées et sur l’avenue Gambetta et normalement elles n’enregistraient pas ce phénomène »⁴²⁹.

« Respirons mieux dans le 20^e » est un exemple par excellence qui montre comment les projets citoyens sont pris dans un conflit entre les associations agréées de surveillance de la qualité de l’air et les acteurs privés. L’objectif de l’implantation des mini-stations n’est pas de produire des données alternatives aux données de surveillance réglementaire de la pollution de l’air dans le 20^e arrondissement de Paris. Il s’agit, au contraire, de reproduire les mêmes schémas de mesure de la pollution de l’air que ceux

⁴²⁹ Entretien du 29 janvier 2021, réalisé sur zoom avec le secrétaire de l’association Respirons mieux dans la ville.

employés dans le cadre de la surveillance réglementaire de la pollution de l'air pour légitimer la mesure d'Airparif. Ce faisant, les données de mesure produites par les mini-stations de mesure de la pollution de l'air servent à renforcer l'expertise et les cadrages institutionnels.

Dans le cadre du projet « Respirons mieux dans le 20^e », la sociologie est elle aussi prise dans ces conflits. Sans consulter l'avis des conseillers de quartier, les ingénieurs d'Airparif missionnent un psychologue social pour réaliser un suivi sociologique du projet « Respirons mieux dans le 20^e » visant à évaluer l'impact de l'usage de microcapteurs numériques sur le changement de comportement des participants. L'objectif d'Airparif est de savoir quel est l'« intérêt » de la mesure citoyenne de la pollution de l'air, sachant que, pour les ingénieurs d'Airparif, cette mesure n'apporte pas de nouveaux savoirs métrologiques. Au total, le psychologue social a réalisé une observation participante, avec 11 entretiens semi-directifs parmi les participants du projet et 469 questionnaires en ligne (diffusés au-delà du projet Respirons mieux dans le 20^e, à Paris et en Île-de-France). Avec un coût de 15 000 euros imputé sur le budget du projet « Respirons mieux dans le 20^e », ce suivi sociologique représente, tout au long du projet, une importante source de tensions entre les conseillers de quartier et les ingénieurs d'Airparif :

« Alors pour nous, c'était un sociologue qui était une commande d'Airparif ce qui nous a fait râler un peu au début. Normalement, le budget participatif c'est que de l'investissement. Pour nous, utiliser une part de l'investissement pour un sociologue, c'était forcément pas le budget d'investissement, c'était un budget de fonctionnement. Alors on n'avait rien contre qu'ils prennent un sociologue [mais cela s'est fait], sans [nous] avertir au préalable, ils ont demandé d'utiliser une partie de l'argent qui était destiné au projet pour prendre un sociologue, voilà. Après il était très bien le sociologue »⁴³⁰.

⁴³⁰ Entretien du 15 janvier 2021, réalisé sur zoom avec le co-fondateur et trésorier de l'association Respirons mieux dans la Ville, membre du Conseil de quartier Belleville du 20^e arrondissement de Paris.

3. La mesure citoyenne de la pollution de l'air

Afin de pouvoir animer le projet au même titre qu'Airparif, les conseillers de quartier décident de fonder une association. Il n'est pas requis dans le cadre de projets financés par le budget participatif qu'un projet soit animé par une association. Cependant, la Mairie du 20^e arrondissement redoute que les conseillers de quartier prennent trop de place sur la scène politique et réclame que le projet soit géré, non pas au titre personnel des conseillers de quartier, mais associatif. Le 28 juillet 2018 est créée l'association « Respirons mieux dans la ville ». Son objectif est de coanimer le projet « Respirons mieux dans le 20^e » et, au-delà, de mettre en œuvre les actions de lutte contre la pollution de l'air à Paris⁴³¹. Sa gestion est assurée par trois conseillers de quartier, impliqués dès le début dans la mise en place du projet « Respirons mieux dans le 20^e » : une juriste d'un des grands établissements d'enseignement supérieur et de recherche français, un ex-statisticien de l'Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE) et un conseiller indépendant en transition écologique. Lors de sa création, les conseillers de quartier intéressés par le projet sont invités à rejoindre la nouvelle association. Elle est alors intégrée par quelques conseillers de quartier non impliqués dans le projet, mais proches de la Mairie du 20^e. L'un des conseillers raconte lors d'un entretien :

« La Mairie [du 20^e arrondissement] [...] considérait que ça devait être Airparif qui devait animer le projet, sachant qu'Airparif ne voulait pas animer ce projet. Nous, on voulait le faire, mais elle [la Mairie] nous a imposé le fait que pour animer ce projet il fallait que ce soit une association. Donc, on a monté une association où d'ailleurs [...] la Mairie du 20^e a envoyé quelques personnes à elle pour venir créer avec nous une association. Il y a eu quatre, cinq personnes qui ont été envoyées par la Mairie [...], mais ils ne sont pas restés très longtemps et on ne les a pas beaucoup vus. Donc, c'était une façon de vouloir contrôler [...] ce que font les habitants, ce que font des associations, etc. »⁴³².

⁴³¹ Journal officiel de la République Française, n° 31 du 4 août 2018, annonce n° 1256.

⁴³² Entretien du 15 janvier 2021, réalisé sur zoom avec le co-fondateur et trésorier de l'association Respirons mieux dans la Ville, membre du Conseil de quartier Belleville du 20^e arrondissement de Paris.

Peu après le vote au budget participatif, Airparif et « Respirons mieux dans la Ville » prévoient une réunion publique dans le 20^e arrondissement pour présenter le projet aux habitants. Après la réunion, ils sont approchés par deux enseignants-chercheurs intéressés par le projet. Il s'agit d'une maîtresse de conférences en Climatologie à l'Université Paris Diderot et d'un maître de conférences en physique à l'Université de Sorbonne. Ils proposent de s'associer au projet pour accompagner les citoyens dans la mesure de la pollution de l'air. Ils sont tous les deux membres fondateurs d'AirCitizen, un collectif d'enseignants chercheurs et d'artistes fondé en 2017 pour développer la recherche participative sur la qualité de l'air (**tableau 21**). Ce collectif estime que la pollution de l'air est surveillée de manière relativement fine à Paris. Cependant, il manque, d'après eux, l'information individuelle et localisée en temps réel sur l'exposition à la pollution de l'air qui ne peut être fournie par Airparif *via* la modélisation. Le maître de conférences en physique indique dans une vidéo disponible sur la chaîne YouTube des Acteurs du Paris durable :

« La qualité de l'air est très surveillée à Paris, mais pour nous il manque deux choses. Une information locale et individuelle sur la qualité de l'air. Quelle est la pollution à laquelle on est exposé ? Le modèle ne va pas prévoir le fumeur que l'on va rencontrer dans la rue ou la voiture ou le deux-roues qui va passer juste devant vous, ni le vent qui va amener la pollution dans vos narines. Cette information, c'est celle-là qu'on essaie de collecter à travers des balades avec les habitants. On présente la qualité de l'air, quels sont les polluants, le réseau d'Airparif, les outils de modélisation et pourquoi est-ce que c'est intéressant de mesurer la qualité de l'air avec des capteurs individuels »⁴³³.

⁴³³ Acteurs du Paris Durable. s. d. « AirCitizen ». Dernière consultation le 15 septembre 2021. <https://www.youtube.com/watch?v=G1q3Dkit1rs>.

Tableau 21 - Le collectif AirCitizen

Le collectif Aircitizen a été créé à la suite du projet « Open Air » dont le but était de produire le prototype d'un microcapteur en Open Source permettant d'améliorer les connaissances spatiales sur la pollution de l'air⁴³⁴. Ce prototype a été conçu et réalisé au Fablab de Sorbonne Université, un atelier de fabrication numérique et de prototypage rapide d'objets physiques ou électroniques⁴³⁵. Ce dernier est équipé d'imprimantes 3D et de machines-outils, disponibles en libre accès aux étudiants, enseignants-chercheurs et au grand public pour élaborer leurs projets personnels (scientifiques, artistiques ou ludiques). Après avoir élaboré un prototype du microcapteur, le collectif décide d'organiser, lors de la Fête de la Science de 2015 au Fablab de Sorbonne Université, un atelier de construction des microcapteurs qui sera ouvert aux citoyens⁴³⁶. Cet atelier sera renouvelé en 2016 avec, cette fois, un nouveau prototype du microcapteur.

En 2017, le collectif est rejoint par une Maîtresse de conférences en Sciences de la Communication à l'Université de Lille faisant partie du projet « Citoyens Capteurs », un projet porté par le Labo Citoyen visant à impliquer les citoyens dans la production des données de mesure de la pollution de l'air, mises à disposition dans un « data store » avec l'autorisation de leurs « publicisations » et « réappropriations sous différentes formes »⁴³⁷. Elle invite en 2018 le collectif AirCitizen à la rejoindre dans sa résidence MuséoCamp à la Cité des sciences et de l'industrie. AirCitizen met alors en place, en collaboration avec des médiateurs de la Cité des sciences et de l'industrie, des ateliers de construction des microcapteurs, des carto-balades et des balades sensibles.

AirCitizen coanime, entre janvier et décembre 2019, le projet « Respirons mieux dans le 20^e », un projet de mesure citoyenne de la pollution de l'air dans le 20^e arrondissement de Paris, financé dans le cadre du budget participatif de 2017 de la ville de Paris. Le collectif AirCitizen avait accompagné alors les citoyens dans la prise en main de microcapteurs numériques et co-organisé, en collaboration avec l'association « Respirons mieux dans la Ville », les balades de mesure de la pollution de l'air dans le 20^e. La même année, Aircitizen met en place des ateliers de construction des microcapteurs de particules fines (PM_{2,5} et PM₁₀) qui se déroulent le 24 juillet et le 20

⁴³⁴ Science Ensemble. s. d. « AirCitizen ». Dernière consultation le 6 septembre 2021. <https://www.science-ensemble.org/projets/aircitizen>.

⁴³⁵ FabLab Sorbonne Université. 2020. « Présentation du FabLab Sorbonne Universités ». Dernière consultation le 7 septembre 2021. <https://sciences.sorbonne-universite.fr/faculte/ufr-instituts-observatoires-ecoles/fablab-su>.

⁴³⁶ Madelin, Malika et Vincent Dupuis. s. d. « Open Air », FabLab Sorbonne Universités. Dernière consultation le 7 septembre 2021. <https://fablab.sorbonne-universite.fr/wiki/doku.php?id=wiki:projets:open-air>.

⁴³⁷ Cole, Judith. 2013. « Pour un Internet des Objets citoyen : vers une intelligence collective environnementale », Citoyen capteur. Dernière consultation le 6 juillet 2022. <https://citoyenscapteurs.net/2013/04/09/pour-un-internet-des-objets-citoyens-vers-une-intelligence-collective-environnementale/>.

septembre 2019 à la Maison des Acteurs du Paris durable et le 7 décembre 2019 au FabLab Sorbonne Université⁴³⁸. Les trois ateliers font partie du projet « Mesurons la qualité de l'air à Paris ! », lauréat de l'appel à projet « Partage de la culture scientifique » 2019 de la ville de Paris. À l'issue de l'atelier, les participants sont repartis avec les microcapteurs élaborés au cours de l'atelier en acceptant, en contrepartie, de partager par la suite leurs mesures avec AirCitizen.

Le partenariat avec les deux membres du collectif AirCitizen convient à Airparif. Il le décharge d'une grande partie de l'animation du projet, notamment de l'organisation des balades de mesure citoyenne de la pollution de l'air. Afin d'encadrer ce partenariat, Airparif prend la décision de signer une convention avec le collectif AirCitizen qui se charge alors de former les citoyens à l'approche scientifique de la pollution de l'air, de les accompagner dans l'usage de microcapteurs numériques et d'organiser les balades urbaines de mesure de la pollution de l'air. AirCitizen demande en contrepartie la possibilité de récupérer les données de mesure de la pollution de l'air qui seraient produites tout au long du projet par les citoyens. Lors de l'entretien, le directeur Partenariats, Communication et Digital à Airparif explique :

« [...] AirCitizen, on leur a demandé d'assurer la réalisation des balades urbaines. Donc c'était un travail en soit, travail qui en plus n'était pas rémunéré, puisque comme je vous disais, l'échange c'était qu'ils puissent récupérer les données et aussi, de ce fait, alimenter leur matériel scientifique sur la base de ces données-là, et il y avait bien évidemment le fait de les citer dans les travaux et réciproquement. [...] Quand on fait ce genre de choses, ça demande quand même de s'entendre dès le début sur ce que les uns et les autres doivent faire et sur les engagements réciproques des uns et des autres. Donc ça, ça passe par une convention, voilà »⁴³⁹.

⁴³⁸ AirCitizen. s. d. « Bienvenue sur le wiki du projet AirCitizen », Mesures citoyennes de la qualité de l'air. Dernière consultation le 6 juillet 2022. <http://aircitizen.org/wiki/doku.php>.

⁴³⁹ Entretien du 6 avril 2021, réalisé sur zoom avec le directeur Partenariats, Communication et Digital à Airparif.

Quatre sessions du projet « Respirons mieux dans le 20^e », d'une durée de deux à quatre mois, sont organisées entre le 1^{er} janvier et le 1^{er} décembre 2019⁴⁴⁰. Au total, ce sont plus de cent-vingts citoyens qui participent au projet. Le suivi sociologique révèle que les citoyens recrutés dans le projet sont préoccupés par la santé environnementale et, pour la plupart, mobilisés sur le problème de la pollution de l'air⁴⁴¹, qui constitue, pour eux, un problème majeur de santé publique. Les participants au projet considèrent être fortement exposés à la pollution de l'air dans le 20^e arrondissement de Paris⁴⁴². Ils jugent que les politiques municipales, se concentrant sur la gestion des pics de pollution, sont insuffisantes à protéger la population de l'exposition chronique à la pollution de l'air, bien plus néfaste pour la santé⁴⁴³. Lors d'un entretien, le psychologue social remarque qu'Airparif a souhaité sensibiliser le public – qui l'était déjà – au problème de la pollution de l'air. Le psychologue social indique :

« Je pense aussi qu'il y a une grosse limite qui est le recrutement des participants, parce que dans ces expérimentations, il n'y a que des militants, soit de l'associatif [...] et effectivement là, c'est le cas. On n'a aucun automobiliste pratique, on n'a aucun individu qui nie le problème de la pollution. Ils sont tous inquiets de la crise écologique. C'est un groupe spécial, c'est un groupe particulier à l'intérieur duquel on a pioché les participants. C'est un vrai problème. Pas tant parce que ce n'est pas intéressant de les avoir, mais parce qu'il serait intéressant de savoir comment les autres réagissent aussi, notamment en termes de sensibilisation. Nous, on a aucun effet de la sensibilisation, parce

⁴⁴⁰ La 1^{re} session a été organisée entre le 1^{er} janvier et le 28 février 2019, la 2^e session entre le 1^{er} mars et le 15 mai 2019, la 3^e session entre le 16 mai et le 15 septembre 2019 et la 4^e session entre le 16 septembre et le 1^{er} décembre 2019.

⁴⁴¹ Brisbois, Xavier *et al.* 2020. « Suivi de l'expérimentation "Respirons mieux dans le 20^e" ». Paris.

Le suivi sociologique réalisé dans le cadre du projet « Respirons mieux dans le 20^e » ne donne pas plus d'informations sur le profil sociologique des participants, notamment la catégorie socio-professionnelle des participants, leur âge, leur sexe, leur niveau de diplôme, etc. Dans le cadre de mon enquête de terrain, je n'ai pas réussi à obtenir des informations complémentaires sur le profil sociologique des participants, car les gestionnaires administratifs du projet ont jugé qu'elles relèvent du domaine de la protection des données personnelles.

⁴⁴² *Ibidem.*

⁴⁴³ *Ibidem.*

qu'ils sont tous ultra sensibilisés. Du coup, on ne sait pas ce que ça donne sur des publics qui ne sont pas trop conscients du problème»⁴⁴⁴.

Chaque session du projet « Respirons mieux dans le 20^e » débute par une réunion qui se déroule à la Mairie du 20^e arrondissement de Paris. Elle a pour objectif de « former » les citoyens à la pollution de l'air. Lors de cette réunion, Airparif présente le dispositif réglementaire de surveillance de la qualité de l'air en Île-de-France, en mettant l'accent sur les polluants surveillés et leurs sources de pollution. Quant au collectif AirCitizen, les deux enseignants-chercheurs impliqués dans le projet expliquent aux citoyens comment prendre en main des microcapteurs de mesure de la pollution de l'air, s'en servir quotidiennement et transcrire leurs observations. Après la réunion, chaque participant récupère un microcapteur de mesure de la pollution de l'air, accompagné d'un « carnet d'observation » préparé par le collectif AirCitizen. Dans ce carnet, les citoyens retrouvent un ensemble de recommandations concernant la prise en main de microcapteurs, la mesure individuelle de la pollution de l'air et la transcription de leurs observations. Ensuite les citoyens débutent leur propre mesure de la pollution de l'air. Cette mesure individuelle est accompagnée de trois à quatre balades de mesure de la pollution de l'air par session. Quant aux ingénieurs d'Airparif, ils démarrent les neuf mini-stations de mesure de la pollution de l'air implantées dans le 20^e arrondissement de Paris.

Les citoyens ont le choix entre deux modèles de microcapteurs qui ont été sélectionnés par Airparif : Airbeam2 (**figure 12**) et AirVisual Pro (**figure 13**). Airbeam2 est un microcapteur de mesure de la pollution de l'air qui a été conçu par HabitatMap, association à but non lucratif, créée en 2006 par des militants environnementaux à Brooklyn⁴⁴⁵. Son prix est de 249 dollars l'unité⁴⁴⁶. Ce microcapteur peut être utilisé de

⁴⁴⁴ Entretien du 5 mai 2021, réalisé sur zoom avec le psychologue social responsable du suivi sociologique du projet « Respirons mieux dans le 20^e ».

⁴⁴⁵ HabitatMap. s. d. « History & People ». Dernière consultation le 23 juin 2021. <https://www.habitatmap.org/about/history>.

Le premier projet porté par HabitatMap a été la production de cartographies des sites contaminés et des installations dangereuses à proximité de Newtown Creek, un estuaire situé à New York sur l'île de Long Island où s'accumule de longue date la pollution industrielle. Leur objectif était alors d'appuyer les habitants dans la construction de leur plaidoyer. HabitatMap, encouragés par des effets de leurs

manière fixe ou portative pour mesurer des particules fines (PM₁, PM_{2,5} et PM₁₀), de la température et de l'humidité⁴⁴⁷. Des mesures effectuées à l'aide de ce microcapteur peuvent être partagées sur la plate-forme open source AirCasting, une carte participative de la pollution de l'air en temps réel. Elle vise à aider les communautés défavorisées dans la construction de leur plaidoyer auprès des autorités publiques. Ce microcapteur a déjà fait ses preuves en 2016 dans le cadre du projet Ambassad'Air, un projet de mesure citoyenne de la pollution de l'air à Rennes⁴⁴⁸.

Quant à l'AirVisual Pro, il s'agit d'un microcapteur de mesure de la pollution intérieure développé par IQAir, société suisse qui, créée en 1960, se spécialise dans la production de purificateurs d'air et de microcapteurs numériques⁴⁴⁹. Son prix est de 269 dollars à l'unité⁴⁵⁰. Il mesure le dioxyde de carbone (CO₂), les particules fines (PM_{2,5}), la température et l'humidité en air intérieur⁴⁵¹. Les conseillers de quartier ne participent pas à la sélection de ces deux microcapteurs. Pour le secrétaire de l'association « Respirons mieux dans la ville », le choix de ces microcapteurs a été purement technique, relevant de compétences d'Airparif. Il raconte lors d'un entretien :

« [...] c'était un aspect très technique, donc Airparif là ils ont été très bons, puisqu'ils ont fait... Ils ont créé un laboratoire ou un appel à concours où tous

cartographies sur l'action publique, ont développé en 2011 une plate-forme open source AirCasting et, quatre ans plus tard, une première version du microcapteur Airbeam.

⁴⁴⁶ HabitatMap. s. d. « Buy it now ». Dernière consultation le 23 juin 2021. <https://www.habitatmap.org/airbeam/buy-it-now>.

⁴⁴⁷ HabitatMap. s. d. « How it works ». Dernière consultation le 23 juin 2021. <https://www.habitatmap.org/airbeam/how-it-works>.

⁴⁴⁸ Wiki Rennes métropole. s. d. « Ambassad'Air ». Dernière consultation le 16 juin 2021. <http://www.wiki-rennes.fr/Ambassad%27Air>.

⁴⁴⁹ Contrairement à HabitatMap, IQAir est une multinationale, fondée dans les années 1960 par deux frères allemands pour commercialiser un système de filtration d'air pour les fours à charbon résidentiels. Aujourd'hui, IQAir est un spécialiste de la production des purificateurs d'air et, plus récemment, des microcapteurs de la pollution de l'air : AirVisual Pro.

⁴⁵⁰ IQAir. s. d. « AirVisual Pro. Buy ». Dernière consultation le 23 juin 2021. <https://www.iqair.com/fr/air-quality-monitors/airvisual-pro/buy>.

⁴⁵¹ IQAir. s. d. « AirVisual Pro. Tech specs ». Dernière consultation le 23 juin 2021. <https://www.iqair.com/fr/support/tech-specs/airvisual-pro>.

les constructeurs pouvaient déposer les capteurs qu'ils ont analysé, ils les ont testés selon une grille de critères, comme dans l'appel d'offres »⁴⁵².

