



HAL
open science

Chauffage au bois et qualité de l'air, usage et impact des microcapteurs

Stéphane Labranche, Marine Albarede, Sylvain Bouchard, Florian F. Charvolin, Julie Cozic, Prisca Ray

► To cite this version:

Stéphane Labranche, Marine Albarede, Sylvain Bouchard, Florian F. Charvolin, Julie Cozic, et al.. Chauffage au bois et qualité de l'air, usage et impact des microcapteurs: Checkbox: Sociologie , expérimenter et accompagner des mesures citoyennes de particules fines. ADEME-PRIMEQUAL. 2023, pp.93. halshs-04238752

HAL Id: halshs-04238752

<https://shs.hal.science/halshs-04238752>

Submitted on 23 Oct 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NoDerivatives 4.0 International License

CHAUFFAGE AU BOIS ET QUALITE DE L'AIR, USAGE ET IMPACT DES MICROCAPTEURS

CheckBox : Sociologie,
expérimenter et accompagner
des mesures citoyennes
de particules fines

RAPPORT

Jun
2023



EXPERTISES

REMERCIEMENTS

Nos sincères remerciements aux partenaires relecteurs du rapport et notamment Lionel CHARLES (FRACTAL) et Isabelle Augeven-Bour (ADEME) en leur qualité d'experts, pour leurs retours riches et à tous nos participants.

CITATION DE CE RAPPORT

Stéphane La Branche, Marine Albarede, Sylvain Bouchard, Florian Charvolin, Julie Cozic, Prisca Ray, 2023. Chauffage au bois et qualité de l'air, Usage et impacts des micro-capteurs ; CheckBox : Sociologie, expérimenter et accompagner des mesures citoyennes de particules fines. Rapport. 94 pages.

Cet ouvrage est disponible en ligne www.ademe.fr/mediatheque

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Ce document est diffusé par l'ADEME

ADEME

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

Numéro de contrat : 1862C0010

Étude réalisée par Stéphane La Branche, Sylvain Bouchard, Florian Charvolin, Julie Cozic et Prisca Ray pour ce projet financé par l'ADEME

Projet de recherche coordonné par : Stéphane La Branche

Appel à projet de recherche : PRIMEQUAL (PRogramme de Recherche Interorganisme pour une Meilleure QUALité de l'air), édition 2018 « Villes et qualité de l'air : Gouvernance et approches intégrées des dynamiques urbaines en faveur de la qualité de l'air »

Coordination technique – ADEME : AUGEVEN-BOUR Isabelle
Villes et Territoires Durables – Service Qualité de l'Air



SOMMAIRE

RÉSUMÉ	4
ABSTRACT	5
1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PROJET CHECKBOX	6
1.1. La qualité de l'air : un enjeu sanitaire et sociétal fort	6
1.2. Les objectifs et le déroulé du projet.....	8
2. SOCIOLOGIE, MICRO-CAPTEURS ET QUALITE DE L'AIR : SITUATION DU PROJET PAR RAPPORT A L'ETAT DE L'ART	13
2.1. Quelques repères sur le rôle des perceptions et des représentations de la qualité de l'air	13
2.2. Le rôle du questionnement sociologique dans l'expérimentation de Checkbox.....	16
2.3. La problématique sociologique du projet	18
2.4. Sciences sociales et qualité de l'air	21
3. METHODOLOGIE	23
3.1. Méthodologie technique.....	23
3.2. Méthodologie sociologique	31
4. RESULTATS	34
4.1. Qui sont les participants ?.....	34
4.2. Analyse contextuelle des mesures réalisées par les participants.....	42
4.3. Retour d'expérience sur l'accompagnement technique.....	56
4.4. Analyse sociologique des retours d'expériences	62
4.5. Impact du chauffage au bois sur la qualité de l'air : de la découverte à l'action	74
5. CONCLUSIONS	76
5.1. Des participants au profils spécifiques	76
5.2. Les réactions des participants face aux mesures.....	78
5.3. Les apports d'un tel dispositif.....	80
6. LES RECOMMANDATIONS ISSUES DU PROJET	81
6.1. Communiquer sur la qualité de l'air: diversification des outils et méthodes.....	81
6.2. Vers une montée en compétence de nouveaux publics cibles	82
6.3. Un socle technique et un accompagnement expert.....	83
6.4. Le collaboratif pour favoriser la compréhension et le passage à l'action	85
6.5. L'apport d'un relai local	86
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	87
Bibliographie	87
Nettographie	90
Textes et vidéos sur Internet	90
INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES	91
SIGLES ET ACRONYMES	92

RÉSUMÉ

En hiver, les appareils de chauffage individuel au bois non performants constituent la source principale de pollution de l'air aux particules fines sur la Région Auvergne-Rhône-Alpes. Des territoires de la région, fortement impactés par cette pollution, ont engagé des démarches pour réduire ces émissions, notamment au travers du dispositif Fonds Air Bois cofinancé par l'ADEME. Les premiers retours d'expérience montrent que ces fonds ne sont pas mobilisés par les habitants à la hauteur des objectifs, malgré l'accompagnement et la communication mis en place. Une des raisons avancées est que le chauffage au bois demeure peu connu en tant que source de pollution de l'air par les résidents des territoires concernés.