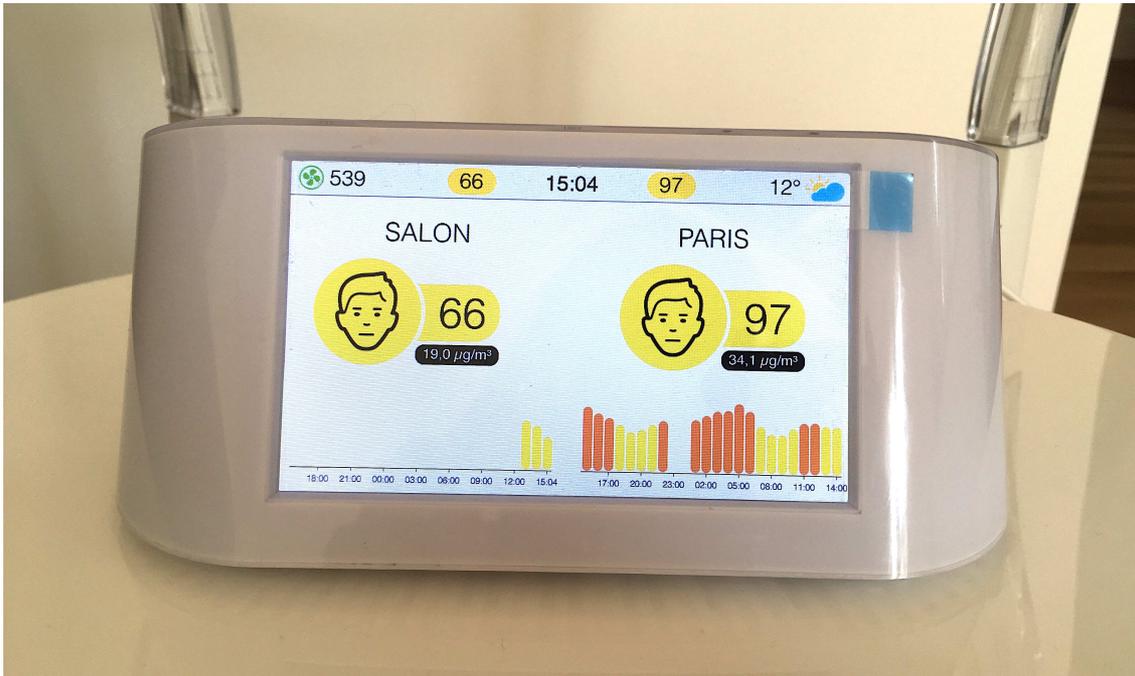
Figure 12 - Microcapteur Airbeam2⁴⁵³



⁴⁵² Entretien du 29 janvier 2021, réalisé sur zoom avec le cofondateur et le secrétaire de l'association Respirons mieux dans la ville.

⁴⁵³ Photographie personnelle du 18 mai 2019.

Figure 13 - Microcapteur AirVisual Pro⁴⁵⁴



Ces deux modèles de microcapteurs ne sont pas choisis par Airparif au hasard. Ils ont été évalués par Airlab, laboratoire de l'innovation pour la qualité de l'air placé sous l'autorité du Conseil d'Administration d'Airparif, dans le cadre du « challenge microcapteurs ». Ce « challenge microcapteurs » est une évaluation de la performance des microcapteurs, réalisée par un jury d'experts indépendant, en fonction de cinq principaux paramètres : l'exactitude, l'ergonomie, le nombre et l'intérêt des polluants mesurés, la portabilité et le coût⁴⁵⁵. Sa première édition a été mise en place par Airlab dans un contexte de développement sans précédent du marché des microcapteurs⁴⁵⁶. Lors de ce challenge, les microcapteurs Airbeam2 et AirVisual Pro ont reçu de très bonnes évaluations. Airbeam 2 a été jugé « excellent » pour la mesure de la pollution de

⁴⁵⁴ Photographie personnelle du 23 mars 2019.

⁴⁵⁵ Le jury d'experts du « challenge microcapteurs 2019 » a été composé d'Airparif, d'ATMO Auvergne-Rhône Alpes, d'ATMO Grand Est, d'ATMO Hauts-de-France, d'ATMO Normandie, du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, du Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (EMPA), de la Fédération Interprofessionnelle des Métiers de l'Environnement Atmosphérique (FIMEA), de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur, de Veolia, de l'Agence française du Développement, de l'Organisation mondiale de la Météorologie, d'Engie, de l'Électricité de France (EDF), du Réseau des partenaires de recherche de la Région Île-de-France DIM QI², du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives.

⁴⁵⁶ Airlab. 2020. « Challenge microcapteurs 2019 ». Paris : Airparif.

l'air intérieur, et très bon pour la mesure mobile (à pied ou en vélo) de la pollution extérieure (PM₁, PM_{2,5} et PM₁₀). En revanche, les experts considèrent que ce microcapteur n'est plus aussi fiable en mesure fixe de la pollution de l'air extérieur, en particulier des particules (PM₁₀). AirVisual Pro permet de réaliser de son côté des mesures fixes de l'air intérieur jugées « excellentes » pour le dioxyde de carbone (CO₂) et « très bonnes » pour les particules (PM_{2,5}), et moins bonnes pour l'air extérieur⁴⁵⁷. Les deux microcapteurs étaient aussi de rares modèles pour lesquels le partage des données de mesure de la pollution de l'air avec les constructeurs n'était qu'optionnel. C'est un point auquel Airparif tenait particulièrement compte dans le choix des microcapteurs afin de garantir la protection des données personnelles. L'ex-chef de projet en médiation scientifique à Airparif explique lors d'un entretien :

« C'était un point de vigilance extrême sur le RGPD [Règlement général sur la protection des données de l'Union européenne] pour être sûr qu'ils puissent faire des mesures sans qu'on récupère leurs données. Donc ça a été assez simple avec le NOD [AirVisual Pro], c'était celui en air intérieur... ça fonctionnait bien, sur celui en air extérieur c'était un peu plus... il y avait une manipulation à faire, mais on a pu faire ça, parce que sinon ils récupéraient les données »⁴⁵⁸.

Au total, Airparif achète 70 microcapteurs de mesure de la pollution de l'air, 40 microcapteurs Airbeam2 et 30 microcapteurs AirVisual Pro. Avant d'être transmis aux citoyens, les ingénieurs d'Airparif contrôlent ces microcapteurs pour vérifier si aucun n'est défectueux. Ils répètent cette opération avant le début de chaque nouvelle session du projet, car certains microcapteurs, après plusieurs utilisations ne fonctionnent plus correctement. Le problème le plus courant est l'affichage d'un masque à gaz avec des niveaux de particules fines (PM_{2,5}) de plus de 250µg/m³, niveaux équivalents à un pic de pollution en Inde. Ces microcapteurs défectueux ont été retirés par les ingénieurs d'Airparif de la circulation avant le début de chaque session. Le directeur Partenariats, Communication et Digital à Airparif remarque lors d'un entretien :

⁴⁵⁷ Airlab. 2018. « Challenge microcapteurs 2018 ». Paris : Airparif.

⁴⁵⁸ Entretien du 20 janvier 2021, réalisé sur zoom avec l'ex-chef de projet en médiation scientifique à Airparif.

« On vérifiait rapidement les capteurs quand ils arrivaient pour s'assurer qu'ils fonctionnaient avant de les mettre sur le terrain »⁴⁵⁹.

J'apprends, lors de la réunion initiale du projet, que le microcapteur Airbeam2 ne fonctionne qu'avec le système d'exploitation mobile Android. Comme j'ai à ma disposition un téléphone mobile avec un système d'exploitation mobile concurrent, je suis contrainte de choisir le microcapteur AirVisual Pro, ne permettant que la mesure de la pollution de l'air intérieur. Je ne suis pas la seule dans ce cas. J'installe le microcapteur AirVisual Pro dans mon salon à un endroit non ensoleillé, loin de sources directes de chaleur et d'humidité (cuisine, salle de bain, cheminée, radiateurs, etc.) qui pourraient interférer avec la mesure et induire la surestimation des niveaux des particules fines (PM_{2,5}). L'interface de ce microcapteur est relativement simple d'utilisation : elle indique la qualité de l'air intérieur en fonction de l'index de la qualité de l'air, un outil qui indique par le code couleur à quel point l'air est pollué. L'utilisateur a le choix entre l'index de la qualité de l'air pour les particules fines (PM_{2,5}) américain (conçu par l'Environmental Protection Agency (EPA)), ou l'index chinois. Je sélectionne l'index américain avec la valeur limite annuelle pour les particules fines (PM_{2,5}) de 12µg.m³. Ces normes sont plus strictes que les normes européennes pour les PM_{2,5} fixées à 20µg.m³.

Selon l'index américain, la qualité de l'air est « bonne » en-dessous de 12µg.m³, « modérée » de 12,1 à 35,4µg.m³, « mauvaise pour les groupes sensibles » de 35,5 à 55,4µg.m³, « mauvaise pour la santé » de 55,5 à 150,4µg.m³, « très mauvaise pour la santé » de 150,5 à 250,4µg.m³ et « dangereuse » au-delà de 250,5µg.m³⁴⁶⁰. Chacune de ces catégories dispose d'un code couleur associé. IQAir a rajouté à ce mode d'affichage l'image d'un bonhomme qui devient graduellement plus inquiet et plus masqué. Airvisual Pro dispose également d'un mode d'affichage qui indique la pollution de l'air extérieur, telle qu'enregistrée au même moment par la station réglementaire de mesure la plus proche. Ce mode d'affichage m'a permis de voir, à la fois, comment les PM_{2,5}

⁴⁵⁹ Entretien du 6 avril 2021, réalisé sur zoom avec le directeur Partenariats, Communication et Digital à Airparif.

⁴⁶⁰ Environmental Protection Agency. 2012. « Revised air quality standards for particle pollution and updates to the air quality index (AQI) ».

évoluent à l'intérieur de mon logement en fonction de mes différentes activités (cuisine, ménage, aération, etc.), mais aussi en fonction de la pollution de l'air extérieur.

Très vite, les participants débute leur propre mesure de la pollution de l'air. Ils peuvent, en fonction du microcapteur qui leur a été distribué (AirVisual Pro ou Airbeam2), mesurer de manière fixe la pollution de l'air intérieur ou de manière mobile lors de leurs déplacements et activités quotidiennes. Comme à chaque session il y a plus de microcapteurs que de participants, certains citoyens récupèrent les deux types de microcapteur. Sur le conseil d'AirCitizen, je branche le microcapteur AirVisual Pro dans mon salon à une source constante d'alimentation électrique. L'objectif est de maintenir la mesure en « mode continu »⁴⁶¹ pour que les données (l'horaire, les PM_{2,5}, le CO₂, la température et l'humidité) soient collectées toutes les dix secondes. Il faut donc éviter que le microcapteur, pour économiser la batterie et prolonger la durée de vie du microcapteur, passe en « mode par défaut » qui, après dix minutes d'inactivité, enregistre la donnée toutes les cinq minutes et, une fois l'écran verrouillé, toutes les quinze minutes. Après avoir installé mon microcapteur, je poursuis la mesure de la qualité de l'air dans mon logement tout au long de la session.

Comme dans de nombreux cas d'études (Gabrys *et al.*, 2016 ; Shapiro, 2015 ; Ottinger, 2010), le projet de mesure citoyenne de la pollution de l'air ne se réduit pas à la seule production de données numériques. Ces données sont accompagnées d'un ensemble de remarques et d'observations des citoyens permettant à AirCitizen d'analyser de manière fine les données. AirCitizen recommande de marquer, pour la mesure de la pollution de l'air intérieur, un ensemble d'activités (l'aération, la cuisine, le ménage, l'utilisation de bougies ou encens, la pause cigarette, etc.) qui pourrait entraîner une augmentation de particules fines (PM_{2,5}). Comme d'autres participants, je remarque que ce ne sont pas seulement mes propres activités qui ont un impact sur la qualité de l'air dans mon logement, mais également celles de mes voisins. Mon microcapteur enregistre alors d'importantes variations de particules fines (PM_{2,5}) à

⁴⁶¹ IQAir. s. d. « How often does the AirVisual Pro's sensor take measurements? What is the difference between "Continuous" and "Default" mode? », AirVisual Pro. Dernière consultation le 25 juin 2021. <https://support.iqair.com/en/articles/3029368-how-often-does-the-airvisual-pro-s-sensor-take-measurements-what-is-the-difference-between-continuous-and-default-mode>.

l'intérieur de mon logement au moment de la cuisine et la pause cigarette de mon voisin dont la fumée se déplaçait par les conduits d'aération de l'immeuble.

Quant à l'usage de microcapteurs Airbeam2, il n'y a pas non plus de protocole strict de mesure de la pollution de l'air extérieur. Ainsi, l'usage de ces microcapteurs est très différent pour chaque citoyen. Certains participants mesurent la pollution de l'air lors de leurs déplacements à pied, d'autres à vélo ou en transport en commun. Durant la première session, Aircitizen a récupéré 658 sessions (473 heures) de mesure de la pollution de l'air extérieur, la deuxième 829 sessions (545 heures) de mesure, la troisième 642 sessions (500 heures) de mesure et la quatrième 636 sessions (460 heures) de mesure⁴⁶². Aircitizen a montré qu'une grande partie de ces données a été réalisée par un petit groupe de personnes, très impliqué dans le projet. Ils ont participé à trois ou quatre sessions de mesure de la pollution de l'air.

Parmi ce groupe de personnes, je rencontre Pierre, membre des conseils de quartier du 20^e arrondissement de Paris, statisticien et contrôleur de gestion des données à la retraite. Il fait partie des participants très impliqués dans le projet. Il participe aux quatre sessions de mesure de la pollution de l'air. Statisticien à la retraite, il a mis en place son propre protocole de mesure de la pollution de l'air dans le 20^e. Ainsi, il réalise quasiment tous les jours une balade de mesure de la pollution de l'air sur le même itinéraire. En fonction de ses disponibilités, il réalise ses balades à différents moments de la journée. Au total, il effectue cinq itinéraires différents, d'une distance d'au moins trois kilomètres, répartis sur quatre sessions du projet. Ces itinéraires sont prévus de manière à parcourir les différentes zones, y compris les polluées, du 20^e arrondissement

⁴⁶² AirCitizen. s. d. « Restitution sur les mesures des micro-capteurs. Expérimentation "Respirons mieux dans le 20^e", séquence 1. ». Dernière consultation le 15 septembre 2021. http://www.aircitizen.org/documents/rm20e_seq1/assets/player/rm20e_seq1.html#0 ; AirCitizen. s. d. « Restitution sur les mesures des micro-capteurs. Expérimentation "Respirons mieux dans le 20^e", séquence 2. ». Dernière consultation le 20 septembre 2021. http://www.aircitizen.org/documents/rm20e_seq2/assets/player/KeynoteDHTMLPlayer.html#1 ; AirCitizen. s. d. « Restitution sur les mesures des micro-capteurs. Expérimentation "Respirons mieux dans le 20^e", séquence 3. ». Dernière consultation le 20 septembre 2021. http://www.aircitizen.org/documents/rm20e_seq3/assets/player/KeynoteDHTMLPlayer.html#0 ; AirCitizen. s. d. « Restitution sur les mesures des micro-capteurs. Expérimentation "Respirons mieux dans le 20^e", séquence 4. ». Dernière consultation le 20 septembre 2021. http://www.aircitizen.org/documents/rm20e_seq4/assets/player/KeynoteDHTMLPlayer.html#0.

de Paris. Pierre effectue au total 217 balades, équivalentes à 146,53 heures de mesure de la pollution de l'air et 568,409 kilomètres parcourus (**tableau 22**). Lors de l'entretien, il m'explique qu'il mémorise ses trajets pour consigner ensuite ses observations dans un tableau Excel qu'il a lui-même préparé. Il y transcrit la date, l'heure, la durée, la distance de la balade, la température, le taux d'humidité de l'air, la météo, la densité de la circulation et le niveau de pollution de l'air. Il explique lors d'un entretien :

« Je me suis fait des petits résumés sur Excel, j'avais donc mon parcours, mes métadonnées, le contexte de météo qu'il y avait ce jour-là. Ça c'est très important, ça faisait je dirais la base, et puis après en fonction du parcours, je vérifiais régulièrement ce qu'on pouvait lire en fonction de l'historique. Je regardais tout de suite s'il y avait des points à ce moment. J'essayais de voir quelle était la cause de la pointe, de la mémoriser et après je la restituais dans mon petit tableur. Je faisais la mémorisation du parcours avec tous les incidents, ça durait à peu près 40/45 minutes, c'est de la gymnastique quoi, mais bon [...] quand vous connaissez un parcours, vous savez quels sont les endroits qui vont être pollués, des causes qui peuvent interférer, des phases de ventilation ou pas, ça permet de documenter »⁴⁶³.

Tableau 22 - Récapitulatif des balades de Pierre⁴⁶⁴

N° session	Période de la mesure	Nombre de balades	Durée totale	Distance parcourue
1	17 décembre - 22 mars 2019	69	46,9 h	182,392 km
2	28 mars - 18 mai 2019	47	28,08 h	110,29 km
3	17 juin - 17 septembre 2019	61	44,32 h	167,71 km
4	6 octobre - 26 novembre 2019	25	17,65 h	69,716 km
5	17 octobre - 25 novembre 2019	15	9,58 h	38,301 km
Total		217	146,53 h	568,409 km

Virginie, habitante du 20^e et architecte, est une autre citoyenne très impliquée dans le projet. Elle rejoint « Respirons mieux dans le 20^e » à la deuxième session du projet pour participer au total à trois sessions de mesure de la pollution de l'air. Elle est l'une des citoyennes à avoir récupéré deux microcapteurs de mesure de la pollution de

⁴⁶³ Entretien du 29 janvier 2021, réalisé sur zoom avec le secrétaire de l'association Respirons mieux dans la ville.

⁴⁶⁴ Tableau réalisé à partir des tableaux Excel de Pierre.

l'air. Elle installe le premier, AirVisual Pro, dans son appartement pour produire en continu la donnée de la pollution de l'air. Elle utilise le second, Airbeam, pour mesurer la pollution de l'air à laquelle elle est exposée lors de ses déplacements quotidiens à vélo. Virginie dit être très sensible au diesel qui déclenche chez elle très régulièrement des brûlures de l'œsophage. Ainsi, elle souhaite mesurer la pollution de l'air émise par des pots d'échappement qui la rend malade. Elle m'explique lors d'un entretien :

« Je suis très sensible au diesel [...]. J'ai l'impression d'avoir des remontées gastriques. Si je suis en pleine forme, ça va durer cinq, dix minutes et puis ça va passer, mais si j'ai été plusieurs fois sujette à ça, les dernières semaines, bah ça ne passe pas, ça continue pendant des heures, voire des jours »⁴⁶⁵.

Virginie utilise le microcapteur Airbeam2 plusieurs fois par jour à vélo lors de son aller-retour au travail et de ses déplacements professionnels sur les chantiers. Elle est architecte, et mesure aussi de manière ponctuelle la pollution de l'air sur les chantiers extérieurs, notamment lors de la phase de la démolition. Elle s'est donné pour objectif de produire le plus de données possibles afin de les transmettre à AirCitizen pour l'analyse. Comme Virginie mesure la pollution de l'air à vélo, elle enregistre l'ensemble de ses observations dans l'application mobile à la fin de son trajet. Elle raconte lors d'un entretien :

« À l'époque j'étais à Paris et j'utilisais le vélo tous les jours et c'est vrai que c'est quelque chose que je pouvais faire, de le mettre en marche au moment où je prenais mon vélo, j'avais toutes les données... Alors ce n'est peut-être pas aussi pertinent pour eux [AirCitizen] que celle des gens qui se promènent à pieds, parce qu'à pied on peut donner des indications au moment même, tandis qu'à vélo je ne m'arrête pas pour les données. Mais en tout cas, ça leur faisait une quantité intéressante de données. Voilà, donc c'est pour ça que j'ai continué parce que comme ça ne posait pas trop de problèmes et qu'ils [AirCitizen] avaient besoin de la donnée... »⁴⁶⁶.

⁴⁶⁵ Entretien du 3 février 2021, réalisé sur zoom avec l'une des participantes du projet « Respirons mieux dans le 20° ».

⁴⁶⁶ *Ibidem*.

Le cas de Virginie est particulièrement intéressant. Elle note qu'au cours de ses trajets à vélo, la pollution de l'air pouvait déclencher parfois chez elle des symptômes, alors que le microcapteur Airbeam2 n'enregistrait pas d'augmentation de particules fines (PM₁, PM_{2,5} et PM₁₀). Après une discussion avec les chercheurs du collectif AirCitizen, elle arrive à la conclusion que ce sont d'autres polluants que ceux mesurés par les microcapteurs qui la rendent malade. De fait, les microcapteurs Airbeam2 enregistrent uniquement les particules fines (PM₁, PM_{2,5} et PM₁₀), alors que les véhicules dégagent bien d'autres polluants. Parmi eux, il est possible de distinguer ceux dont les émissions sont réglementées (monoxyde de carbone (CO), hydrocarbures (HC), oxydes d'azote (NOx)) et d'autres qui ne le sont pas (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (BTEX), hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), ATI d'acétone, ammoniac (NH₃) et particules ultrafines). Ces polluants peuvent aussi avoir des effets néfastes sur la santé. Virginie indique lors d'un entretien :

« Il pouvait arriver que j'étais derrière une voiture, qu'il n'y avait absolument pas de différence de données sur le microcapteur, et pourtant moi je me suis sentie mal. Donc j'en suis arrivée à la conclusion, parce que sans doute, c'était ceux qui avaient les pots catalytiques qui devaient couper une grande partie de particules, mais sans doute pas les dioxydes d'azote. Généralement, quand on est derrière un vieux camion, on voit qu'il y a une augmentation de particules. Par contre, quand on est derrière les [véhicules] neufs, on peut être malade, mais il n'y a pas de relevés sur le microcapteur »⁴⁶⁷.

D'autres fois, le microcapteur de Virginie enregistre une augmentation de particules fines dans l'air, sans qu'elle s'en rende forcément compte :

« Et parfois, au contraire les taux [de particules] étaient importants, alors que je n'ai rien vu. Donc j'ai passé à un endroit où il y avait beaucoup de particules sans que je m'en sois rendue compte. Je sais qu'il y a un effet fumeur et des choses comme ça qui me dérangent beaucoup moins »⁴⁶⁸.

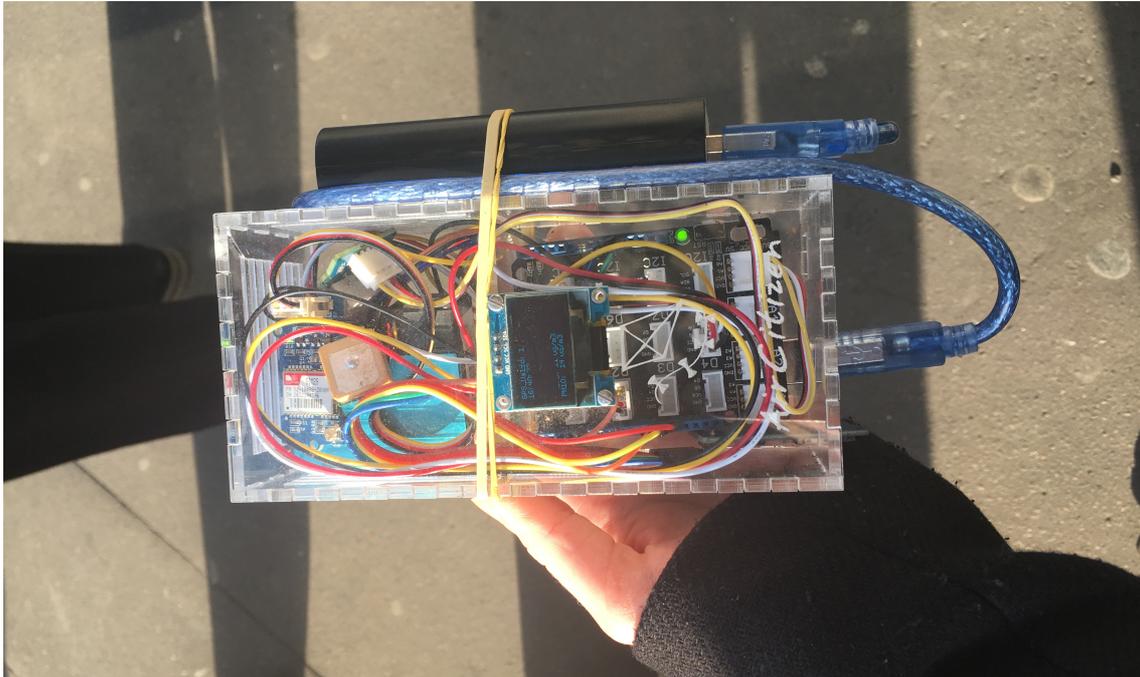
⁴⁶⁷ Entretien du 3 février 2021, réalisé sur zoom avec l'une des participantes du projet « Respirons mieux dans le 20° ».

⁴⁶⁸ *Ibidem*.

Au-delà de cette mesure individuelle de la pollution de l'air, de nombreux citoyens participent également à la mesure collective. Chaque session du projet est accompagnée de trois à quatre balades de mesure de la pollution de l'air, co-organisées par l'association Respirons mieux dans la ville et le collectif AirCitizen dans le 20^e arrondissement de Paris. Le 26 mars 2019, soit trois jours après la distribution officielle des microcapteurs, a lieu la première balade à laquelle je participe. Le rendez-vous est donné devant la Mairie du 20^e arrondissement de Paris. Les citoyens ne sont pas très nombreux, seulement une dizaine de citoyens est présente au rendez-vous. AirCitizen invite les citoyens à venir avec leurs propres microcapteurs. Plusieurs viennent avec un microcapteur AirVisual Pro, prévu pour la mesure fixe de la pollution de l'air intérieur. Contrairement au Airbeam 2, AirVisual Pro n'est pas connecté au GPS d'un téléphone portable. Ainsi, il est compliqué de traiter *a posteriori* les données recueillies en mobilité par ces microcapteurs. Afin d'impliquer aux prochaines balades les citoyens qui n'ont qu'un microcapteur AirVisual Pro, AirCitizen leur fournit, pour la durée d'une balade, un microcapteur portatif de mesure de la pollution extérieure qui a été conçu par ses propres soins (**figure 14**). Plus que de mesurer la pollution de l'air, l'objectif de cette première balade est la prise en main de microcapteurs.

Les chemins des balades sont prévus de manière à mesurer la pollution de l'air dans des endroits considérés par les citoyens comme les plus pollués du 20^e arrondissement. Il s'agit également de comprendre comment les différentes sources de pollution (en particulier le trafic routier) et l'aménagement urbain (rue étroite avec effet canyon, boulevard dégagé, rue arborée, etc.) influent sur la formation de cette pollution. Ces balades constituent des moments collectifs de production de données importantes : une vingtaine de microcapteurs mesurent à la fois la pollution de l'air sur le même trajet. Une telle mesure de la pollution de l'air, par la multiplication de données d'entrée, renforce la fiabilité des variations de la pollution de l'air lors du trajet qu'un seul microcapteur à bas coût ne pourrait pas fournir.

Figure 14 - Microcapteur portatif Aircitizen⁴⁶⁹



Lors de ces balades, les citoyens enregistrent les variations de la pollution de l'air en s'arrêtant aux feux rouges, au moment du passage des camions, à proximité des terrasses ou encore au niveau des commodités prévues pour les enfants. L'un des membres de l'association « Respirons mieux dans le 20^e » raconte lors d'un entretien :

« Alors, la première mesure qui m'a marqué, c'était quand on a fait le tour du square derrière la Mairie du 20^e, je ne sais pas si vous voyez, il est devant l'hôpital Tenant... on a traversé et on a fait le tour du square, et quand on est arrivé du côté de l'avenue Gambetta, vous avez un bac à sable où il y a des enfants entre je ne sais pas, bébé et trois/quatre ans, cinq ans peut-être, je ne sais pas. Et c'est là où vous avez le taux de pollution le plus fort. Enfin, où il y avait, puisque maintenant l'avenue est à sens unique, il faudrait refaire les mesures. C'était quand même super choquant. C'est dans le même ordre d'idées qu'on disait tout à l'heure sur les impacts : on met des espaces disons avec des enfants en bas âge qui sont visiblement d'après tous les médecins les plus sensibles à la pollution, c'est ceux qui sont les plus touchés et les plus affectés, et on installe des squares, des bacs à sable à proximité d'une voie très polluante et donc avec

⁴⁶⁹ Photographie personnelle du 9 avril 2019.

aucun filtre. Ça veut dire que quand on fait l'espace public à Paris, on doit se poser la question où est-ce que j'installe mes espaces publics ? »⁴⁷⁰.

Lors de ces balades, le « *sensing* » de la pollution de l'air est effectué non seulement par les instruments de mesure de la pollution de l'air, mais également par la perception sensorielle des citoyens (l'odorat, la vue et les symptômes physiques). Le 18 mai 2019, le rendez-vous est donné Porte des Lilas à proximité du cinéma Étoiles. Arrivé au point de rendez-vous, AirCitizen nous fait part du pic de pollution à l'ozone en cours. Nombreux sont les participants qui n'en ont pas connaissance et les capteurs n'enregistrent pas cet épisode de pollution puisqu'ils ne mesurent que les particules fines (PM_{2,5} et PM₁₀). Dès le début de cette balade, plusieurs personnes ressentent une irritation aux yeux ou une gêne respiratoire, sans faire de lien avec la pollution à l'ozone. AirCitizen explique lors de cette balade que l'ozone (O₃), étant un gaz irritant, peut entraîner une irritation des yeux, une gêne respiratoire, une toux sèche, une crise d'asthme, une inflammation des bronches, etc. Les citoyens témoignent alors d'une gêne respiratoire ou d'une toux sans raison particulière.

Au-delà de cet épisode de pollution de l'air, les citoyens se sont servis de leur perception sensorielle de la pollution de l'air, en particulier la vue et l'odorat, pour identifier de potentielles sources d'émission de la pollution de l'air à mesurer par la suite à l'aide de microcapteurs numériques. Le 14 octobre 2019, nous sommes en pleine balade de mesure de la pollution de l'air sur le pont qui traverse le périphérique à la Porte de Montreuil (**figure 15**). Certains citoyens présents discernent une forte odeur de caoutchouc brûlé. Ces derniers cherchent tout de suite à en identifier la source. L'odeur vient du rond-point où au milieu de buissons brûlent des pneus. Nous ne sommes pas dans le panache direct de la fumée, il est ainsi difficile de distinguer la pollution du trafic routier de celle de la fumée. Certains partent alors en mission pour mesurer la pollution dégagée par cette fumée. Ils s'approchent de la source et les chiffres explosent. D'autres fois, il est difficile de mesurer la pollution de l'air, alors qu'une odeur est bien présente sur le trajet. C'est notamment le cas d'une balade Porte des Lilas, réalisée à côté d'une piscine du 20^e arrondissement. Sa ventilation dégage alors

⁴⁷⁰ Entretien du 15 janvier 2021, réalisé sur zoom avec le co-fondateur et trésorier de l'association Respirons mieux dans la Ville, membre du Conseil de quartier Belleville du 20^e arrondissement de Paris.

une odeur de chlore que les citoyens sentent rapidement. Ils tentent de mesurer cette pollution, que les microcapteurs cependant, non prévus pour mesurer d'autres polluants que les particules fines, n'arrivent pas à enregistrer.

Figure 15 - Mesure citoyenne de la pollution de l'air à la Porte de Montreuil⁴⁷¹



Ces balades, mais également la mesure effectuée individuellement par les citoyens, ont mis en avant l'ensemble des difficultés que comporte la mesure de la pollution de l'air à l'aide de microcapteurs numériques. Le trajet de chaque balade a toujours été prévu à l'avance pour mesurer la pollution de l'air dans les lieux considérés par les citoyens comme les plus pollués du 20^e arrondissement de Paris. Cependant, il n'était pas possible de prévoir si, le jour de la balade, la pollution pourrait être effectivement enregistrée par les microcapteurs. Nous sommes le samedi 18 mai 2019, la balade démarre Porte des Lilas. Il est prévu d'aller mesurer la pollution de l'air émise depuis des mois par le chantier qui se trouve à proximité. Pas de chance, ce samedi, le chantier est en pause. Après coup, les citoyens décident d'y retourner lors d'une

⁴⁷¹ Photographie personnelle du 9 avril 2019.

prochaine balade. Certaines balades ont dû être reportées en raison de la pluie, car la pollution reste alors bloquée au niveau du sol.

À la fin de chaque session, AirCitizen récupère les données de mesure réalisées à la fois individuellement par les citoyens et lors de balades collectives pour analyser et cartographier les variations de la pollution de l'air enregistrées par les microcapteurs. Le partage de données avec AirCitizen n'est pas le même pour les deux microcapteurs. Avec le microcapteur Airbeam2, les citoyens pouvaient transférer progressivement au cours de la session à l'aide d'une application mobile l'ensemble de leurs données de mesure de la pollution de l'air et de leurs observations effectuées lors de balades. Quant au microcapteur AirVisual Pro, les données ne pouvaient être transférées qu'à la fin de la session *via* un câble USB.

Chaque session se termine par une réunion de restitution qui est aussi une réunion du démarrage de la session suivante. Airparif présente alors les résultats d'analyse de données produites au cours de la session par les mini stations pour le 20^e arrondissement. Airparif produit à partir de ces mesures des bilans sur la qualité de l'air dans le 20^e arrondissement de Paris. Comme prévu au départ, ces bilans prouvent que la modélisation d'Airparif est précise et bonne. En s'appuyant sur les valeurs limites réglementaires, ces bilans montrent que la pollution de l'air dans le 20^e arrondissement de Paris n'est pas aussi « mauvaise » que les citoyens pensaient au départ. Airparif utilise ces réunions pour appuyer sa position institutionnelle auprès de citoyens et des autorités municipales. Quant à AirCitizen, il présente les premières analyses faites à partir des mesures réalisées par les citoyens.

À la fin d'une de ces restitutions à laquelle je participe, une citoyenne, particulièrement impliquée dans la mesure de la pollution de l'air tout au long de la session, questionne Airparif sur ce à quoi serviront les données produites par les citoyens. Un moment de silence s'installe dans la salle, toute l'attention se concentre sur la représentante d'Airparif. Elle répond que la mesure citoyenne a été effectuée avant tout pour leur propre sensibilisation à la pollution de l'air à Paris, notamment pour comprendre leur exposition au quotidien. Elle précise également qu'AirCitizen étudiera

en détail l'ensemble de données produites par les citoyens pour leur publication future. Trois ans plus tard, toujours aucun article n'a été publié par le collectif AirCitizen. Ils ont par contre présenté certains résultats du projet lors de leurs communications à des conférences scientifiques, réservées au monde académique. J'ai sollicité à plusieurs reprises un entretien auprès du collectif AirCitizen pour en savoir davantage. Cependant, bien que nous ayons eu une relation très cordiale tout au long du projet, mes demandes d'entretiens sont restées sans réponse de la part du collectif.

Contrairement aux projets américains de mesure citoyenne de la pollution de l'air, les participants du projet « Respirons mieux dans le 20^e » ne participent pas à l'analyse et l'interprétation de leurs propres données de mesure de la pollution de l'air. Les travaux de Jennifer Gabrys, Helen Pritchard, Benjamin Barratt et ceux de Gwen Ottinger ont montré comment les citoyens ont été impliqué à tous les stades de l'élaboration du projet, en passant par la mesure de la pollution de l'air, l'analyse des données et leurs interprétation, la production et la diffusion des résultats (Gabrys *et al.*, 2016 ; Gabrys, 2017 ; Gabrys et Pritchard, 2018 ; Ottinger, 2009, 2010). À travers ces analyses, les citoyens ont développé des connaissances précises sur le problème de la pollution de l'air à proximité de leur lieu d'habitation. Les données collectées par les citoyens ont été « suffisamment bonnes » (*just good enough*) pour engager un dialogue avec les autorités publiques et réclamer une amélioration de l'infrastructure du système réglementaire de surveillance (Gabrys *et al.*, 2016 ; Gabrys, 2017 ; Gabrys et Pritchard, 2018). Pour ces auteurs, bien que le *citizen sensing* n'est qu'indicatif de la pollution de l'air, il permet d'identifier les pics de pollution de l'air se produisant à certains horaires et à proximité de certaines sources. Combiné à d'autres ensembles de données (par ex. la vitesse et la direction du vent, l'humidité, la température et l'observation sur le terrain), le *citizen sensing* permet de construire des connaissances alternatives sur le problème de la pollution de l'air, particulièrement là où la surveillance réglementaire fait défaut. Sans ces mesures, les plaintes de citoyens ne seraient même pas envisagées par les industriels et les autorités publiques. Dans les deux cas d'études, le *citizen sensing* a poussé les autorités publiques et l'industrie à renforcer le système de surveillance de la pollution de l'air (Gabrys *et al.*, 2016 ; Ottinger, 2009, 2010).

Dans le cadre du projet « Respirons mieux dans le 20^e », les citoyens ne participent pas à l'analyse et l'interprétation de leurs données de mesure de la pollution de l'air. Une fois collectées, les données citoyennes sont transmises au collectif AirCitizen pour l'analyse. Le collectif devient ainsi propriétaire des données de mesure de la pollution de l'air collectées par les citoyens en contrepartie d'avoir co-organisé les balades de mesure citoyenne de la pollution de l'air. Très vite, AirCitizen réalise les premières analyses de données, guidées en grande partie par leurs propres intérêts et objectifs de recherches, notamment ceux concernant l'usage de microcapteurs numériques dans la surveillance de la pollution de l'air. Il n'était pas question d'appuyer les citoyens dans la construction de leur plaidoyer. À l'issue des premières analyses, AirCitizen a montré que les variations de la pollution de l'air enregistrées par les microcapteurs suivent celles mesurées par les stations de surveillance réglementaire de la pollution de l'air, avec une légère sous-estimation pour de fortes variations de la pollution de l'air⁴⁷². Pour AirCitizen, cette corrélation a été enregistrée aussi bien pour la mesure de la pollution de l'air extérieur que la pollution de l'air intérieur⁴⁷³.

⁴⁷² AirCitizen. s. d. « Restitution sur les mesures des micro-capteurs. Expérimentation “Respirons mieux dans le 20^e”, séquence 1. ». Dernière consultation le 15 septembre 2021. http://www.aircitizen.org/documents/rm20e_seq1/assets/player/rm20e_seq1.html#0.

⁴⁷³ C'est un phénomène que j'ai rapidement constaté lors de la mesure effectuée à l'intérieur de mon logement. En effet, lorsqu'une station réglementaire de mesure de la pollution de fond, rapportait une augmentation ou une diminution de la pollution de l'air à Paris, il en était de même pour celle enregistrée par mon microcapteur. Comme ma mesure a été effectuée à proximité de la Porte de Bagnolet, ces variations correspondaient bien aux heures de pointe du trafic routier du matin et du soir. Au-delà, le microcapteur rapportait également des variations de la pollution de l'air aux particules fines en pleine nuit. Cependant, je n'ai pas identifié de potentielle source pour celle-ci, d'autant plus que cette mesure a été effectuée en plein été, période pendant laquelle le chauffage au bois ne pose pas réellement de problème. Lors d'une réunion, une citoyenne raconte qu'en ayant un appartement traversant, elle enregistrerait d'importantes variations de la pollution de l'air en fonction du positionnement du capteur – s'il était positionné du côté de la rue ou du côté de la cour. Ce transfert de la pollution de l'air extérieur à l'intérieur de logement a été enregistré de manière quotidienne par les citoyens, et pourtant ce n'est pas un problème pointé par les spécialistes de la mesure de la pollution de l'air intérieur que j'ai pu côtoyer tout au long de ma présence sur le terrain. Plus que la pollution de l'air extérieur, ces derniers soulignent une multitude de polluants physico-chimiques émis à l'intérieur des logements par les matériaux de construction, les appareils à combustion, le mobilier, les objets de décoration, les animaux et les activités (tabagisme, cuisine, ménage, bricolage, etc.).
Ministère des Solidarités et de la Santé. 2022. « Qualité de l'air intérieur ». Dernière consultation le 15 septembre 2021. <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/batiments/article/qualite-de-l-air-interieur>.

Ne participant pas aux analyses, les citoyens ne peuvent avoir connaissance des analyses réalisées par le collectif AirCitizen. En excluant les citoyens des analyses, AirCitizen les réduit à être de simples capteurs de mesure de la pollution de l'air ; et ce n'est pas parce que les citoyens ne souhaitent pas s'engager davantage. Bien au contraire, le suivi sociologique a révélé qu'une grande partie de participants est frustrée de devoir se contenter d'une compréhension superficielle des analyses produites par le collectif AirCitizen. Cependant, il n'était pas prévu qu'AirCitizen implique les citoyens dans l'analyse et l'interprétation des données. Le psychologue social indique dans le rapport :

« Dans une évaluation sur l'ensemble de l'expérimentation, nous voyons que la majorité des personnes sont contentes d'avoir participé, et ne rapportent pas de reproches majeurs. Le point négatif le plus saillant dans les réponses au questionnaire final concerne le fait pour certains de ne pas avoir réussi à bien comprendre les données mesurées par le capteur, et plus profondément toute la mécanique de la pollution de l'air. Nous ne voyons pas ici un échec. Bien que l'expérimentation ait eu pour tâche principale les mesures de qualité de l'air, les éléments de "formation" n'étaient qu'une introduction au sujet. Les personnes ont donc pris conscience de la complexité du problème et de leur niveau de compréhension. Ces retours apparemment négatifs, sont donc surtout la manifestation des envies d'en savoir plus ou de ne pas se contenter d'une compréhension superficielle »⁴⁷⁴.

Les travaux de Jennifer Gabrys, Helen Pritchard et de Benjamin Barratt montrent comment le *citizen sensing* participe à développer une implication plus inclusive et démocratique des citoyens dans la production des données environnementales (Gabrys, 2016 ; Gabrys *et al.*, 2016 ; Gabrys et Pritchard, 2018 ; Pritchard et Gabrys, 2016). Leurs travaux suggèrent que le « pouvoir » de la science citoyenne réside dans la production de données numériques. L'exemple du projet « Respirons mieux dans le 20^e » montre que ce pouvoir réside plutôt dans le choix d'objet et de cadrage d'étude, le choix du modèle de microcapteur, la sélection des sites d'implantation de mini-stations de mesure de la pollution de l'air, l'analyse et

⁴⁷⁴ Brisbois, Xavier *et al.* 2020. « Suivi de l'expérimentation "Respirons mieux dans le 20e" ». Paris.

l'interprétation des résultats. Dans le cadre de ce projet, ce « pouvoir » a été détenu non pas par les citoyens, mais par Airparif, le collectif AirCitizen et les autorités municipales. Ainsi, le projet « Respirons mieux dans le 20^e » a été marqué par d'importantes asymétries de pouvoir entre les citoyens et les chercheurs, les experts institutionnels et les autorités publiques. Ces derniers intègrent les projets citoyens avec leurs propres intérêts et objectifs qui ne correspondent pas forcément à ceux portés par les associations de citoyens. Ainsi, il semble nécessaire de repenser en France la place des chercheurs et des experts institutionnels dans les projets de mesure citoyenne de la pollution de l'air, au risque de réduire les citoyens à de simples capteurs de la pollution de l'air et les déposséder de leur propre projet.

4. Conclusion du chapitre

À travers l'étude d'un projet citoyen financé par le budget participatif de la ville de Paris, ce chapitre s'est intéressé au rôle des alliances mises en place entre les associations de citoyens, les experts institutionnels, les chercheurs et les autorités municipales. Il a montré comment leurs questions et objectifs ne sont pas nécessairement les mêmes que ceux portés par les associations de citoyens. Dès le début du projet, l'idée d'Airparif est de prouver que ses cartographies de mesure de la pollution de l'air sont précises et fiables. Étant régulièrement remis en cause par des acteurs privés, Airparif a cherché à légitimer ses pratiques de modélisation, plutôt que de produire de nouvelles connaissances en collaboration avec des citoyens, alternatives à la surveillance réglementaire. Ainsi, les données produites par Airparif à l'aide de mini-stations de mesure de la pollution de l'air participent à reproduire les mêmes schémas de production des savoirs que ceux produits dans le cadre de la surveillance réglementaire. Quant au collectif d'enseignants-chercheurs AirCitizen, son objectif était de récupérer l'ensemble des données de mesures de citoyens de la pollution de l'air afin de produire par la suite ses propres analyses concernant l'usage de microcapteurs numériques dans la mesure de la pollution de l'air. Ainsi, alors qu'au départ l'objectif des conseillers de quartier est d'étudier la distribution de pathologies environnementales en fonction de l'exposition des citoyens à la pollution de l'air dans le 20^e

arrondissement de Paris, leur projet devient un projet de sensibilisation des habitants à la pollution de l'air à l'aide de microcapteurs numériques. Ainsi, ce chapitre appelle à repenser la place et le rôle ambigus des chercheurs et des experts institutionnels dans les projets de science citoyenne au risque de désapproprier les associations de citoyens de leurs propres projets.

Ce chapitre montre également comment, par des alliances mises en place, les projets de science citoyenne sont marqués par des « asymétries de pouvoir » (Frickel et Moore, 2006) entre les associations de citoyens, les experts institutionnels et les autorités publiques. Contrairement à ce qui a pu être suggéré dans les travaux de Jennifer Gabrys (Gabrys *et al.*, 2016 ; Gabrys, 2017 ; Gabrys et Pritchard, 2018), le « pouvoir » de la science citoyenne ne réside pas forcément dans la production de données numériques. Il réside ailleurs, notamment dans le choix d'objet d'étude, le cadrage de l'étude, le choix des sites d'implantation de microcapteurs, l'analyse et l'interprétation de résultats. Dans le cadre du projet « Respirons mieux dans le 20^e », ce « pouvoir » a été clairement maintenu par Airparif, le collectif AirCitizen et les autorités municipales. Ces asymétries de pouvoir ont finalement participé à réduire les citoyens à de simples capteurs de mesure de la pollution de l'air.

Par les alliances mises en place, et notamment l'absence d'alliance avec un épidémiologiste, le projet a participé à reproduire, voire renforcer, la fragmentation du problème de la pollution de l'air : la question de la distribution de pathologies environnementales a été mise de côté, au profit de l'accumulation des données de mesure de la pollution de l'air. Il en découle une « science non faite » sur les pathologies environnementales dans le 20^e arrondissement de Paris, les rendant invisibles pour les autorités municipales même si elles ne le sont pas pour les populations qui les subissent dans leur quotidien (Davies, 2019). Ainsi, la mesure citoyenne de la pollution de l'air telle qu'elle a été pratiquée à Paris tend à reproduire les mêmes schémas de production des savoirs que ceux utilisés dans le cadre de surveillance réglementaire qui invisibilisent l'ampleur de dégâts de la pollution de l'air sur la santé.

Conclusion générale :

Fragmentation des savoirs et ignorance des problèmes de santé environnementale

Le point de départ de cette thèse a été de s'intéresser au rôle des savoirs des épidémiologistes, en particulier ceux de la cohorte de nouveau-nés Paris, dans la définition de la politique municipale sur le problème de la pollution de l'air à Paris. La cohorte de nouveau-nés Paris a été mise en place en 2003 par Isabelle Momas, professeure à l'Université Paris Descartes (aujourd'hui Université Paris Cité) et présidente de l'Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). Le choix d'étudier le rôle des savoirs des épidémiologistes dans la politique municipale a été motivé par deux raisons. La première était le financement de longue date de la cohorte de nouveau-nés Paris par les autorités municipales. La seconde raison était la place croissante attribuée, et revendiquée, par la ville de Paris dans la politique de lutte contre la pollution de l'air et le changement climatique, et ceci à l'échelle internationale. Pour répondre à ma question de départ, j'ai engagé une enquête de terrain au sein du Service Parisien de Santé Environnementale (un service d'expertise municipale en santé environnementale) qui a la charge du suivi de la cohorte de nouveau-nés Paris.

Lors de mon enquête au sein du Service Parisien de Santé Environnementale, je constate que si les épidémiologistes interviennent régulièrement dans des événements publics organisés par la ville, aucune collaboration effective n'existe. Les savoirs que ces épidémiologistes produisent, faisant l'objet de publications régulières, ne sont évoqués que dans un discours général sur les impacts sanitaires tout comme d'autres productions scientifiques. Isabelle Momas est régulièrement invitée à des colloques organisés par la ville de Paris pour présenter les résultats de la cohorte de nouveau-nés

Paris. Cependant, la place des savoirs sanitaires dans la production de la politique municipale est limitée. Ces savoirs servent à conforter les politiques municipales déjà existantes plutôt qu'à inciter le développement de nouvelles politiques. Plus généralement, il m'apparaît que dans le service parisien, les savoirs sont fragmentés en deux ensembles de savoirs, sanitaires et métrologiques, les premiers tenant une place limitée dans les activités effectives de l'équipe. Je décide donc d'élargir mon enquête pour saisir comment un ensemble de dynamiques et de productions débouchent sur l'organisation des savoirs en deux grands domaines, le premier réunissant des savoirs sanitaires sur les effets de la pollution de l'air et le second des savoirs métrologiques sur la mesure des polluants. Je poursuis mon enquête dans deux directions. Tout d'abord, en mobilisant une approche socio-historique, je retrace comment s'est construite la configuration actuelle de la prise en charge du problème de la pollution l'air depuis les années 1950. La seconde direction est d'explorer plus avant ce qu'étaient les savoirs produits par les ingénieurs du Service Parisien de Santé Environnementale pour appuyer les autorités municipales dans la gestion de problèmes de santé environnementale à Paris.

Mon enquête prend place à un moment de transformations de la politique de santé environnementale de la ville de Paris avec l'adoption du Plan Paris Santé Environnement. Au sein du Service Parisien de Santé Environnementale, les ingénieurs hygiénistes sont en pleine transition de l'hygiène à la santé environnementale. Cette transition se matérialise par la production de nouveaux outils destinés à asseoir la nouvelle politique municipale dans le domaine de la santé environnementale. La carte de la fragilité en santé environnementale m'est alors présentée comme l'un des outils phares du Plan Paris Santé Environnement. L'objectif de cette carte de la « fragilité en santé environnementale » est d'appuyer la politique volontariste de la ville de Paris dans le domaine de lutte contre les inégalités sociales et environnementales de santé. J'effectue, pendant près de deux ans, une observation ethnographique de la construction de cet outil cartographique par une équipe technique issue du Service Parisien de Santé Environnementale et de l'Atelier Parisien d'Urbanisme. L'équipe technique produit un outil cartographique unique qui agrège trois catégories de données : « pollutions et nuisances environnementales », « populations vulnérables » et « offre en aménité

environnementale et urbaine ». Je constate là aussi que les données sanitaires sont absentes dans le travail réalisé. Près de cinq ans après le début du projet, les différentes cartes produites dans le cadre de ce projet ne sont toujours pas officiellement rendues publiques par les autorités municipales.

Tandis que les autorités municipales invisibilisent les résultats produits par l'un de leur services sur la fragilité en santé environnementale, elles publicisent simultanément des projets de production des savoirs par les citoyens, comme le projet « Respirons mieux dans le 20^e », un projet de mesure citoyenne de la pollution de l'air, financé dans le cadre du budget participatif 2017 de la ville de Paris. Je prends la décision de poursuivre mon enquête de terrain dans une troisième direction en m'intéressant aux savoirs produits par les citoyens dans le cadre du projet « Respirons mieux dans le 20^e ».

Sur la base de cette enquête empirique qui a connu des bifurcations, j'ai pu étudier différents types de savoirs produits sur la pollution de l'air à Paris ainsi que leurs usages (ou pas) dans la définition des politiques municipales. Dans cette conclusion, je souhaite revenir sur deux principaux résultats de ma thèse. Le premier montre que, dans le domaine de la pollution de l'air, la fragmentation des savoirs, a été établie de longue date par une mobilisation successive de différents groupes d'experts scientifiques. Le second résultat est qu'aujourd'hui, cette fragmentation des savoirs a deux effets paradoxaux : l'accumulation de données météorologiques et la production de la science non faite sur les pathologies environnementales à Paris.

1. Produire des savoirs fragmentés sur la pollution de l'air

Le premier résultat de cette thèse a été de montrer que le corpus des savoirs accumulés de longue date sur le problème de la pollution de l'air à Paris est fragmenté en deux types de savoirs qui sont insuffisamment mis en relation et en perspective : des savoirs météorologiques et des savoirs sanitaires. Cette « fragmentation des savoirs » (Fortun *et al.*, 2014) est le résultat d'une mobilisation successive de différents groupes

d'experts, intervenus sur le problème de la pollution de l'air à la demande des autorités publiques, souvent suite aux moments de crises. Cette thèse a montré que, depuis le grand smog de Londres de 1952, la production des savoirs a été l'un des principaux modes d'action utilisés par les autorités municipales dans la gestion du problème de la pollution de l'air à Paris. De manière schématique, il est possible de distinguer trois moments de mobilisations d'experts scientifiques en lien étroit avec des autorités publiques. Chacun de ces moments a vu la production de savoirs scientifiques nouveaux, mais a aussi constitué à chaque fois une étape de la fragmentation des savoirs qui s'observe aujourd'hui.

La première mobilisation d'experts prend place après le grand smog de Londres de 1952 et des brouillards parisiens de 1954 qui éveillent l'inquiétude des ingénieurs hygiénistes du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris créé en 1910 et des chimistes du Laboratoire municipal de la préfecture de police en fonction depuis 1943. La question se pose alors de savoir si un tel smog mortel pourrait se produire à Paris. Après le grand smog de Londres, le problème est pris en charge par l'acquisition de données de mesure de la pollution de l'air. Ainsi, le principal type de savoirs produits alors dans la capitale sur la pollution de l'air est un savoir métrologique. Une communauté de métrologues se structure alors, constituée à partir du réseau des ingénieurs hygiénistes du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris placé sous le contrôle administratif de la Préfecture de la Seine et celui des chimistes du Laboratoire municipal de la préfecture de police sous le contrôle de la Préfecture de police de Paris.

Les ingénieurs hygiénistes et les chimistes parisiens développent deux réseaux de mesure de la pollution de l'air en Île-de-France, conçus de manière séparée. Alors que le Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris implante le réseau de mesure de la « pollution atmosphérique globale d'environnement », le Laboratoire municipal de la préfecture de police met en place le réseau de mesure de la « pollution de voisinage ». La mobilisation de cette communauté d'experts aboutit à la production des savoirs sur les polluants atmosphériques, les pics de pollution et les sources de pollution de l'air en Île-de-France. L'existence de ces deux réseaux, loin de permettre d'accumuler plus de données pour l'identification et la caractérisation du problème, aboutit à la production

de deux ensembles de données qui ne s'agrègent pas et donnent lieu parfois à des conclusions contradictoires. Ainsi, bien que les chimistes du Laboratoire municipal de la préfecture de police soulignent le poids des émissions industrielles et automobiles dans le problème de la pollution de l'air en Île-de-France, les ingénieurs hygiénistes minimisent leurs émissions pour mettre en avant le rôle des émissions du chauffage domestique. Cette fragmentation des savoirs offre un espace d'action à certains acteurs, en particulier l'industrie automobile qui, n'étant pas reconnue comme l'une des principales sources de la pollution de l'air, échappe à la régulation des produits qu'elle met sur le marché et accélère sa croissance à un moment d'essor économique et de développement de la consommation.

La deuxième mobilisation scientifique se déroule dans les années 1970, elle correspond à la mobilisation des épidémiologistes de l'Inserm. À partir des années 1970, les niveaux de pollution de l'air diminuent de manière considérable, notamment ceux de dioxyde de soufre (SO₂) et de fumées noires (FN) émis par l'activité industrielle et le chauffage domestique. Cette diminution peut être attribuée à l'amélioration des procédés industriels (le dispositif anti-pollution devient obligatoire) et l'essor de l'énergie nucléaire après le choc pétrolier de 1973 (Charles, 2003). Malgré cette diminution, des questions se posent sur les expositions : de « faibles » niveaux de pollution de l'air, notamment ceux émis par le trafic routier, sont-ils nocifs pour la santé des Parisiens ou pas ? C'est dans ce contexte que les épidémiologistes de l'Inserm sont sollicités par le ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie et le ministère de la Santé Publique pour réaliser une cohorte nationale « Pollution atmosphérique et affections respiratoires chroniques » (PAARC). Le type de savoirs qui est alors produit pour appuyer les autorités publiques dans la gestion du problème est d'ordre sanitaire. Une quinzaine d'années plus tard, seul le dioxyde de soufre (SO₂) est identifié par les épidémiologistes de l'Inserm comme ayant des effets modestes sur la santé. Aucune relation significative avec les affections respiratoires n'est déterminée pour d'autres polluants étudiés par les épidémiologistes, comme le dioxyde de soufre (SO₂), les particules en suspension (PS), l'oxydes d'azote (NO_x) et les sulfates. De par sa méthodologie, la cohorte PAARC ne pouvait pas détecter d'effets sanitaires liés à l'exposition à des niveaux « modérés » de la pollution de l'air. Ces résultats rejoignent

ceux publiés en 1979 par Walter Holland (professeur de renommée internationale en épidémiologie clinique) et son équipe de recherche, pour qui des niveaux « modérés » de pollution urbaine ne pouvaient pas être associés à une augmentation de la mortalité chez les individus en bonne santé. Avec ces résultats, le problème de la pollution de l'air se présente comme un problème clos.

La troisième mobilisation est celle d'un jeune groupe d'épidémiologistes de l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France. La question des effets sanitaires de la pollution de l'air revient en force au début des années 1990 dans un contexte de répétitions de pics de pollution de l'air au monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂) en l'Île-de-France. Les médias pointent alors le manque de connaissances concernant les effets de la pollution de l'air sur la santé. Le vice-président du Conseil régional d'Île-de-France missionne un jeune groupe d'épidémiologistes de l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France pour étudier d'éventuels effets sanitaires de la pollution de l'air, particulièrement ceux de la pollution automobile. Le problème est ainsi de nouveau pris en charge par la production de savoirs et données sanitaires. Parmi ce jeune groupe d'épidémiologistes, il est possible de distinguer William Dab (médecin épidémiologiste et professeur à l'École Nationale de Santé Publique), Philippe Quénel (médecin épidémiologiste à l'Unité 88 de l'Inserm), Sylvia Médina (médecin épidémiologiste à l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France) et Alain Le Tertre (statisticien à l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France). Ce jeune groupe d'épidémiologistes publie une série d'études écologiques temporelles différentes par sa méthodologie des études de cohortes utilisées jusque-là en épidémiologie française. Ces études montrent alors que le risque relatif (RR) d'une exposition aux fumées noires (FN) a beau être relativement « faible » à l'échelle individuelle, mais transposé à l'ensemble de la population, son impact sanitaire est non négligeable sur la mortalité cardiovasculaire et les hospitalisations pour pathologies respiratoires et cardiovasculaires.

Bien qu'au départ contesté, le jeune groupe d'épidémiologistes établit une série d'alliances avec des épidémiologistes à l'échelle internationale, mais aussi avec d'autres milieux scientifiques (ingénieurs hygiénistes, métrologues et statisticiens). Ces alliances

participent à surmonter la « fragmentation des savoirs » construite de longue date sur le problème pollution de l'air entre les experts de mesure et les épidémiologistes. Une figure forte parvient à réunir dans ce cadre les épidémiologistes de l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France avec les ingénieurs hygiénistes du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris. Il s'agit de Bernard Festy, directeur du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris et professeur à la faculté de pharmacie de l'Université Paris Descartes. Les alliances ainsi créées légitiment et consolident l'usage d'études écologiques temporelles dans l'évaluation des effets sanitaires de la pollution de l'air. La définition du problème de la pollution de l'air est alors déplacée de l'exposition à des pics de pollution de l'air à l'exposition chronique à des niveaux relativement faibles de la pollution de l'air.

Les travaux des épidémiologistes alimentent des réflexions dans le cadre de la préparation de la Loi du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie. Elle attribue la surveillance métrologique aux associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (Airparif en Île-de-France) et la surveillance épidémiologique au Réseau national de santé publique (aujourd'hui Santé Publique France). Ce faisant, cette loi fragmente l'organisation institutionnelle de la production de données entre deux institutions, ne produisant pas de savoirs sur la pollution de l'air à la même échelle. Alors que la première institution est régionale, la seconde est nationale. Par ailleurs, le rôle des ingénieurs hygiénistes municipaux dans la gestion du problème de la pollution de l'air n'est pas inscrit dans la loi et n'est donc pas officiellement reconnu. Cette fragmentation institutionnelle participe à fragiliser les alliances qui se sont établies dans les années 1990 entre les épidémiologistes, les métrologues et les ingénieurs hygiénistes. Après la Loi du 30 décembre 1996, le principal mode d'action, sans être le seul, est la mise en place de structures articulant la surveillance de la pollution de l'air, l'alerte à la pollution et la veille sanitaire. Cette institutionnalisation donne aussi l'impression que le problème de la pollution de l'air est maîtrisé et sous contrôle. Or, il n'en est rien. Corinne Lepage (ministre de l'Environnement en charge de la préparation de la Loi du 30 décembre 1996) constate, dans une tribune écrite pour le *Huffington Post*, que :

« La loi sur l'air votée avec bien des difficultés le 30 décembre 1996 n'a en réalité jamais été appliquée sauf dans son volet de surveillance. [...] Cela démontre la capacité de nos lobbies, aidés par une partie de notre administration, à vider une loi de sa substance et à préférer sacrifier des milliers de personnes chaque année tout en chargeant massivement les comptes de la sécurité sociale plutôt que de s'attaquer réellement à un problème de santé publique »⁴⁷⁵.

Construite sur la longue durée, cette fragmentation des savoirs n'est pas aujourd'hui sans effets sur les savoirs produits, mobilisés ou ignorés par les autorités municipales dans la gestion du problème de la pollution de l'air à Paris.

2. Deux effets paradoxaux de la « fragmentation des savoirs »

Cette thèse a exploré les effets de la fragmentation des savoirs sur le type de savoirs produits concernant le problème de la pollution de l'air à Paris. Elle distingue deux effets *a priori* paradoxaux : une accumulation de données météorologiques et une « science non faite » sur les pathologies environnementales à Paris. Elle qualifie ce phénomène de « fragmentation paradoxale », proposant ainsi une grille de lecture pouvant être mobilisée dans l'analyse de différents problèmes de santé environnementale.

2.1. Un premier effet : une accumulation de données et de savoirs météorologiques

Le premier effet de la fragmentation des savoirs est l'accumulation de données météorologiques. La situation est paradoxale : pour répondre aux préoccupations concernant une augmentation de pathologies environnementales en lien avec la pollution de l'air à Paris, les autorités municipales financent des projets dont l'objectif est de produire de nouvelles données de mesure des niveaux de pollution de l'air. Les savoirs météorologiques ainsi produits ne répondent pas aux préoccupations sanitaires

⁴⁷⁵ Lepage, Corinne. 2015. « Qualité de l'air : le bal des hypocrites ». *The Huffington Post*, 23 mars 2015.

portés par des médecins généralistes et des associations de citoyens. La ville de Paris soutient dans ce cadre des projets de mesure citoyenne de la pollution de l'air à l'aide de microcapteurs numériques. L'un d'eux, « Respirons mieux dans le 20^e » est un projet de mesure citoyenne de la pollution de l'air dans le 20^e arrondissement de Paris qui a été financé dans le cadre du budget participatif 2017 de la ville de Paris. Bien que la question de départ était celle de la distribution de pathologies environnementales liées à la pollution de l'air dans le 20^e, le projet est réduit, par des alliances mises en place entre les ingénieurs d'Airparif et le collectif d'enseignants-chercheurs AirCitizen, à un projet de mesure de la pollution de l'air. Dans ces projets, la question des effets sanitaires de la pollution de l'air est souvent écartée par un ensemble de préoccupations technico-scientifiques concernant la production des données standardisées de mesure de la pollution de l'air et leur fiabilité. L'une des principales raisons est la difficile mise en place d'alliances entre les associations de citoyens et les épidémiologistes, sans lesquelles il est bien souvent compliqué à mettre en relation les données sanitaires avec les données météorologiques et, en même temps, produire des niveaux de preuves suffisamment fiables pour être reconnus par des acteurs institutionnels.

Cette thèse a montré comment les alliances établies par des habitants de Paris avec des experts scientifiques d'institutions produisant une science réglementaire peuvent renforcer les cadrages institutionnels de la production des savoirs et la fragmentation des savoirs qui en découle. Les citoyens mobilisés tendent, en s'alliant avec ces experts, à reproduire les mêmes protocoles de production de données que ceux utilisés dans le cadre de surveillance réglementaire. Ainsi, les données météorologiques produites dans le cadre de ces projets ne sont pas forcément « nouvelles » et ne peuvent être qualifiées d'alternatives à la surveillance réglementaire. Lorsqu'elles le sont, ces données ne sont souvent pas reconnues par les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air, les acteurs industriels ou les autorités publiques. Cette thèse a montré également que les experts scientifiques intègrent les projets citoyens avec leurs propres objectifs et intérêts qui ne s'accordent pas forcément avec ceux portés par les associations de citoyens. Dans le cadre du projet « Respirons mieux dans le 20^e », les ingénieurs d'Airparif se sont saisis de l'opportunité de ce projet pour d'une part, légitimer leur propres pratiques de modélisation (régulièrement remises en cause par des acteurs privés cherchant à

développer un marché de la collecte de données) et, d'autre part, démontrer le manque de fiabilité des microcapteurs numériques, technologie en plein développement.

Cette thèse montre comment, par des alliances mises en place, les projets de science citoyenne sont marqués par des « asymétries de pouvoirs » (Frickel et Moore, 2006) entre les associations de citoyens, les experts scientifiques et les autorités publiques. Ces asymétries peuvent même conduire à la désappropriation des citoyens de leurs propres projets. Ce constat conduit à poser la question de savoir où réside le « pouvoir » dans la science citoyenne ? Jennifer Gabrys, Helen Pritchard et Benjamin Barrat évoquent, dans leurs travaux sur les pics de pollution industriels dans le nord-est de la Pennsylvanie, que la science citoyenne « débouche sur une implication citoyenne plus ouverte et démocratique avec les problèmes de santé environnementale » (Gabrys *et al.*, 2016). Ces chercheurs en STS constatent que les données produites à l'aide de microcapteurs numériques peuvent être utiles aux citoyens dans la construction de nouvelles formes de preuves de lutte contre la pollution de l'air. Ces travaux suggèrent que le « pouvoir » de la science citoyenne réside dans la production de données numériques nouvelles. Dans cette thèse, sur le même problème, le terrain parisien, montre que le « pouvoir » est ailleurs. Il se trouve plutôt dans le choix de l'objet d'étude, le cadrage de l'étude (comme le choix de sites d'implantation de microcapteurs ou encore le choix d'échelle d'agrégation des jeux de données), l'analyse et l'interprétation des données. Dans le cadre du projet « Respirons mieux dans le 20^e », ce « pouvoir » a été détenu par Airparif, le collectif AirCitizen et les autorités municipales. Le constat qui peut être fait à partir de ce cas est qu'en France, le « pouvoir » des associations de citoyens est bien trop souvent limité à la production des données numériques, avec des instruments, des cadrages et un traitement pour lesquels ces mêmes associations sont rarement incluses. Ces asymétries de pouvoir ont finalement la capacité de réduire les citoyens à de simples capteurs de la pollution de l'air. Ne participant pas à l'étape d'analyse et d'interprétation de données, les associations de citoyens peuvent éprouver des difficultés à s'approprier les résultats de l'étude, à engager un dialogue avec les autorités municipales et encore moins à peser, sur la base des données produites, sur l'action publique produite.

Selon Olivier Martin, « nous vivons dans un “monde de chiffres”, au sein d’une “culture de la mesure” » (Martin, 2020). Cette « culture de la mesure » participe à privilégier la prise en charge de questions scientifiques, politiques, sociales et économiques par des approches quantitatives. Elle place des chiffres au cœur des outils de pilotage et d’évaluation de problèmes au point de les considérer comme de la science. Il n’est donc pas étonnant que, dans le domaine de la santé environnementale, l’accumulation des données de mesure est souvent le principal, même s’il ne s’agit pas du seul mode d’action de prise en charge du problème. En effet, la production de nouvelles données est souvent utilisée comme une forme d’action de lutte contre pollutions et nuisances environnementales. Elle permet de créer l’impression qu’un problème de santé environnementale tient une place plus importante dans les agendas politiques pour définir des politiques plus protectrices. Or, l’étude du problème de la pollution de l’air montre une temporisation qui consiste à repousser dans le temps le déploiement de politiques d’ampleur de réduction de sources de pollutions (hormis celle de la restriction de la circulation automobile). Ce mode d’action n’implique pas de changements structurels dans la gestion du problème. Au contraire, il participe à assurer le bon fonctionnement des institutions (Rayner, 2012 ; McGoey, 2012 ; Barbier *et al.*, 2021). Ceci est d’autant plus vrai que la temporisation de la production de nouveaux savoirs n’est pas forcément la même que celle des politiques publiques. Ainsi, une fois de nouveaux savoirs produits, les autorités municipales ont souvent d’autres dossiers « plus prioritaires » à traiter. Comme la santé environnementale n’est pas un dossier aussi prioritaire que d’autres domaines, certains savoirs risquent de tomber dans l’oubli.

2.2. Un deuxième effet : une « science non faite »

Le second effet de la fragmentation des savoirs est la production d’une science non faite (*undone science*) sur la distribution et l’étendue de pathologies environnementales liées à la pollution de l’air à Paris. Il est établi de relativement longue date qu’une exposition à long terme à la pollution de l’air peut être à l’origine d’une réduction de la variabilité du rythme cardiaque, d’une augmentation anormale de la pression artérielle et de la coagulabilité sanguine conduisant, d’une progression de l’athérosclérose pouvant entraîner un infarctus de myocarde ou un accident vasculaire

cérébral, d'une diminution de la capacité respiratoire, d'une augmentation de la réactivité bronchique, d'une croissance cellulaire anormale pouvant déboucher sur une bronchopneumopathie chronique obstructive, un asthme ou, même, un cancer du poumon⁴⁷⁶. Cependant, bien que les épidémiologistes et les toxicologues ont établi de longue date une relation causale entre l'exposition à la pollution de l'air et la survenue de ces pathologies, les données météorologiques de la pollution de l'air ne sont pas forcément mises en relation avec les données sanitaires locales. Ainsi, les autorités municipales disposent d'une part, de données de mesure de la pollution de l'air produites à l'échelle fine par les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air et, d'autre part, de données de pathologies et les dépenses de santé fournies par l'Assurance maladie. Cependant, ces deux ensembles de données (à part les données de mortalité, d'espérance de vie et d'hospitalisations) ne sont jamais mises en relation. De nombreux experts scientifiques se déchargent de cette tâche par souci de suggérer la relation causale entre l'exposition à la pollution de l'air et l'apparition de pathologies environnementales *a priori* multifactorielles.

Un exemple par excellence de cette dynamique a été la réalisation de l'outil cartographique de la « fragilité en santé environnementale ». Cet outil cartographique unique agrège trois catégories de données : « pollutions et nuisances environnementales », « populations vulnérables » et « offre en aménité environnementale et urbaine ». L'équipe technique du Service Parisien de Santé Environnementale et de l'Apur qui l'a instauré, a identifié les espaces de fragilité en santé environnementale dans le nord-est parisien où se trouvent des populations vulnérables particulièrement exposées aux pollutions et nuisances environnementales. Cependant, la question de la distribution de pathologies environnementales pouvant être associée à ce cocktail d'expositions n'a clairement pas été étudiée par cette équipe. Pourtant, ce type de question est régulièrement soulevé par les associations de citoyens et les collectifs de médecins généralistes. Le parti pris de l'équipe technique a été d'éviter la suggestion de toute relation causale entre l'exposition des populations vulnérables à un cocktail de pollutions et nuisances environnementales et l'apparition de

⁴⁷⁶ Santé Publique France. 2019. « Pollution atmosphérique : quels sont les risques ? ». Dernière consultation le 1^{er} septembre 2022. <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/pollution-et-sante/air/articles/pollution-atmospherique-quels-sont-les-risques>.

pathologies environnementales. Ainsi, bien que l'équipe technique a agrégé différents ensembles de données sur une carte, elle a évité à tout prix de mettre en relation les données sanitaires avec les données métrologiques. Pourtant, elle disposait d'un certain nombre de données sur la distribution de pathologies environnementales à Paris (comme celles de la consommation de médicaments contre l'asthme ou de la plombémie chez les enfants). Cependant, l'équipe technique préfère exclure des données sanitaires plutôt que de les mettre en relation avec les données métrologiques pour un cocktail d'expositions. Ce faisant, elle évite la production d'une controverse scientifique concernant la relation causale entre l'exposition des Parisiens à un cocktail de pollutions et la survenue de pathologies environnementales à caractère multifactoriel.

Ainsi, cette thèse a montré comment la « science non faite » peut résulter d'une non mise en relation et, en perspective, de données fragmentées. Cette persistance de la fragmentation des savoirs est renforcée par l'absence d'interactions entre les associations de citoyens et les épidémiologistes, que ce soit dans le cadre de paradigme classique de l'épidémiologie ou dans le cadre d'une épidémiologie communautaire comme celle développée par Phil Brown. Alors que des épidémiologistes ont continué à affiner leurs savoirs sur les effets respiratoires et cardiovasculaires de la pollution de l'air, les associations de citoyens parviennent à mobiliser relativement peu ce groupe d'acteurs. L'analyse de la mise en place du projet « Respirons mieux dans le 20^e » a montré comment les conseillers de quartier, faute d'appui d'un épidémiologiste de l'Inserm, ont construit d'autres alliances avec les ingénieurs d'Airparif et le collectif AirCitizen ayant participé à réduire le projet « Respirons mieux dans le 20^e » à un projet de mesure citoyenne de la pollution de l'air. Pourtant, la question de départ était celle de la distribution de pathologies environnementales dans le 20^e arrondissement de Paris. Ainsi, ces alliances ont renforcé à l'échelle municipale le premier effet de la fragmentation paradoxale, à savoir : l'accumulation de données métrologiques. La « science non faite » ainsi produite participe à invisibiliser un ensemble de pathologies environnementales liées à l'exposition chronique à la pollution de l'air. Ceci, malgré de nombreux appels des médecins généralistes et des associations de citoyens à produire des données permettant d'appuyer leurs requêtes de prise en charge du problème à Paris.

Par le choix de leurs questions et méthodologies de recherche, les épidémiologistes de Santé Publique France ne munissent, ni les associations de citoyens, ni les médecins généralistes de données et de savoirs sanitaires permettant d'appuyer leurs constats alarmants d'une augmentation de pathologies environnementales à Paris. Leurs travaux se concentrent sur les indicateurs de mortalité, d'espérance de vie et d'hospitalisations respiratoires et cardiovasculaires, en laissant dans l'ombre un vaste éventail de pathologies chroniques liées à la pollution de l'air. Conscients des limites de leurs outils d'évaluation quantitative des impacts de la pollution de l'air sur la santé, les épidémiologistes cherchent à adapter par exemple, l'outil AirQ+ en le rendant opérationnel à l'échelle municipale. L'idée est d'adapter cet outil de manière à permettre aux collectivités territoriales de réaliser leur propre calcul d'impact, en utilisant les mêmes indicateurs. La ville de Paris a participé à cette étude pour étudier chacun de ces indicateurs par arrondissement. Cependant, le projet n'avait pas prévu d'accompagner les collectivités territoriales pour l'interprétation de résultats. Ainsi, les ingénieurs du Service Parisien de Santé Environnementale se sont retrouvés avec un ensemble de données sanitaires qu'ils ne pouvaient ni interpréter, ni diffuser. Le rapport final du projet a été publié en 2019 par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe)⁴⁷⁷. Cependant, il n'y figure aucune mention des résultats obtenus par les collectivités territoriales concernant l'impact de la pollution de l'air sur la santé. Le principal résultat mis en avant par Santé Publique France est l'élaboration, à partir de retours donnés par l'ensemble des collectivités territoriales, d'une nouvelle version de l'outil AirQ+. Ce projet s'était borné à reproduire à l'échelle municipale les mêmes indicateurs des effets de la pollution de l'air sur la santé que les épidémiologistes de terrain élaborent depuis près d'une trentaine d'années à l'échelle régionale et nationale. Et pourtant, sur le terrain, les associations de citoyens, les médecins et la municipalité appellent à mieux connaître l'ensemble de pathologies environnementales, autres que la mortalité et les hospitalisations.

⁴⁷⁷ ADEME. 2019. « Expérimentation du logiciel AIRQ+. Accompagnement à la réalisation d'évaluation quantitative d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique ». Paris.

3. Surmonter la fragmentation des savoirs ?

Ce constat d'une fragmentation paradoxale fait à partir du problème de la pollution de l'air pourrait être étendu et analysé dans d'autres problèmes de santé environnementale, comme ceux de la pollution des sols, la pollution industrielle, la pollution de l'eau, etc. En conclusion de cette thèse, je souhaiterais introduire la question de savoir comment surmonter une telle fragmentation et ses effets. Il s'agit là d'une question qui se pose aux scientifiques, tout comme elle se pose également aux chercheurs en sciences sociales dans la mesure où ils sont de plus en plus impliqués dans les questions de santé environnementale et convoqués par différents acteurs pour s'exprimer sur le sujet. L'une des pistes qui peut être dessinée aujourd'hui est le développement de recherches plus inclusives, comme le promeuvent des travaux en *Science and Technology Studies* (STS). Parmi ces travaux figurent ceux menés par Barbara Allen et son équipe de recherche sur la production d'une « science fortement participative » (*strongly participatory science*) (2018). Leurs études sur l'excès de pathologies environnementales dans la région industrielle de l'Étang de Berre sont intéressantes à retenir en raison de l'impact qu'elles ont eu en France. La démarche promue vise à inclure des citoyens dans toutes les étapes de la production de nouveaux savoirs, allant de la formulation de questions de recherche à l'analyse et l'interprétation de données. Son objectif est la production des savoirs permettant, par la prise en compte de préoccupations des citoyens concernant la pollution de l'air sur les pathologies environnementales, de combler des espaces de la science non faite (*undone science*). Cependant, la « science fortement participative », au-delà de combler des espaces de la science non faite, pourrait avoir une toute autre application que Barbara Allen n'avait pas envisagée. Elle pourrait être mobilisée pour surmonter la fragmentation paradoxale dont il a été question dans cette thèse. En effet, cette démarche en croisant des données sanitaires (récoltées auprès des citoyens) avec des données météorologiques, est un pas pour la mise en relation et en perspective de différents savoirs. Sans fournir un outil clé en main, elle permet d'ouvrir un dialogue entre différents acteurs, sur un territoire fortement à risques et de mettre à l'agenda des problèmes sanitaires environnementaux ignorés et invisibilisés. Il ne s'agit pas de voir dans cette démarche une solution clé en main, mais un moyen de réouvrir les possibles, de questionner comment les

problèmes sanitaires environnementaux accèdent à l'agenda, comment ils sont traités dans la durée, comment les asymétries de pouvoir sont reproduites et comment les problèmes persistent malgré une accumulation de savoirs et des mobilisations renouvelées. C'est à ces questions que cette thèse a essayé de répondre.

Bibliographie générale

1. Articles scientifiques

- Allen, Barbara. 2018. « Strongly Participatory Science and Knowledge Justice in an Environmentally Contested Region ». *Science, Technology & Human Values* 43, n° 6 : 947-71. <https://doi.org/10.1177/0162243918758380>.
- Arhip-Paterson, William. 2020. « Les budgets participatifs sont encore partisans. (Dé)partisanisation des budgets participatifs parisiens (2014-2020) ». *Participations* 1-2, n° 26-27 : 135-64. <https://doi-org.inshs.bib.cnrs.fr/10.3917/parti.026.0135>.
- Barbier, Laura, Soraya Boudia, Maël Goumri et Justyna Moizard-Lanvin. 2021. « Ignorance(s) ». *Revue d'anthropologie des connaissances* 15, n° 4 : [en ligne]. <http://journals.openedition.org/rac/25513>.
- Benamouzig, Daniel, et Julien Besançon. 2005. « Administrer un monde incertain : les nouvelles bureaucraties techniques. Le cas des agences sanitaires en France ». *Sociologie du travail* 47 : 302-22. <https://doi.org/10.4000/sdt.26600>.
- Boullet, Daniel. 2012. « La politique de l'environnement industriel en France (1960-1990) Pouvoirs publics et patronat face à une diversification des enjeux et des acteurs ». *Vingtième Siècle. Revue d'histoire* 1, n° 113 : 155-68. <https://doi.org/10.3917/vin.113.0155>.
- Boullet, Daniel. 2013. « Les enjeux de l'environnement industriel en France dans les années 1960 : les industriels face à la naissance d'une politique ». *Comité d'histoire pour mémoire* : 44-45.
- Boutaric, Franck. 2007. « Les réseaux de la qualité de l'air : des associations stratégiques actrices de l'action publique ». *Développement durable et territoires*. <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.2878>.

- Boutaric, Franck, et Pierre Lascoumes. 2008. « L'épidémiologie environnementale entre science et politique. Les enjeux de la pollution atmosphérique en France ». *Sciences Sociales et Santé* 26, n° 4 : 5-38. <https://doi.org/10.3917/sss.264.0005>.
- Brown, Phil, Brian Mayer, Stephen Zvestovski, Theo Luebke, Joshua Mandelbaum, et Sabrina McCormick. 2004. « Clearing the air and breathing freely : the health politics of air pollution and asthma ». *International Journal of Health Services* 34, n° 1 : 39-63. <https://doi.org/10.2190/D7QX-Q3FQ-BJUG-EVHL>.
- Buton, François. 2006. « De l'expertise scientifique à l'intelligence épidémiologique : l'activité de veille sanitaire ». *Genèses* 4, n° 65 : 71-91. <https://doi.org/10.3917/gen.065.0071>.
- Buton, François, et Frédéric Pierru. 2012. « Instituer la police des risques sanitaires. Mise en circulation de l'épidémiologie appliquée et agencification de l'état sanitaire ». *Gouvernement et action publique* 1, n° 4 : 67-90. <https://doi.org/10.3917/gap.124.0067>.
- Charles, Lionel. 2003. « Pollution atmosphérique en région Île-de-France : une problématique en transition ». *Pollution atmosphérique*, n° 177 : 57-70.
- Counil, Émilie, Emmanuel Henry, et Walaa Ismail. 2020. « Relier mesures d'impact en population et inégalités sociales de santé. L'exemple des liens entre travail et cancer ». *Environnement, Risques & Santé* 19, n° 4 : 267-72. <https://doi.org/10.1684/ers.2020.1456>.
- Davies, Thom. 2019. « Slow violence and toxic geographies : "Out of sight" to whom? ». *Environment and Planning C: Politics and Space*. <https://doi.org/10.1177/2399654419841063>.
- Demortain, David. 2017. « Expertise, Regulatory Science and the Evaluation of Technology and Risk : Introduction to the Special Issue ». *Minerva* 55, n°2 : 139-59. <https://doi.org/10.1007/s11024-017-9325-1>
- Durand, Mathieu, et Jaglin Sylvie. 2012. « Inégalités environnementales et écologiques : quelles applications dans les territoires et les services urbains ». *Flux* 3/4, n° 89-90 : 4-14. <https://doi.org/10.3917/flux.089.0004>.

- Flonneau, Mathieu. 2003a. « L'action du district de la région parisienne et les Dix Glorieuses de l'urbanisme automobile ». *Vingtième Siècle. Revue d'histoire* 79, n° 3 : 93-104. <https://doi.org/10.3917/ving.079.0093>.
- Frickel, Scott, Sahra Gibbon, Jeff Howard, Joanna Kempner, Gwen Ottinger, et David Hess. 2010. « Undone Science : Charting Social Movement and Civil Society Challenges to Research Agenda Setting ». *Science, Technology & Human Values* 35, n° 4 : 444-73. <https://doi.org/10.1177/0162243909345836>.
- Frioux, Stéphane. 2021. « Genèse et application de la loi de 1961 sur la pollution atmosphérique ». *Histoire@Politique* 43 : 53-67. <https://doi.org/10.4000/histoirepolitique.494>.
- Gabrys, Jennifer. 2017. « Citizen sensing, air pollution and fracking : From 'caring about your air' to speculative practices of evidencing harm ». *The Sociological Review Monographs* 65, n° 2 : 172-92. <https://doi.org/10.1177/0081176917710421>.
- Gabrys, Jennifer, et Helen Pritchard. 2018. « Just Good Enough Data and Environmental Sensing : Moving beyond Regulatory Benchmarks toward Citizen Action ». *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research* 13 : 4-14.
- Gabrys, Jennifer, Helen Pritchard, et Benjamin Barrat. 2016. « Just good enough data: Figuring data citizenships through air pollution sensing and data stories ». *Big Data & Society* 3, n° 2 : 1-14. <https://doi.org/10.1177/2053951716679677>.
- Henry, Emmanuel. 2003. « Du silence au scandale. Des difficultés des médias d'information à se saisir de la question de l'amiante ». *Réseaux* 6, n° 122 : 237-72.
- Hepler-Smith, Evan. 2019. « Molecular Bureaucracy: Toxicological Information and Environmental Protection ». *Environmental History* 24, n°3 : 534-60. <https://doi.org/10.1093/envhis/emy134>.
- Hess, David. 2020. The Sociology of Ignorance and Post-Truth Politics. *Sociological Forum* 35, n°1 : 241-249. <http://dx.doi.org/10.1111/socf.12577>.

- Jas, Nathalie. 2017. « Millefeuilles institutionnels et production d'ignorance dans le « gouvernement » des substances chimiques dangereuses ». *Raison présente* 204 : 43-52. <https://doi-org.ezproxy.u-paris.fr/10.3917/rpre.204.0043>.
- Javelle, Jean-Pierre, et Daniel Rousseau. 2021. « Les débuts mouvementés de l'observatoire météorologique du parc Montsouris à Paris (1869-1872) », *La Météorologie*, n° 114 : 21-29. <https://doi.org/10.37053/lameteorologie-2021-0071>.
- Lestel, Laurence. 2013. « Pollution atmosphérique en milieu urbain : de sa régulation à sa surveillance ». *Vertigo*, n° 15 : [en ligne]. <https://doi.org/10.4000/vertigo.12826>.
- Ottinger, Gwen. 2009. « Epistemic Fencelines : Air Monitoring Instruments and Expert-Resident Boundaries ». *Spontaneous Generations: A Journal for the History and Philosophy of Science* 3, n° 1 : 55-67. <https://doi.org/10.4245/sponge.v3i1.6115>.
- Ottinger, Gwen. 2010. « Buckets of Resistance : Standards and the Effectiveness of Citizen Science ». *Science, Technology & Human Values* 35, n° 2 : 244-70. <https://doi.org/10.1177/0162243909337121>.
- Parasie, Sylvain, et Dedieu, François. 2019. « À quoi tient la crédibilité des données citoyennes ? L'institutionnalisation des capteurs citoyens de pollution de l'air en Californie ». *Revue d'Anthropologie des Connaissances* 13, n° 4 : 1035-62. <https://doi.org/10.3917/rac.045.1035>
- Pritchard, Helen, et Jennifer Gabrys. 2016. « From Citizen Sensing to Collective Monitoring : Working through the Perceptive and Affective Problematics of Environmental Pollution ». *GeoHumanities* 2, n° 2 : 354-71. <https://doi.org/10.1080/2373566X.2016.1234355>.
- Rainhorn, Judith. 2021. « Le plomb, le peintre et la flèche de Notre-Dame. Politiques de l'ignorance à propos du risque saturnin en longue durée ». *Revue d'Anthropologie des Connaissances* 15, n°4 : [en ligne]. <http://journals.openedition.org/rac/25438>.

- Richter, Lauren, Alissa Cordner, et Phil Brown. 2018. « Non-stick science: Sixty years of research and (in)action on fluorinated compounds ». *Social Studies of Science* 48, n° 5 : 691-714. <https://doi.org/10.1177/0306312718799960>.
- Roussel, Isabelle. 2019. « La pollution atmosphérique entre santé et environnement (1958-1996) ». *Écologie & politique* 58, n° 1 : 35-52. <https://doi.org/10.3917/ecopo1.058.0035>.
- Sassen, Saskia. 2009. « Cities are at the center of our environmental future ». *S.A.P.I.E.N.S* 2, n° 3.
- Snyder, Lynne Page. 1994. « The Death-Dealing Smog over Donora, Pennsylvania': Industrial Air Pollution, Public Health Policy, and the Politics of Expertise, 1948-1949 ». *Environmental History Review* 18, n° 1 : 117-39. <https://doi.org/10.2307/3984747>.
- Sommer, Laura Kim, Janet Kay Swim, Anna Keller, et Christian Andreas Klöckner. 2019. « “Pollution Pods”: The merging of art and psychology to engage the public in climate change ». *Global Environmental Change* 59 : [en ligne]. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101992>.
- Suryanarayanan, Sainath, et Daniel Lee Kleinman. 2017. *Vanishing Bees: Science, Politics, and Honeybee Health*. New Brunswick, New Jersey, London : Rutgers University Press.
- Turnhout, Esther. 2009. « The effectiveness of boundary objects : the case of ecological indicators ». *Science and Public Policy* 36, n° 5 : 403-12. <https://doi.org/10.3152/030234209X442007>.
- Turnhout, Esther, Matthijs Hisschemöller, et Herman Eijsackers. 2007. « Ecological indicators : between the two fires of science and policy ». *Ecological Indicators* 7, n° 2 : 215-28. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2005.12.003>.
- Vassor, Mathilde. 2019. « L'instrumentation technique d'une politique participative, un travestissement des rapports de pouvoir ? L'exemple du budget participatif de la Ville de Paris ». *Interfaces numériques* 8, n° 3 : [en ligne]. <https://doi.org/10.25965/interfaces-numeriques.3998>.

- Zhang, Yang, Steve J. Smith, Michelle Bell, Amy Mueller, Matthew Eckelman, Sara Wylie, Elizabeth L. Sweet, Ping Chen, et Deb A. Niemeier. 2021. « Pollution inequality 50 years after the Clean Air Act : the need for hyperlocal data and action ». *Environmental Research Letters* 16, n° 7 : [en ligne]. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac09b1>.
- Zittoun, Philippe. 2007. « La carte parisienne du bruit. La fabrique d'un nouvel énoncé de politique publique ». *Politix* 20, n° 78 : 157-78. <https://doi.org/10.3917/pox.078.0157>.

2. Ouvrages et chapitres d'ouvrages

- Besançon, Julien. 2004. *Les agences de sécurité sanitaire en France. Revue de littérature commentée*. Cahier du GIS Risques collectifs et situations de crise 2. Grenoble : MSH-Alpes.
- Borraz, Olivier et David Demortain. 2015. « Science réglementaire ». Dans *Dictionnaire critique de l'expertise : Santé, travail, environnement*, Emmanuel Henry, Claude Gilbert, Jean-Noël Jouzel et Pascal Marichalar (éd.), 279-285. Paris : Presses de Sciences Po. <https://doi.org/10.3917/scpo.henry.2015.01.0279>.
- Boudia, Soraya. 2009. « Les problèmes de santé publique de longue durée : Les effets des faibles doses de radioactivité ». Dans *Comment se construisent les problèmes de santé publique*, Claude Gilbert (éd.), 35-53. Paris : La Découverte. <https://doi-org.inshs.bib.cnrs.fr/10.3917/dec.gilbe.2009.01.0035>.
- Boudia, Soraya, et Nathalie Jas. 2013. *Toxicants, Health and Regulation since 1945*. Londres et New York : Routledge.
- Boudia, Soraya, et Nathalie Jas. 2014. *Powerless Science ? Science and Politics in a Toxic World*. New York et Oxford : Berghahn Books.
- Boudia, Soraya, et Nathalie Jas. 2019. *Gouverner un monde toxique*. Versailles : Éditions Quæ.

- Boullet, Daniel. 2006. *Entreprises et environnement en France de 1960 à 1990. Les chemins d'une prise de conscience*. Genève : Librairie Droz S.A.
- Boullier, Henri. 2019. *Toxiques légaux. Comment les firmes chimiques ont mis la main sur le contrôle de leurs produits*. Paris : La Découverte.
- Bruno, Isabelle. 2008. *À vos marques, prêts ... cherchez ! La stratégie européenne de Lisbonne, vers un marché de la recherche*. Broissieux : Éditions du Croquant.
- Charvolin, Florian, Stéphane Frioux, Léa Kamoun, François Mélard, et Isabelle Roussel. 2015. *Un air familial ?* Paris : Presses des Mines.
- Chateauraynaud, Francis. 2020. *Alertes et lanceurs d'alerte*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Chateauraynaud, Francis, et Josquin Debaz. 2017. *Aux bords de l'irréversible. Sociologie pragmatique des transformations*. Pragmatismes. Paris : Éditions Pétra.
- Chateauraynaud, Francis, et Didier Torny. 1999. *Les sombres précurseurs : une sociologie pragmatique de l'alerte et du risque*. Paris : Éditions de l'EHESS.
- Dab, William, et Isabelle Roussel. 2001. *L'air et la ville. Les nouveaux visages de la pollution atmosphérique*. Saint-Amand-Montrond : Hachette Littératures.
- Demortain, David. 2011. *Scientists and the Regulation of Risk. Standardising control*. Cheltenham, Northampton : Edward Elgar.
- Féré, Cécile, Paul Lecroart, Nicolas Pech, Patricia Pelloux, et Olivier Roussel. 2014. *Les métamorphoses de l'autoroute urbaine*. Paris : Éditions Gallimard.
- Flonneau, Mathieu. 2003b. *L'automobile à la conquête de Paris. Chroniques illustrées*. Paris : Presses de l'École nationale des ponts et chaussées.
- Fortun, Kim, et Mike Fortun. 2019. « Anthropologies of the Sciences. Thinking Across Strata ». Dans *Exotic No More. Anthropology for the Contemporary World*, Jeremy MacClancy (éd.), 241-63. Chicago et Londres : The University of Chicago Press.
- Fortun, Mike, Kim Fortun, Brandon Costelloe-Kuehn, Tahereh Saheb, Daniel Price, Alison Kenner, et Jerome Crowder. 2014. « Asthma, Culture, and Cultural

- Analysis: Continuing Challenges ». Dans *Heterogeneity in Asthma*, Allan R. Brasier (éd.), 321-332. New York : Springer Science+Business Media.
- Frickel, Scott et Michelle Edwards. 2014. « Untagling Ignorance in Environmental Risk Assessment ». Dans *Powerless Science ? Science and Politics in a Toxic World*, Soraya Boudia and Nathalie Jas (éd.), 215-33. *The Environment in History : International Perspectives*. Oxford : Berghahn Books.
- Frickel, Scott et Kelly Moore. 2006. *The New Political Sociology of Science. Institutions, networks and power*. Madison, Wisconsin : The University of Wisconsin Press.
- Frickel, Scott, et Bess M. Vincent. 2011. « Katrina's Contamination: Regulatory Knowledge Gaps in the Making and Unmaking of Environmental Contention ». Dans *Dynamics of Disaster. Lessons on Risk, Response and Recovery*, Barbara Allen et Rachel A. Dowty (éd.), 11-28. Londres : Earthscan.
- Frioux, Stéphane. 2013. « La pollution de l'air, un mal nécessaire ? La gestion du problème durant les "Trente polluées". » Dans *Une autre histoire des « Trente Glorieuses ». Modernisation, contestations et pollution dans la France d'après-guerre*, Céline Pessis, Sezin Topçu et Christophe Bonneuil (éd.), 99-116. Paris : La Découverte.
- Henry, Emmanuel. 2015. « L'importation des valeurs limites d'exposition professionnelle en France : convergence transnationale ou redéfinition du rôle de l'État et des modes d'intervention publique ? ». Dans *La mondialisation des risques. Une histoire politique et transnationale des risques sanitaires et environnementaux*, Emmanuel Henry et Soraya Boudia (éd.), 181-196. Rennes : Presses universitaires de Rennes.
- Henry, Emmanuel. 2017. *Ignorance scientifique et inaction publique : Les politiques de santé au travail*. Paris : Presses de Sciences Po.
- Hess, David. 2007. *Alternative pathways in science and industry : Activism, innovation, and the environment in an era of globalization*. Cambridge : MIT Press, 2007.
- Hess, Davis. 2016. *Undone Science : Social Movements, Mobilized Publics, and Industrial Transitions*. Cambridge, London : The MIT Press.

- Jas, Nathalie. 2014. « Gouverner les substances chimiques dangereuses dans les espaces internationaux ». Dans *Le gouvernement des technosciences. Gouverner le progrès et ses dégâts depuis 1945*, Dominique Pestre (éd.), 31-63. Paris : La Découverte.
- Jasanoff, Sheila. 1990. *The Fifth Branch: Science Advisers as Policymakers*. Cambridge, Londres : Harvard University Press.
- Kenner, Alison. 2018. *Breathtaking: Asthma Care in a Time of Climate Change*. Minneapolis : University of Minnesota Press.
- Langlinay, Erik. 2007. 2007. « Henri Moureu (1899-1978) ». Dans *Itinéraires de chimistes 1857-2007. 150 ans de chimie en France avec les présidents de la SFC*, Laurence Lestel (éd.), 395-99. Les Ulis : EDP Sciences.
- Le Roux, Thomas. 2011. *Le laboratoire des pollutions industrielles. Paris, 1770-1830*. Paris : Albin Michel.
- Martin, Olivier. 2020. *L'empire des chiffres*. Armand Colin. <https://doi-org.ezproxy.u-paris.fr/10.3917/arco.marti.2020.01>
- Massard-Guilbaud, Geneviève. 2010. *Histoire de la pollution industrielle. France, 1789-1914*. Paris : Éditions de l'EHESS.
- Ollitrault, Sylvie. 2008. « Des manifestation à l'expertise : changement de registres d'action et continuité de la lutte ». Dans *Militer pour la planète. Sociologie des écologistes*, Sylvie Ollitrault (éd.), 61-123. Rennes : Presses universitaires de Rennes.
- Péchu, Céline. 2020. « Répertoire d'action ». Dans *Dictionnaire des mouvements sociaux*, Olivier Fillieule, Lilian Mathieu et Cécile Péchu (éd.), 495-501. Paris : Presses de Science Po.
- Proctor, Robert N., et Londa Schiebinger. 2008. *Agnology: the making and unmaking of ignorance*. Stanford : Stanford University Press.
- Vagnon, Emmanuelle, et Éric Vallet. 2017. *La fabrique de l'Océan Indien : Cartes d'Orient et d'Occident (Antiquité-XVIe siècle)*. Paris : Publications de la Sorbonne.

Zimmer, Alexis. 2013. « Le brouillard mortel de la vallée de la Meuse ». Dans *Débordements industriels : Environnement, territoire et conflit (XVIIIe-XXIe siècle)*, Michel Letté et Thomas Le Roux (éd.), 115-131. Rennes : Presses universitaires de Rennes.

Références

1. Articles de presse

- AFP. 2003. « Pollution : campagne d'information auprès de 8 900 médecins en Île-de-France ». 18 juin 2003.
- Ambroise-Rendu, Marc. 1994. « Île-de-France contesté par les écologistes et les spécialistes de la santé. Un dispositif d'alerte à la pollution est mis en place à Paris ». *Le Monde*, 30 avril 1994.
- Ambroise-Rendu, Marc. 1994. « Île-de-France. Six alertes en un mois Paris a connu en juillet une pollution record ». *Le Monde*, 2 août 1994.
- Brocard, Veronique. 2014. « Dominique Alba dessine l'économie de Paris ». *La Tribune*, 17 novembre 2014.
- Cans, Roger. 1994. « Les entreprises industrielles ont quitté le centre des métropoles, mais la pollution n'a pas diminué : les gaz d'échappement des véhicules remplacent les fumées d'usines ». *Le Monde*, 10 octobre 1994.
- Chirot, Françoise. 1996. « La maire de Paris pressé par la montée des préoccupations liées à l'environnement ». *Le Monde*, 7 février 1996.
- Coroller, Catherine. 1997. « "Inhaler de l'ozone est irritant, guère plus". Le Pr Bourbon minimise les risques de la pollution pour la santé. ». *Libération*, 19 août 1997.
- Crie, Hélène. 1996. « Air : le projet de loi part en fumée. Face au lobby automobile, Corine Lepage est en mauvaise posture ». *Libération*, 6 février 1996.
- De Chenay, Christophe. 1994. « Des initiatives du conseil régional pour lutter contre la pollution atmosphérique. Le trafic automobile est le principal responsable de la mauvaise qualité de l'air ». *Le Monde*, 1^{er} février 1994
- De Chenay, Christophe. 1994. « Une étude de l'Observatoire régional de la santé. La pollution atmosphérique aggrave certaines maladies affectant les Franciliens ». *Le Monde*, 26 septembre 1994.

- Ecoiffier, Matthieu. 1996. « L'air pollué accusé de mort d'hommes en Île-de-France. Une étude chiffre les décès prématurés de malades cardio-vasculaires ». *Libération*, 7 février 1996.
- Fortier, Jacques. 1991. « Vosges : l'encadrement nordique ». *Le Monde*. 20 septembre 1991.
- Gomez, Marianne. 1996. « Environnement. L'air pollué accélère la mortalité. À Paris et à Lyon, la pollution atmosphérique provoque plus de 300 décès annuels prématurés ». *La Croix*, 8 février 1996.
- Journal de l'environnement*. 2013. « Qualité de l'air : les mesurette du gouvernement ». 7 février 2013.
- Just, Jocelyne, Isabella Annesi-Maesano, Bruno Housset, Isabelle Bossé, Philippe Bonniaud, Thomas Bourdrel, Harriet Corvol *et al.* 2019. « Tribune : "Il faut diminuer la pollution automobile" ». *Le Monde*. 26 juin 2019.
- Le Blanc, Amandine. 2018. « Bernard Jomier, un généraliste sur les bancs du Sénat ». *legeneraliste.fr*, 16 août 2018.
- Le Hir, Pierre. 1996. « Lyon est "asphyxiée" par ses usines et ses voitures ». *Le Monde*, 7 février 1996.
- Le Monde*. 1989. « Environnement : M. Brice Lalonde crée une cellule de surveillance du smog de Paris ». 6 février 1989.
- Le Monde*. 1989. « La pollution dans les grandes villes. Week-end d'oxygénation ». 7 février 1989.
- Le Monde*. 1996. « Pollution et santé publique ». 7 février 1996.
- Le Monde*. 1996. « Un impact non négligeable au niveau collectif ». 7 février 1996.
- Le Monde*. 2015. « COP21 : 700 maires du monde réunis à Paris pour exercer « une pression positive ». 4 décembre 2015.
- Lepage, Corinne. 2015. « Qualité de l'air : le bal des hypocrites ». *The Huffington Post*, 23 mars 2015.
- Le Parisien*. 2012. « La ville de Paris condamnée à 220 000 euros d'amende pour travail dissimulé ». 3 février 2012.

- Le Parisien*. 2013. « Pollution : les médecins parisiens tirent la sonnette d'alarme ». 14 février 2013.
- Le Progrès*. 1997. « Santé : “Un danger modéré” ». 10 septembre 1997.
- Les Échos*. 1991. « 400 renifleurs bénévoles pour “Air Normand” ». 30 octobre 1991, sect. Supplément Industrie.
- Les Échos*. 1991. « Grenoble joue le bon élève de la classe Europe ». 30 octobre 1991, sect. Supplément industrie.
- Les Échos*. 1991. « Lyon réorganise ses réseaux ». 30 octobre 1991, sect. Supplément industrie.
- Les Échos*. 2003. « William Dab ». 22 août 2003.
- Mandard, Stéphane. 2017. « Le pneumologue Michel Aubier condamné à six mois de prison avec sursis ». *Le Monde*, 5 juillet 2017.
- Mandard, Stéphane. 2018. « La condamnation pour « faux témoignage » du pneumologue Michel Aubier confirmée en appel ». *Le Monde*, 9 novembre 2018.
- Nau, Jean-Yves. 1996. « L'important est de transmettre ces conclusions aux autorités politiques ». *Le Monde*, 7 février 1996.
- Nau, Jean-Yves. 1996. « Plusieurs centaines de décès sont imputables à la pollution de l'air ». *Le Monde*, 7 février 1996.
- Perez, Martine. 1997. « La difficile évaluation de l'influence de la pollution sur la santé ». *Le Figaro*, 12 mars 1997.
- Perez, Martine. 1997. « Pollution et maladies : les incertitudes des médecins ». *Le Figaro*, 20 janvier 1997.
- Sciences et Avenir*. 2013. « Des médecins parisiens tirent la sonnette d'alarme sur la pollution de l'air ». 15 février 2013.
- Seghier, Carine. 2005. « Airparif évalue l'impact sur la qualité de l'air de l'échangeur de la porte de Bagnolet à Paris ». *Actu Environnement*, 13 avril 2005.

Serge, Marti. 1990. « L'Amérique se met au vert. Après neuf mois de discussions, le Sénat et l'administration américains se sont mis d'accord pour adopter une nouvelle "loi sur l'air pur" ». *Le Monde*. 6 avril 1990.

Sud-Ouest. 1996. « La pollution tue ». 7 février 1996.

Vichniac, Isabelle. 1990. « Un rapport non publié de l'OMS. Les effets de la pollution atmosphérique sur la santé des Européens ». *Le Monde*, 17 septembre 1990.

Zmirou, Denis. 2005. « Pourquoi j'ai démissionné de l'Afsse, par Denis Zmirou-Navier ». *Le Monde*, 9 juin 2005.

2. Articles scientifiques

Alary, René, et Yvon Le Moullec. 2003. « La mesure de la pollution atmosphérique dans l'agglomération parisienne depuis 1879 ». *Pollution atmosphérique*, 73-83.

Besson, Albert et Jean Pelletier. 1954. « Un nouveau procédé pratique pour le dosage de l'anhydride carbonique dans les atmosphères confinées ». *Bulletin de l'Académie nationale de médecine* 138, n° 31 et 32 : 521-23.

Besson, Albert, et Jean Pelletier. 1956. « Contribution à l'étude de la pollution atmosphérique ». *Bulletin de l'Académie nationale de médecine*, 601-7.

Bronner, Gérald. 2013. « Le miroir aux alouettes des peurs contemporaines ». *Environnement, Risques & Santé* 12, n° 5 : 373-74.

Charles, Lionel et Isabelle Roussel. 2016. « Le plan parisien de santé environnementale. Entretien avec Bernard Jomier ». *Pollution atmosphérique*, n° 228 : 3-4.

Dixon, James, Norton Nelson, John Goldsmith, Paul Kotin, Geoffrey Carey, Leslie Chambers, Harry Williams, Max Howell, John Hull, Howard Roderick, William Bradley, Harold Kennedy, James Lodge, Andrew Rose, et Donald Wagner. 1959. « National Conference on Air Pollution : Conderence Report ». *Public Health Reports (1896-1970)* 74, n° 5 : 409-27.

Dockery, Douglas, Arden Pope, Xiping Xu, John Spengler, James Ware, Martha Fay, Benjamin Ferris, et Frank Speizer. 1993. « An Association Between Air

Pollution and Mortality in Six U.S Cities ». *The New England Journal of Medicine* 329, n° 24 : 1753-59.
<https://doi.org/10.1056/NEJM199312093292401>.

Dor, Frédéric, Yvonnick Guillois-Becel, Jean-Luc Lasalle, Céline Legout, Arnaud Mathieu, et Mathilde Pascal. 2008. « Mesures d'imprégnation biologique : dépistage ou étude d'exposition ? ». *Bulletin épidémiologique hebdomadaire*, n° 47-48 : 465-67.

Drucker, Jacques. 1997. « Des CDC d'Atlanta à l'Institut de veille sanitaire, en passant par le Réseau national de santé publique : l'essor de l'épidémiologie d'intervention en France ». *Revue Française des Affaires Sociales* 51, n° 3-4 : 66-70.

Fargette, Bruno. 2000. « Pollution atmosphérique en Ile-de-France : un révélateur du fonctionnement des institutions ? ». *Pollution atmosphérique*, n° 168 : 533-47.
<http://lodel.irevues.inist.fr/pollution-atmospherique/index.php?id=3152>.

Girard, Charles. 1954. « La lutte contre le brouillard mortel des grandes villes ». *Sciences et Vie Technique*, n° 449.

Goldberg, Marcel, et Marie Zins. 2012. « Principe et intérêt des cohortes épidémiologiques ». *Actualité et dossier en santé publique*, n° 78 : 14-18.

Hannoun, Claude, William Dab, et Jean Marie Cohen. 1989. « A new influenza surveillance system in France : The Ile-de-France "GROG". 1. Principles and methology ». *European Journal of Epidemiology* 5, n° 3 : 285-93.
<https://doi.org/10.1007/BF00144828>.

Holland, Walter, A.E. Bennet, I.R. Cameron, C. du V. Florey, S.R. Leeder, R.S.F. Schilling, A.V. Swan, et R.E. Waller. 1979. « Health Effects of Particulate Pollution : Reappraising the Evidence ». *American Journal of Epidemiology* 110, n° 5 : 525-659. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a112836>.

Institut de Veille Sanitaire. 2008. « Impact sanitaire de la pollution des sols : un programme inter-Cire ». *Bulletin épidémiologique hebdomadaire*, n° 47-48.

Jouan, Michel. 1995. « Réseau national de santé publique ». *Actualité et dossier en santé publique. Santé et environnement*, n° 13 : 10.

- Jouan, Michel. 2000. « L'institut de veille sanitaire Son rôle dans le domaine de la santé environnementale ». *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, n° 16-17 : 28-38.
- Katsouyanni, Klea, Joel Schwartz, Claudia Spix, Giota Touloumi, Denis Zmirou, Antonella Zanobetti, Bogdan Wojtyniak, Judith M. Vonk, Adam Tobias, Antti Pönkä, Sylvia Médina, Ljuba Bacharova et H. Ross Andreson. 1996. « Short-term effects of air pollution on health: a European approach using epidemiological time-series data » : the APHEA protocol. *Journal of epidemiology and community health* 50 : 12-18. https://doi.org/10.1136/jech.50.suppl_1.s12.
- Laskin, David. 2006. « The Great London Smog ». *Weatherwise* 59, n° 6 : 42-45. <https://doi.org/10.3200/WEWI.59.6.42-45>.
- Lellouch, Joseph. 1986. « Pollution atmosphérique et affections respiratoires chroniques. L'enquête nationale française PAARC ». *Sozial- und Präventivmedizin* 31 : 8-12.
- Médina, Sylvia, William Dab, Philippe Quénel, Ruth Ferry, et Bernard Festy. 1996. « Urban air pollution is still a public health problem in Paris ». *World Health Forum* 17, n° 2 : 187-93.
- Observatoire Régional de Santé d'Île-de-France. 1994. « Impact de la pollution atmosphérique urbaine sur la santé en Île-de-France 1987-1990. Premiers résultats présentés par l'Observation Régional de la Santé dans le cadre du projet ERPURS ». *Pollution atmosphérique*, n° 144 : 52-54.
- Quénel, Philippe. 2008. « L'épidémiologie d'intervention : une pratique professionnelle entre science et politique, revendiquée et assumée. Le cas de la pollution atmosphérique ». *Sciences Sociales et Santé* 26, n° 4 : 39-50.
- Quénel, Philippe, Denis Zmirou, Alain Le Tertre, Franck Balducci, Sylvia Médina, Taghi Barumandzadeh, Yvon Le Moullec, Philippe Ritter, Bernard Festy, et William Dab. 1995. « Impact de la pollution atmosphérique urbaine de type acido-particulaire sur la mortalité quotidienne à Lyon et dans l'agglomération parisienne ». *Santé Publique* 6, n° 4 : 1-14.

- Quénel, Philippe, Denis Zmirou, Sylvia Médina, Alain Le Tertre, Franck Balducci, Yvon Le Moullec, Philippe Ritter, Taghi Barumandzadeh, et William Dab. 1998. « Impact sur la santé de la pollution atmosphérique en milieu urbain : synthèse des résultats de l'étude APHEA (Air Pollution and Health : A European Approach) ». *Bulletin épidémiologique hebdomadaire*, n° 2 : 5-7.
- Roussel, André. 1983. « Des pollutions d'origine automobile ». *Pollution atmosphérique*, Supplément au n°99.
- Schwartz, Joel. 1994. « Air Pollution and Daily Mortality : A Review and Meta-Analysis ». *Environmental Research* 64, n° 1 : 36-52. <https://doi.org/10.1006/enrs.1994.1005>.
- Tessier, Jean-François. 2014. « Deux pionniers bordelais de la lutte contre la pollution atmosphérique. Une page de l'histoire de l'Appa ». *Pollution atmosphérique*, n° 222 : [en ligne]. <http://odel.irevues.inist.fr/pollution-atmospherique/index.php?id=4529>.
- Traoré, Medicoulé, Robert Garnier, Luc Ginot, Jérôme Langrand, Pierre Chauvin, et Stéphanie Vandentorren. 2016. « Approche géographique de la surveillance du saturnisme infantile en Île-de-France ». *Bulletin épidémiologique hebdomadaire*, n° 16-17 : 298-303.
- Zmirou, Denis, Joel Schwartz, Marc Saez, Antonella Zanobetti, Bogdan Wojtyniak, Giotta Touloumi, Claudia Spix, Antonio Ponce de Leon, Yvon Le Moullec, Ljuba Bacharova, Jan Schouten, Antti Pönkä, Klea Katsouyanni. 1998. « Time-Series Analysis of Air Pollution and Cause-Specific Mortality ». *Epidemiology* 9, n° 5 : 495-503.

3. Ouvrages et chapitres d'ouvrages

- Abel, Andrea, David Hammond, Daniel Hyslop, Reza Mahidji, Daniel Frederik Mandrella, International Law and Policy Institute, et Institute for Economics and Peace. 2017. « Le Cadre de l'OCDE sur la fragilité ». Dans *États de fragilité 2016. Comprendre la violence*. Paris : Éditions OCDE.

- Inserm. 2011. « Méthodes d'étude épidémiologique ». Dans *Reproduction et environnement*, 201-220. Paris: Les éditions Inserm.
- Rodriguez, Yvonne R. 2014. « Great Smog of London ». Dans *Encyclopedia of Toxicology*, Philip Wexler (éd.), 796-797. Amsterdam et Boston : Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.00027-0>.

4. Documents et rapports institutionnels

- ADEME. 2019. « Expérimentation du logiciel AIRQ+. Accompagnement à la réalisation d'évaluation quantitative d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique ». Paris.
- ADEME et Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer. 2016. « Actes des 3e Assises Nationales de la Qualité de l'Air ». Paris.
- Airparif. 2014. « Bilan de l'épisode de pollution et de la circulation alternée ». Paris.
- Airparif. 2013. « Évolution de la qualité de l'air à Paris entre 2002 et 2012 ». Paris.
- Airparif. 2019. « Respirons mieux dans le 20^e. Bulletin trimestriel #01 ». Paris.
- Alba, Dominique, Julien Bigorgne, Paul Baroin, Emmanuelle Roux, et Yann-Fanch Vauléon. 2020. « Atténuer les îlots de chaleur urbains. Cahier #5 : méthodes et outils de conception des projets ». Paris : Apur.
- Alba, Dominique, Julien Bigorgne, et Christiane Blancot. 2012. « Les Îlots de Chaleur Urbains à Paris. Cahier #1 ». Paris : Apur.
- Alba, Dominique, Julien Bigorgne, Martin Hendel, Christiane Blancot, et Marie-Thérèse Besse. « Les îlots de chaleur urbains à Paris. Cahier #4 : influence climatique des revêtements de sol à Paris ». Paris : Apur, juillet 2017.
- ANSES. 2017. « Professeur Isabelle Momas nommée présidente du Conseil scientifique de l'ANSES [Communiqué de presse] ». Maisons-Alfort.
- Apur. 2016. « Nouvelles données. 10 ans d'évolution de la végétation à Paris et dans la Métropole du Grand Paris ». Paris.

- Apur. 2017. « Observatoire de la prévention de la dégradation des immeubles d'habitation à Paris. Résultats 2017 ». Paris.
- Apur. 2019. « Les immeubles à risque en 2018 ». Dernière consultation le 19 septembre 2019. <https://www.apur.org/fr/nos-travaux/prevention-degradation-bati-paris>.
- Apur et SPSE. 2019. « Identifier les zones de fragilité en santé environnementale à Paris ». Paris.
- ATMO France. 2015. « Qualité de l'air et urbanisme – Guide méthodologique d'élaboration de la carte stratégique air ».
- Brisbois, Xavier, Domitille Raveau, Lolita Rubens, et Johanna Le Conte. 2020. « Suivi de l'expérimentation "Respirons mieux dans le 20^e" ». Paris.
- Bruitparif. 2018. « Méthodologie d'élaboration des cartes stratégiques de bruit de 3^e échéance (2017) en Île-de-France ». Paris.
- Bureau du recrutement. 2020. « Concours pour l'accès au corps des ingénieur.es et architectes d'administrations parisiennes. Spécialité santé publique et environnement ». Paris.
- Chateauraynaud, Francis, et Josquin Debaz. 2011. « Processus d'alerte et dispositifs d'expertise dans les dossiers sanitaires et environnementaux ». Paris : Observatoire informatisé de veille sociologique.
- Chateauraynaud, Francis, Josquin Debaz, Jean-Pierre Charriau, Aymeric Luneau, et Christopher Marlowe. 2014. « Une pragmatique des alertes et des controverses en appui à l'évaluation publique des risques. Rapport final ». Paris : Observatoire socio-informatique en santé environnementale.
- Chateauraynaud, Francis, Josquin Debaz, Jean-Pierre Charriau, et Christopher Marlowe. 2013. « Une pragmatique des alertes et des controverses en appui à l'évaluation publique des risques ». Paris : Observatoire socio-informatique en santé environnementale.
- Chateauraynaud, Francis, Josquin Debaz, Federico Ferretti, et Aymeric Luneau. 2012. « Une pragmatique des alertes et des controverses en appui à l'évaluation

- publique des risques ». Paris : Observatoire socio-informatique en santé environnementale.
- CIRC. 2012. « Les gaz d'échappement des moteurs diesel cancérigènes ». Lyon.
- CIRC. 2013. « La pollution atmosphérique une des premières causes environnementales de décès par cancer ». Lyon.
- Code de l'environnement. Loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie.
- Declercq, Christophe, Mathilde Pascal, Olivier Chanel, Magali Corso, Aymeric Ung, Laurence Pascal, Myriam Blanchard, Sophie Larrieu, et Sylvia Médina. 2012. « Impact sanitaire de la pollution atmosphérique dans neuf villes françaises. Résultats du projet Aphekom ». Saint-Maurice : InVS.
- Directeur de l'action sociale, de l'enfance et de la santé. 2015. « Note à l'attention du Secrétaire général de la Ville de Paris. Propositions d'évolution du Bureau de la santé environnementale et de l'hygiène ». Paris.
- Environmental Protection Agency. 2012. « Revised air quality standards for particle pollution and updates to the air quality index (AQI) ».
- Fargette, Bruno. 2013. « Histoire du Laboratoire municipal (1878-1965), ancêtre du Laboratoire central ». Paris.
- Ferry, Ruth, Bernard Festy, William Dab, Yvon Lemoullec, Sylvia Médina, Isabelle Momas, Philippe Pirard, et Philippe Quénel. 1992. « Effets à court et moyen terme de la pollution atmosphérique sur la santé. Analyse des études épidémiologiques publiées entre 1980 et 1991 ». Paris : Observatoire régional de santé d'Île-de-France.
- Gueymard, Sandrine, Jean-Philippe Camard, Nicolas Laruelle, Jonathan Boucher, et Cécile Mauclair. 2016. « Inégalités environnementales. Identification de points noirs environnementaux en région Île-de-France ». Paris : Observatoire régional de santé d'Île-de-France et l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la région d'Île-de-France.

- Hidalgo, Anne. 2014. « Note à l'attention de Bernard JOMIER, Adjoint à la Maire chargé de la santé, du handicap et des relations avec l'AP-HP ». Paris.
- Host, Sabine, et Noëlla Karusisi. 2014. « ERPURS : 20 ans de surveillance et d'évaluation des risques de la pollution urbaine sur la santé ». Paris : Observatoire régional de santé Île-de-France.
- INSEE. 2019. « Documentation - données carroyées. » Paris.
- Journal officiel de la République Française, n° 31 du 4 août 2018, annonce n° 1256.
- Labonde, Josette, L Menetrier, et Jean Pelletier. 1965. « La pollution atmosphérique dans la région parisienne et ses répercussions sur la santé » (Communication, 58e Congrès de l'Air). Toronto.
- La Préfecture de Police. 1994. « Arrêté inter préfectoral relatif à la procédure d'alerte et d'information du public en cas d'épisode de pollution atmosphérique en région Île-de-France ». Paris.
- LCSQA. 2017. « Conception, implantation et suivi des stations françaises de surveillance de la qualité de l'air ». Paris.
- Le Conseil de Paris. 2015. « Communication au Conseil de Paris des 9 et 10 février 2015. Lutte contre la pollution atmosphérique liée au trafic routier ». Paris.
- Le Conseil de Paris. 2018. « Extrait du registre des délibérations. 2018 DRH 7 Statut particulier du corps des ingénieurs et architectes, cadres supérieurs d'administrations parisiennes ». Paris.
- Le Préfet de Police, Le Préfet de la Zone de Défense et de Sécurité de Paris, Le Préfet de la région d'Île-de-France, Préfet de Paris, Le Préfet de Seine-et-Marne, Le Préfet des Yvelines, Le Préfet de l'Essonne, Le Préfet des Hauts-de-Seine, Le Préfet de la Seine-Saint-Denis, Le Préfet du Val-de-Marne, et Le Préfet du Val-d'Oise. 2007. « Arrêté inter préfectoral n° 2007-21277 du 3 décembre 2007 relatif à la procédure d'information et d'alerte du public en cas de pointe de pollution atmosphérique en région d'Île-de-France ». Paris.
- Le Préfet de Police, Le Préfet de la Zone de Défense et de Sécurité de Paris, Le Préfet de la région d'Île-de-France, Le Préfet de Paris, Le Préfet de Seine-et-Marne, Le

Préfet des Yvelines, Le Préfet de l'Essonne, Le Préfet des Hauts-de-Seine, Le Préfet du Seine-Saint-Denis, Le Préfet du Val-de-Marne, et Le Préfet du Val-d'Oise. 2011. « Arrêté inter préfectoral relatif à la procédure d'information et d'alerte du public en cas de pointe de pollution atmosphérique en région d'Île-de-France ». Paris.

Le Roy-Gleizes, Carine. 2016. « Cadre réglementaire de la pollution des sols ». *Techniques de l'Ingénieur*.

Mairie de Paris. 2015. « Plan de lutte contre la pollution liée au trafic routier ». Paris.

Mairie de Paris. 2015. « Plan Paris Santé Environnement ». Paris.

Mairie de Paris. 2022. « Budget participatif 2022. Guide du dépôt de projets ». Paris.

Mairie de Paris et Métropole du Grand Paris. 2017. « Paris, siège de l'Observatoire mondial des villes et métropoles sur la qualité de l'air ». Paris.

Marmot, Michael, Sharon Friel, Ruth Bell, Tanja AJ Houweling, et Sebastian Taylor. 2009. « Comblent le fossé en une génération : instaurer l'équité en santé en agissant sur les déterminants sociaux de la santé : rapport final de la Commission des Déterminants Sociaux de la Santé ». Genève : OMS.

Médina, Sylvia, Alain Le Tertre, Philippe Quénel, et Yvon Le Moullec. 1994. « Évaluation de l'impact de la pollution atmosphérique urbaine sur la santé en Île-de-France 1987-1992 ». Paris : Observatoire régional de santé d'Île-de-France.

Medina, Sylvia, Mathilde Pascal, Claude Tillier, Perrine de Crouy, Magali Corso, Véréne Wagner, Sarah Gorla, *et al.* 2016. « Impacts de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyse des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique ». Saint-Maurice : Santé Publique France.

Médina, Sylvia, Antoni Plasència, Lucía Artazcoz, Philippe Quénel, Klea Katsouyanni, Hans-Guido Mücke, Emile De Saeger, Michal Krzyzanowsky, Joel Schwartz, et and the contributing members of the Apehis group. 2005. « APHEIS Monitoring the Effects of Air Pollution on Public Health in Europe. Scientific report, 1999-2000 ». Saint-Maurice : InVS.

- Ministère de la Santé publique et de la population. 1963. « Décret n° 63-963 du 17 septembre 1963 pris en application de la loi n° 61-842 du 2 août 1961 relative à la lutte contre les pollutions atmosphériques et les odeurs ». *Journal Officiel*, n° 222 : 8539-8540.
- Momas, Isabelle. 2015. « La Cohorte de nouveau-nés Paris (Pollution and Asthma Risk: An Infant Study) ». Paris : Direction de l'Action Sociale de l'Enfance et de la Santé de la Ville de Paris et l'Université Paris Descartes.
- OMS. 2016. « Ambient air pollution : A global assessment of exposure and burden of disease ». Genève.
- OMS. 2018. « Première conférence mondiale de l'OMS sur la pollution de l'air et la santé ». Genève.
- OMS. 2018. « Quand l'art rencontre la science : Les "Pollution Pods". Immersion dans la pollution de l'air en différents endroits du monde ». Genève.
- OMS. 2018. « Transboundary air pollution and health-the value of international cooperation ». Genève.
- OMS. 2021. « WHO Global Conference on air pollution and health. Conference speakers ». Genève.
- OMS. 2018. « World health statistics 2018: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals ». Genève.
- OMS, Programme des Nations unies pour l'environnement, Coalition pour le climat et l'air pur, Banque mondiale. 2016. « BreatheLife. About our global campaign ». Dernière consultation le 15 février 2022. <https://breathelife2030.org/about/>.
- Pascal, Mathilde, et Sylvia Médina. 2012. « Résumé des résultats du projet Aphekom 2008-2011. Des clefs pour mieux comprendre les impacts de la pollution atmosphérique urbaine sur la santé en Europe ». Saint-Maurice : InVS.
- Pelletier, Sarah. 2014. « Utilisation de la base de données BASOL ». *Techniques de l'Ingénieur*.
- Respire. 2019. « Pollution de l'air dans les écoles ». Paris.

- Schmoll, A. 1908. « Notice nécrologique d'Albert Lévy 1844-1907 ». *L'Annuaire de l'association amicale des anciens élèves du lycée Charlemagne*. Paris : Léon Échegut.
- Sénat. 2011. « Rapport d'information fait au nom de la commission des finances sur l'application du droit communautaire de l'environnement ». Paris.
- SPSE. 2017. « Rapport d'activité 2017 ». Paris.
- SPSE. 2017. « Note de cadrage. Outil d'identification des zones en fragilité environnementale, sociale et sanitaire ». Paris.
- SPSE et Apur. 2017. « Construction d'un outil cartographique pour identifier les zones de fragilité en santé environnementale à Paris. Réunion du comité technique n°1 (Compte rendu) ». Paris.
- SPSE et Apur. 2018. « Construction d'un outil cartographique pour identifier les zones de fragilité en santé environnementale à Paris. Réunion du comité technique n°3 (Compte rendu) ». Paris.
- SPSE et Apur. 2018. « Construction d'un outil cartographique pour identifier les zones de fragilité en santé environnementale à Paris. Réunion du comité technique n°4 (Compte rendu) ». Paris.
- SPSE et Apur. 2018. « Construction d'un outil cartographique pour identifier les zones de fragilité en santé environnementale à Paris. Réunion du comité technique n°5 (Compte rendu) ». Paris.
- Squinazi, Fabien, Francine Bardant, Claude Lebranchu, et Claude Beaubestre. 2010. « De l'hygiène publique à la santé environnementale ». Paris : Le Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris.
- Ville de Paris. 2019. « Micheal Bloomberg et Anne Hidalgo, Maire de Paris, lancent un programme de mesure de la qualité de l'air dans les écoles et crèches de Paris ». Paris.

5. Sites web et réseaux sociaux

AirCitizen. s. d. « Bienvenue sur le wiki du projet AirCitizen », Mesures citoyennes de la qualité de l'air. Dernière consultation le 6 juillet 2022. <http://aircitizen.org/wiki/doku.php>.

AirCitizen. s. d. « Restitution sur les mesures des micro-capteurs. Expérimentation “Respirons mieux dans le 20^e”, séquence 1. ». Dernière consultation le 15 septembre 2021. http://www.aircitizen.org/documents/rm20e_seq1/assets/player/rm20e_seq1.html#0.

AirCitizen. s. d. « Restitution sur les mesures des micro-capteurs. Expérimentation “Respirons mieux dans le 20^e”, séquence 2. » (Paris). Dernière consultation le 20 septembre 2021. http://www.aircitizen.org/documents/rm20e_seq2/assets/player/KeynoteDHTMLPlayer.html#1.

AirCitizen. s. d. « Restitution sur les mesures des micro-capteurs. Expérimentation “Respirons mieux dans le 20^e”, séquence 3. ». Dernière consultation le 20 septembre 2021. http://www.aircitizen.org/documents/rm20e_seq3/assets/player/KeynoteDHTMLPlayer.html#0.

AirCitizen. s. d. « Restitution sur les mesures des micro-capteurs. Expérimentation “Respirons mieux dans le 20^e”, séquence 4. ». Dernière consultation le 20 septembre 2021. http://www.aircitizen.org/documents/rm20e_seq4/assets/player/KeynoteDHTMLPlayer.html#0.

Airlab. 2018. « Challenge microcapteurs 2018 ». Paris : Airparif.

Airlab. 2020. « Challenge microcapteurs 2019 ». Paris : Airparif.

Airparif. s. d. « Campagnes de mesure ». Dernière consultation le 20 juin 2022. <https://www.airparif.asso.fr/campagnes-de-mesure>.

Airparif. s. d. « État de l'air. Historique des épisodes ». Dernière consultation le 3 juin 2020. <https://www.airparif.asso.fr/alertes/historique>.

Airparif. s. d. « La modélisation ». Dernière consultation le 11 septembre 2021. <https://www.airparif.asso.fr/la-modelisation>.

- Airparif. s. d. « Le réseau de mesures ». Dernière consultation le 11 septembre 2021. <https://www.airparif.asso.fr/le-reseau-de-mesures>.
- Airparif. 2019. « Surveillance de l'air suite à l'incendie de Notre-Dame #1 ». Dernière consultation le 14 septembre 2021. <https://www.airparif.asso.fr/actualite/2019/surveillance-de-lair-suite-lincendie-de-notre-dame-1>.
- Airparif. 2019. « Surveillance de la Qualité de l'Air en Île-de-France. État du réseau au 31 décembre 2019 ». Paris.
- Airparif. 2020. « Les projets participatifs. Les Franciliens, Airparif et la qualité de l'air ». Paris.
- Ameli. 2022. « Qu'est-ce que le dispositif appelé Affection Longue Durée (ALD) ? ». Dernière consultation le 17 juin 2022. <https://www.ameli.fr/paris/assure/droits-demarches/maladie-accident-hospitalisation/affection-longue-duree-ald/affection-longue-duree-maladie-chronique>.
- Apur. s. d. « Nos partenaires adhérents ». Dernière consultation le 25 mai 2021. <https://www.apur.org/fr/nos-partenaires>.
- Apur. 2020. « L'Atelier ». Dernière consultation le 26 janvier 2021. <https://www.apur.org/fr/atelier>.
- Assemblée nationale. s.d. « Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, présentation ». Dernière consultation le 10 janvier 2022. <https://www2.assemblee-nationale.fr/15/les-delegations-comite-et-office-parlementaire/office-parlementaire-d-evaluation-des-choix-scientifiques-et-technologiques>.
- Bernard Jomier. 2013. « Du monde associatif à Europe-Écologie les verts. Un médecin en politique ». Dernière consultation le 1^{er} août 2022. <https://bernardjomier.eelv.fr/bio-express>.
- BRGM. s. d. « Basias ». Géorisques. Dernière consultation le 14 décembre 2020. <http://www.georisques.gouv.fr/dossiers/basias/presentation>.

- BRGM. s. d. « Démarche Établissements Sensibles. Diagnostics des sols dans les lieux accueillant les enfants et les adolescents ». Dernière consultation le 1 août 2020. <http://ssp-infoterre.brgm.fr/page/demarche-etablissements-sensibles>.
- Clarity Team. 2019. « Tackling Air Pollution — An Interview with Clarity ». Dernière consultation le 10 septembre 2021. <https://medium.com/clarity-movement/tackling-air-pollution-an-interview-with-clarity-d0b303170386>.
- Climart. 2017. « Home ». Dernière consultation le 2 janvier 2022. <https://www.climart.info/>.
- Cole, Judith. 2013. « Pour un Internet des Objets citoyen : vers une intelligence collective environnementale », Citoyen capteur. Dernière consultation le 6 juillet 2022. <https://citoyenscapteurs.net/2013/04/09/pour-un-internet-des-objets-citoyens-vers-une-intelligence-collective-environnementale/>.
- Collectif Poumons de Paris. 2014. « Analyse des réponses des candidats à Paris ». Dernière consultation le 8 juin 2022. <https://www.facebook.com/poumondeparis/posts/825869150760663>.
- Collectif Poumons de Paris. 2014. « Lettre ouverte aux candidats aux élections municipales 2014 à Paris ». Dernière consultation le 8 juin 2022. <https://www.facebook.com/poumondeparis/posts/810986665582245>.
- Collectif Poumons de Paris. « Lettre ouverte : la réponse de NKM », 15 mars 2014. <https://www.facebook.com/poumondeparis/posts/822240067790238>.
- Collectif Poumons de Paris. 2014. « Lettre ouverte : réponse de Christophe Najdovski ». Dernière consultation le 4 mai 2022. <https://www.facebook.com/poumondeparis/posts/821333544547557>.
- Collectif Poumons de Paris. 2014. « Première réponse à notre lettre ouverte, par Anne Hidalgo ». Dernière consultation le 4 mai 2022. <https://www.facebook.com/poumondeparis/posts/817400454940866>.
- Collectivités locales gouv.fr. s. d. « Dépenses d'investissement ». Dernière consultation le 1^{er} septembre 2022. <https://www.collectivites-locales.gouv.fr/finances-locales/depenses-dinvestissement>.

- Collectivités locales [gouv.fr](http://www.collectivites-locales.gouv.fr). s. d. « Les Conseils de quartier ». Dernière consultation le 19 août 2022. <https://www.collectivites-locales.gouv.fr/institutions/les-conseils-de-quartier>.
- C40. s.d. « About C40 ». Dernière consultation le 8 octobre 2020. <https://www.c40.org/about>.
- DRIEE Île-de-France. s. d. « Inspection des installations classées ». Dernière consultation le 16 juillet 2021. <http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/inspection-des-installations-classees-r237.html>.
- École des hautes études en santé publique. 2018. « Philippe Quénel ». Dernière consultation le 10 août 2022. <https://www.ehesp.fr/annuaire/enseignement-recherche/philippe-quenel/>.
- FabLab Sorbonne Université. 2020. « Présentation du FabLab Sorbonne Universités ». Dernière consultation le 7 septembre 2021. <https://sciences.sorbonne-universite.fr/faculte/ufr-instituts-observatoires-ecoles/fablab-su>.
- Feldscher, Karen. 2014. « The Big 3. Three questions, three answers with Douglas Dockery », Harvard T.H. Chan School of Public Health. Dernière consultation le 7 juin 2022. <https://www.hsph.harvard.edu/news/features/six-cities-air-pollution-study-turns-20/>.
- France Nature Environnement. 2012. « Diésel : un mur, ça se nettoie... un poumon, non ! ». Dernière consultation le 7 septembre 2022. <https://fne.asso.fr/communique-presse/diesel-un-mur-ca-se-nettoieun-poumon-non>.
- France Nature Environnement. 2012. « “Diéséliser” tue ». Dernière consultation le 7 septembre 2022. <https://fne.asso.fr/communique-presse/dieseliser-tue>.
- HabitatMap. s. d. « Buy it now ». Dernière consultation le 23 juin 2021. <https://www.habitatmap.org/airbeam/buy-it-now>.
- HabitatMap. s. d. « History & People ». Dernière consultation le 23 juin 2021. <https://www.habitatmap.org/about/history>.
- HabitatMap. s. d. « How it works ». Dernière consultation le 23 juin 2021. <https://www.habitatmap.org/airbeam/how-it-works>.

- Harvard T.H. Chan School of Public Health. 2022. « Joel Schwartz's Faculty Website ». Dernière consultation le 1 août 2022. <https://www.hsph.harvard.edu/joel-schwartz/>.
- Haut Conseil de la Santé Publique. 2018. « Denis Zmirou ». Dernière consultation le 1^{er} septembre 2022. <https://www.hcsp.fr/explore.cgi/personne?clef=610>.
- Inserm. s. d. « De l'INH à l'Inserm. Les directeurs d'unité de recherche ». Histoire de l'Inserm. Dernière consultation le 25 octobre 2021. [https://histoire.inserm.fr/content/view/full/13605/\(offset\)/120](https://histoire.inserm.fr/content/view/full/13605/(offset)/120).
- IQAir. s. d. « AirVisual Pro. Buy ». Dernière consultation le 23 juin 2021. <https://www.iqair.com/fr/air-quality-monitors/airvisual-pro/buy>.
- IQAir. s. d. « AirVisual Pro. Tech specs ». Dernière consultation le 23 juin 2021. <https://www.iqair.com/fr/support/tech-specs/airvisual-pro>.
- IQAir. s. d. « How often does the AirVisual Pro's sensor take measurements? What is the difference between "Continuous" and "Default" mode? » AirVisual Pro. Dernière consultation le 25 juin 2021. <https://support.iqair.com/en/articles/3029368-how-often-does-the-airvisual-pro-s-sensor-take-measurements-what-is-the-difference-between-continuous-and-default-mode>.
- Le Cnam. s. d. « William Dab », *Risque, santé, sécurité*. Dernière consultation le 12 avril 2022. <https://securite-sanitaire.cnam.fr/presentation/william-dab-572623.kjsp>.
- Les Enfants & Amis Abadi. 2022. « Odette Rosenstock. Préserver la mémoire d'Odette et Moussa Abadi et perpétuer la mémoire de la shoah ». Dernière consultation le 4 mai 2022. <https://www.lesenfantsetamisabadi.fr/fr/odette1.htm>.
- Linkedin. s. d. « Alain Le Tertre ». Dernière consultation le 1^{er} septembre 2022. <https://fr.linkedin.com/in/le-tertre-alain-52331b62>.
- Linkedin. s. d. « Sylvia Médina ». Dernière consultation le 11 août 2022. <https://fr.linkedin.com/in/sylvia-medina-158b4a13>.

- Madelin, Malika et Vincent Dupuis. s. d. « Open Air », FabLab Sorbonne Universités. Dernière consultation le 7 septembre 2021. <https://fablab.sorbonne-universite.fr/wiki/doku.php?id=wiki:projets:open-air>.
- Mairie du 20^e arrondissement de Paris. 2022. « Les Conseils de quartier du 20^e ». Dernière consultation le 19 août 2022. <https://mairie20.paris.fr/pages/mode-d-emploi-13731>.
- Médecins de Paris. 2013. « Appel des médecins de Paris. Pollution de l'air et Santé : il est temps d'agir ». Dernière consultation le 27 juillet 2022. <http://appeldesmedecinsdeparis.overblog.com/>.
- Ministère de la transition écologique. s. d. « Sites pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif. ». Dernière consultation le 16 novembre 2020. <https://www.georisques.gouv.fr/risques/sites-et-sols-pollues/donnees#/type=instructions>.
- Ministère de la transition écologique et solidaire. s. d. « BASOL. Pollution des sols ». Dernière consultation le 29 septembre 2021. <https://www.georisques.gouv.fr/articles-risques/basol#quelles-sont-les-informations-liees-a-un-site-basol->.
- Ministère des Solidarités et de la Santé. 2022. « Qualité de l'air intérieur ». Dernière consultation le 15 septembre 2021. <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/batiments/article/qualite-de-l-air-interieur>.
- Observatoire Régional de Santé d'Île-de-France. s. d. « Historique ». Dernière consultation le 24 septembre 2021. <https://www.ors-idf.org/ors/>.
- OMS. 2018. « First Global Conference on Air Pollution and Health ». Dernière consultation le 15 juillet 2022. <https://www.who.int/news-room/events/detail/2018/10/30/default-calendar/air-pollution-conference>.
- OMS. 2019. « 10 threats to global health in 2019 ». Dernière consultation le 2 avril 2019. <https://www.who.int/vietnam/news/feature-stories/detail/ten-threats-to-global-health-in-2019>.
- OMS, Coalition pour le climat et l'air pur, ONU-Environnement, et Banque mondiale. s. d. « Le réseau Breathelife ». Dernière consultation le 23 décembre 2021. <https://breathelife2030.org/fr/breathelife-cities/>.

- Pinsky, Michael. 2021. « About ». Dernière consultation le 20 décembre 2021. <https://www.michaelpinsky.com/about-2/>.
- Powerslide. 2021. « Data visualisation : ce qu'il faut savoir ». Dernière consultation le 1^{er} août 2022. <https://www.powerslide.io/blog/data-visualisation-ce-quil-faut-savoir>.
- Primo Levi. 2015. « Bernard Jomier, médecin et maire adjoint à la santé ». Dernière consultation le 1^{er} août 2022. <https://www.primolevi.org/actualites/bernard-jomier-medecin-et-maire-adjoint-a-la-sante.html>.
- Respire. 2012. « RESPIRE agit en justice contre PEUGEOT – Détails supplémentaires ». Dernière consultation le 29 juillet 2022. <https://www.respire-asso.org/respire-agit-en-justice-contre-peugeot-detaills-supplementaires/>.
- Santé Publique France. 2019. « Pollution atmosphérique : quels sont les risques ? ». Dernière consultation le 1^{er} septembre 2022. <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/pollution-et-sante/air/articles/pollution-atmospherique-quels-sont-les-risques>.
- Science Ensemble. s. d. « AirCitizen ». Dernière consultation le 6 septembre 2021. <https://www.science-ensemble.org/projets/aircitizen>.
- Ville de Paris. s. d. « Respirons mieux dans le 20e ». Budget participatif. Dernière consultation le 11 juin 2021. https://budgetparticipatif.paris.fr/bp/jsp/site/Portal.jsp?document_id=3821&portlet_id=158.
- Ville de Paris. s. d. « Santé environnementale ». Dernière consultation le 18 août 2020. <https://www.paris.fr/pages/sante-environnementale-2082>.
- Ville de Paris. 2021. « État de la qualité de l'air à Paris ». Dernière consultation le 5 janvier 2021. <https://www.paris.fr/pages/etat-des-lieux-de-la-qualite-de-l-air-a-paris-7101>.
- Ville de Paris. 2022. « C'est parti pour le budget participatif 2021 ! ». Dernière consultation le 10 septembre 2022. <https://www.paris.fr/pages/budget-participatif-2021-comment-ca-marche-16525>.

Ville de Paris. 2022. « 168 rues aux écoles dans Paris ». Dernière consultation le 22 août 2022. <https://www.paris.fr/pages/57-nouvelles-rues-aux-ecoles-dans-paris-8197>.

Wikipedia. 2020. « Jean Felix Bernard ». Dernière consultation le 1^{er} septembre 2022. https://fr.wikipedia.org/wiki/Jean-F%C3%A9lix_Bernard.

Wiki Rennes métropole. s. d. « Ambassad’Air ». Dernière consultation le 16 juin 2021. <http://www.wiki-rennes.fr/Ambassad%27Air>.

6. Audiovisuel

Acteurs du Paris Durable. s. d. « AirCitizen ». Dernière consultation le 15 septembre 2021. <https://www.youtube.com/watch?v=G1q3Dkit1rs>.

Baupin, Denis, et Fabienne Keller. 2013. « Audition de Bernard Jomier à l’Assemblée Nationale sur la pollution de l’air et les “nouvelles mobilités sereines et durables” ». Paris : Assemblée Nationale. <https://www.dailymotion.com/video/xyd6iu>.

De Closets, François. 1967. « La pollution atmosphérique dans les grandes villes. Entretien avec le professeur André Roussel. ». *JT 20h*. Vésinet.

Lot, Fernand. 1959. « L’air devient impropre à la consommation. Alerte ! » Édition spéciale du journal parlé. Paris: Radiodiffusion Télévision Française. <https://www.ina.fr/ina-eclaire-actu/audio/phz08000161/l-air-devient-impropre-a-la-consommation-alerte>.

RTL. 2014. « Le Pr. Michel Aubier : “Les pics de pollution ne gênent pas les gens bien portants” », Dernière consultation le 8 juin 2022. <https://www.youtube.com/watch?v=DwA-7VbUFr8>.

Ville de Paris. s. d. « Respirons mieux dans le 20^e », Budget participatif. Dernière consultation le 11 juin 2021. https://budgetparticipatif.paris.fr/bp/jsp/site/Portal.jsp?document_id=3821&portlet_id=158.

Ville de Paris. 2022. « Toutes les instances représentatives de la Ville », Municipalité.
Dernière consultation le 19 août 2022. <https://www.paris.fr/pages/devenir-un-acteur-de-la-participation-3934#:~:text=117%20conseils%20de%20quartier%20couvrent%20la%20totalit%C3%A9%20du%20territoire%20parisien.>

7. Images

Farrow, Alan. 2018. *London Smog 1952*. Dernière consultation le 1^{er} septembre 2022.

<https://www.flickr.com/photos/116071498@N08/32506838248>.

Annexe 1

Liste des entretiens

N°	Date	Nom, prénom	Fonction et rattachement	Lieu	Durée
1	03.05.2017	Médina, Sylvia	Coordinatrice du programme de surveillance air et sante à Santé Publique France.	Téléphone	45 min
2	11.05.2017	Host, Sabine	Chargée d'études Santé Environnement à l'Observatoire Régional de Santé d'Île-de-France.	Téléphone	50 min
3	11.05.2017	Quénel, Philippe	Directeur du Laboratoire d'Études et de Recherche en Environnement Santé à l'École des Hautes études en Santé Publique.	Téléphone	1h30
4	11.05.2017	Anonyme-1	Chargée de mission environnement au Cabinet de la Maire de Paris.	Paris	1h30
5	16.05.2017	Boutaric, Franck	Chercheur en science politique Enseignant d'économie-gestion.	Paris	1h10
6	16.05.2017	Dab, William	Professeur titulaire de la chaire d'Hygiène et Sécurité du Cnam, Directeur du laboratoire Modélisation et Surveillance des Risques pour la Sécurité Sanitaire.	Paris	1h05
7	24.05.2017	Festy, Bernard	Professeur émérite à l'Université Paris Descartes.	Téléphone	1h10
8	24.05.2017	Anonyme-2	Directrice du Laboratoire Polluants Chimiques au Service Parisien de Santé Environnementale.	Paris	40 min

N°	Date	Nom, prénom	Fonction et rattachement	Lieu	Durée
9	24.05.2017	Le Tertre, Alain	Directeur de l'unité Statistique à Santé Publique France.	St-Maurice	47 min
10	07.06.2017	Anonyme-3	Coordinatrice de projets scientifiques en santé-environnement au Département Activités Scientifiques Transversales du Service Parisien de Santé Environnementale.	Paris	55 min
11	09.06.2017	Anonyme-4	Chargée de mission stratégie et pilotage es politiques en faveur de l'air & perspectives mobilités à la Direction De la Voirie et des Déplacements de la Ville de Paris.	Téléphone	1h00
12	02.11.2017	Zmirou, Denis	Professeur des Universités-Praticien Hospitalier, chef du département Santé-Environnement-Travail et Génie Sanitaire de l'École des hautes études en santé publique, Rennes.	Paris	1h15
13	07.11.2017	Eilstein, Daniel	Épidémiologiste responsable de la mission « Inégalités Sociales et Territoriales de Santé » à Santé Publique France.	Téléphone	1h25
14	27.11.2017	Anonyme-5	Chargé de recherche à l'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR).	Téléphone	2h21
15	28.11.2017	Fischer, Hervé	Président-directeur général d'EuroLorraine.	Téléphone	45 min
16	01.12.2017	Annesi Maesano, Isabella	Directrice de recherche à l'Inserm Professeur d'épidémiologie environnementale à l'Université Pierre et Marie-Curie.	Paris	1h00

N°	Date	Nom, prénom	Fonction et rattachement	Lieu	Durée
17	07.12.2017	Marchandise, Charlotte	Maire adjointe, déléguée à la santé et l'environnement à la Ville de Rennes, Présidente du Réseau français des Villes Santé de l'OMS.	Téléphone	45 min
18	14.12.2017	Martayan, Elsa	Directrice du Global Urban Air Pollution Observatory (GUAPO).	Paris	35 min
19	12.01.2018	Marano, Francelyne	Professeur émérite de biologie cellulaire et de toxicologie à l'Université Paris Diderot, membre de la Commission spécialisée risques liés à l'environnement du Haut Conseil de la Santé Publique.	Téléphone	55 min
20	06.03.2018	Anonyme-6	Conseiller technique au Cabinet de l'Adjoint à la Maire de Paris chargé du transport, de la voirie, des déplacements et de l'espace public.	Paris	1h15
21	26.03.2019	Anonyme-7	Responsable du pôle qualité de l'air à l'Agence de l'Écologie Urbaine de la Ville de Paris.	Paris	55 min
22	05.04.2018	Héran, Frédéric	Économiste et urbaniste, maître de conférences en économie à l'Université de Lille 1.	Paris	1h05
23	25.06.2018	Grimfeld, Alain	Médecin pédiatre français, Président du Comité d'éthique de l'association Adef Résidences.	Paris	1h40
24	04.01.2018	Slama, Rémy	Épidémiologiste environnemental, directeur de recherche à l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (Inserm).	Téléphone	1h20

N°	Date	Nom, prénom	Fonction et rattachement	Lieu	Durée
25	18.01.2018	Solans, Aurélie	Conseillère déléguée en charge de l'environnement auprès de l'Adjointe à la Maire en charge de l'environnement, du développement durable, de l'eau, de la politique des canaux et du plan climat.	Paris	1h15
26	23.01.2018	Baeza, Armelle	Professeur de toxicologie environnementale à l'Université Paris Diderot.	Paris	52 min
27	17.04.2018	Momas, Isabelle	Professeur à l'Université Paris Descartes, directrice du laboratoire de Santé Publique et Environnement, présidente du Conseil scientifique de l'Agence Nationale Sécurité Sanitaire Alimentaire Nationale (ANSES).	Paris	1h10
		Rancière, Fanny	Maître de conférences à l'Université Paris Descartes.		
28	20.04.2018	Blond, Olivier	Directeur général de l'association Respire.	Paris	1h00
29	26.04.2018	Anonyme-8	Ingénieur Évaluation des Impacts sur la Santé (EIS) au Service Parisien de Santé Environnementale.	Paris	50 min
		Anonyme-9	Ingénieur Évaluation des Impacts sur la Santé (EIS) au Service Parisien de Santé Environnementale.		
30	27.04.2018	Anonyme-10	Coordinateur en charge de partenariats internationaux et académiques à Airparif.	Paris	40 min
31	23.05.2018	Anonyme-11	Urbaniste à l'Institut Paris Région.	Paris	1h10
32	01.06.2018	Salines, Georges	Chef du Service Parisien de Santé Environnementale (SPSE).	Paris	56 min

N°	Date	Nom, prénom	Fonction et rattachement	Lieu	Durée
33	01.06.2018	Anonyme-12	Ingénieur en Qualité de l'Air au Laboratoire Polluants Chimiques du Service Parisien de Santé Environnementale.	Paris	45 min
34	05.07.2018	Anonyme-13	Responsable service étude à Airparif.	Paris	48 min
35	20.07.2018	Anonyme-14	Ingénieure - Évaluation des risques en santé environnementale, sites et sols pollués au Département Activités Scientifiques Transversales du Service Parisien de Santé Environnementale.	Paris	1h20
36	03.06.2019	Anonyme-15	Membre de l'équipe technique du Service Parisien de Santé Environnementale et de l'Apur, responsable de la création de l'outil de la fragilité en santé environnementale.	Paris	1h40
37	06.06.2019	Anonyme-16	Chef du Département Activités Scientifiques Transversales du Service Parisien de Santé Environnementale.	Paris	54 min
38	23.07.2019	Anonyme-17	Ingénieur - Évaluation des risques en santé environnementale, sites et sols pollués au Département Activités Scientifiques Transversales du Service Parisien de Santé Environnementale.	Paris	1h13
39	02.10.2019	Anonyme-18	Ingénieur en Qualité de l'Air au Laboratoire Polluants Chimiques du Service Parisien de Santé Environnementale.	Paris	30 min
40	30.10.2020	Turcati, Laure	Ingénieure de recherche à la Sorbonne Université.	Zoom	48 min

N°	Date	Nom, prénom	Fonction et rattachement	Lieu	Durée
41	06.01.2021	Anonyme-19	Membre de l'équipe technique du Service Parisien de Santé Environnementale et de l'Apur, responsable de la création de l'outil de la fragilité en santé environnementale.	Zoom	55 min
		Anonyme-20	l'Ingénieur de l'environnement à l'Apur.		
42	11.01.2021	Anonyme-15	Membre de l'équipe technique du Service Parisien de Santé Environnementale et de l'Apur, responsable de la création de l'outil de la fragilité en santé environnementale.	Zoom	1h33
43	12.01.2021	Blanc, Nathalie	Géographe, directrice de recherche au Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) et directrice du Centre des Politiques de la Terre.	Paris	1h05
44	15.01.2021	Anonyme-8	Ingénieur Évaluation des Impacts sur la Santé (EIS) au Service Parisien de Santé Environnementale.	Zoom	30 min
45	15.01.2021	Anonyme-21	Co-fondateur et trésorier de l'association Respirons mieux dans la Ville, membre du Conseil de quartier Belleville du 20e arrondissement de Paris.	Zoom	1h40
46	19.01.2021	Anonyme-22	Chef de projet en médiation scientifique à Airparif.	Zoom	1h14
47	29.01.2021	Anonyme-23	Co-fondateur et secrétaire de l'association Respirons mieux dans la Ville, membre du Conseil de quartier Belleville du 20e arrondissement de Paris.	Zoom	1h34
48	03.02.2021	Anonyme-24	Statisticienne à l'Apur.	Zoom	51 min
49	03.02.2021	Anonyme-25	Citoyenne participante au projet Respirons mieux dans le 20 ^e .	Zoom	46 min

N°	Date	Nom, prénom	Fonction et rattachement	Lieu	Durée
51	06.04.2021	Anonyme-26	Directeur Partenariats, Communication et Digital à Airparif.	Zoom	1h10
52	20.04.2021	Anonyme-27	Présidente de l'association « Respirons mieux dans la Ville ». Membre du Conseil de Quartier du 20 ^e arrondissement de Paris.	Zoom	1h14
53	29.04.2021	Anonyme-28	Docteur en biomathématiques et enseignant-chercheur en biostatistiques et épidémiologie environnementale à l'Écoles des hautes études en santé publique (EHESP).	Zoom	1h18
54	05.05.2021	Bribois, Xavier	Chercheur en psychologie sociale et cognitive associé au Laboratoire Ville Mobilité Transport.	Zoom	53 min
55	10.05.2021	Zmirou, Denis	Professeur honoraire de l'Université de Lorraine (Faculté de médecine de Nancy).	Zoom	1h10
56	11.05.2021	Blond, Olivier	Directeur général de l'association Respire.	Zoom	52 min
57	21.10.2021	Chateauraynaud, Francis	Directeur d'études à l'École des Hautes Études en Sciences Sociales (EHESS) et Directeur du Groupe de sociologie pragmatique et réflexive.	Paris	1h19

Annexe 2

Liste des jours d'observation

N°	Date	Terrain	Lieu d'observation
1	22.09.2016	3 ^e Assises Nationales de la Qualité de l'Air	Beffroi de Montrouge
2	23.09.2016	3 ^e Assises Nationales de la Qualité de l'Air	Beffroi de Montrouge
3	04.04.2018	Colloque : « La pollution de l'air et ses impacts sur la santé »	Paris, Hôtel de Ville
4	06.04.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
5	16.04.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
6	20.04.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
7	23.04.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
8	04.05.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
9	16.05.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
10	23.05.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
11	04.06.2018	Air Quality Conference. Governance and expertise : a comparison of air quality management in France and the United States	Paris
12	05.06.2018	Service Parisien de Santé Environnementale. Campagne de mesure rue de Charonne	Paris
13	18.06.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
14	28.06.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
15	28.06.2018	Réunion publique : réaménagement de la rue de Charonne.	Paris
16	04.07.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
17	05.07.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e

N°	Date	Terrain	Lieu d'observation
18	12.07.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
19	20.07.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
20	26.09.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
21	09.10. 2018	4e Assises Nationales de la Qualité de l'air	Beffroi de Montrouge
22	10.10.2018	4e Assises Nationales de la Qualité de l'air	Beffroi de Montrouge
23	11.10.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
24	15.10.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
25	22.10.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
26	30.10.2018	1 ^{re} Conférence mondiale de l'OMS sur la pollution de l'air et la santé	Vidéoconférence. Diffusion du siège de l'OMS à Genève
27	01.11.2018	1 ^{re} Conférence mondiale de l'OMS sur la pollution de l'air et la santé	Vidéoconférence. Diffusion du siège de l'OMS à Genève
28	05.11.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
29	09.11.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
30	15.11.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
31	22.11.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
32	29.11.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
33	06.12.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
34	14.12.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
35	21.12.2018	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
36	17.01.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
37	24.01. 2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
38	31.01.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
39	07.02.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
40	12.02.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e

N°	Date	Terrain	Lieu d'observation
41	18.02.2019	Service Parisien de Santé Environnementale Réunion Bloomberg – Ville de Paris	Paris
42	20.02.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
43	07.03.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
44	15.03.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
45	21.03.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
46	23.03.2019	« Respirons mieux dans le 20e » Réunion d'accueil de la 2 ^e session de mesure	Paris 20 ^e
47	26.03.2019	« Respirons mieux dans le 20e »	Paris 20 ^e
48	04.04.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
49	09.04.2019	« Respirons mieux dans le 20e » Balade microcapteurs	Paris 20 ^e
50	11.04.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
51	11.05.2019	« Respirons mieux dans le 20e » Balade microcapteurs	Paris 20 ^e
52	16.05.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
53	23.05.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
54	28.05.2019	« Respirons mieux dans le 20e »	Paris 20 ^e
55	03.06.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
56	06.06.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
57	26.06.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
58	27.06.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
59	04.07.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
60	09.07.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
61	99.07.2019	« Respirons mieux dans le 20e » 3e balade microcapteurs	Paris 20 ^e
62	18.07.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e

N°	Date	Terrain	Lieu d'observation
63	23.07.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
64	01.08.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
65	22.08.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
66	29.08.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
67	17.09.2019	« Respirons mieux dans le 20e » Restitution	Paris 20 ^e
68	20.09.2019	AirCitizen. Construction microcapteur.	Paris 4 ^e
69	19.09.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
70	02.10.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
71	10.10.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
72	24.10.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
73	15.11.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
74	21.11.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
75	12.12.2019	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e
76	13.02.2020	Service Parisien de Santé Environnementale	Paris 13 ^e