Lauréat de l'appel à projet PRIMEQUAL, le projet CheckBox a été réalisé par un groupement de professionnels de la qualité de l'air (Atmo AuRA), de la médiation technologie-citoyens (Scop La Turbine) et de sociologues (Sciences Po Grenoble, CNRS). Par une approche sociotechnique innovante auprès de citoyens, il vise à comprendre l'impact de l'utilisation d'un dispositif couplant micro-capteurs portatifs de mesure de la qualité de l'air et accompagnement expert sur la qualité de l'air, dans l'appropriation des conséquences du chauffage au bois et la mise en pratique d'actions.

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

Les mesures, couplées à l'odorat et au visuel, leur ont permis d'identifier spontanément le chauffage domestique au bois comme source d'émission de particules fines. Le mode d'animation collaboratif ainsi que les outils numériques pédagogiques sont venus renforcer la compréhension des phénomènes et de l'impact des différents facteurs d'influence (mode d'allumage, type d'appareil...). Les mesures ont eu des impacts positifs pour la mise en place d'actions concernant l'appareil et les pratiques, notamment la technique de l'allumage par le haut, qui s'est diffusé parmi les participants en tant que découverte ou confirmation.

Les citoyens participants ont communiqué et sont devenus rapidement des ambassadeurs voire, pour certains, des lanceurs d'alerte, avec une réception variée de la part de leurs interlocuteurs.

La simplicité de la prise en main de la technologie utilisée s'est révélée prometteuse pour une diffusion à grande échelle et en distanciel par le biais du dispositif Captothèque d'Atmo AuRA (prêt de micro-capteurs couplés à une plateforme numérique et un accompagnement expert).

L'accompagnement technique et humain des citoyens (interprétation et recontextualisation des mesures, réponses aux questions de qualité de l'air, orientation à la mesure dans différents environnements, aide à l'utilisation du dispositif...), adapté aux différents profils, s'avère un élément essentiel pour permettre cette appropriation du sujet.

La présence d'un relais local peut compléter le dispositif en favorisant la participation de publics plus variés (précaires, problématique spécifique...) ou en encourageant les changements de pratique une fois l'appropriation des problématiques acquises.

ABSTRACT

In winter, inefficient individual wood burning heating devices are the main source of fine particles air pollution in the Auvergne-Rhône-Alpes region. Several territories of the Region strongly concerned with the issue have thus initiated several procedures to reduce these fine particle emissions, particularly through "Prime Air Bois" programs (co-financed by ADEME). Initial feedbacks have shown that this fund is not mobilized by residents to meet the objectives, despite the support and communication provided. One of the reasons put forward is that wood burning remains little known as a source of air pollution by the territories' residents.

The CheckBox project, carried out by a group of air quality professionals (Atmo AuRA), technology-citizen mediation (Scop La Turbine) and sociologists (Sciences Po Grenoble, CNRS), has developed an innovative socio-technical approach. It aims to understand the impact on citizens of the use of a scheme coupling portable micro-sensors to measure air quality and expert guidance on air quality in the appropriation of the consequences of wood burning and the implementation of actions.

Thus, during the different phases of the project, more than 70 volunteer citizens were able to borrow a fine particle micro-sensor and explore air quality in their daily lives for several weeks.

The measurements coupled with smell experience and visual perception allowed them to identify domestic wood heating as a source of fine particles. The collaborative animation mode as well as the digital pedagogic tools have reinforced the understanding of phenomena and the impact of the different influencing factors (ignition mode, type of appliance...). The measures had positive impacts on the implementation of actions concerning heating appliances (renewal, repair of leaks) and practices, particularly concerning the top ignition which diffused among participants as a discovery or a confirmation.

The citizen experimenters communicated and quickly became ambassadors and even, for some, whistle-blowers, with varied receptions from their interlocutors.

The simplicity of the technology proved to be promising for a large-scale and remote dissemination through Atmo AuRA's Captothèque system (loan of micro-sensors coupled with a digital platform and expert support).

Technical and human support for citizens (interpretation and recontextualization of measurements, answers to the questions of air quality, orientation concerning measurement in various environment, assistance with the use of the device...), adapted to different profiles, is an essential element to enable this appropriation of the subject.

The presence of a local relay can complete the system by encouraging participation of more varied publics (precarious, specific problems...) or changes in practice once the issues have been appropriated.



1. Contexte et objectifs du projet CheckBox

1.1. La qualité de l'air : un enjeu sanitaire et sociétal fort

La pollution de l'air est reconnue par l'OMS comme ayant un impact majeur sur la santé. Une étude de Santé Publique France publiée en 2021 attribue 40 000 décès à la pollution liée aux particules fines (PM_{2,5}) chaque année en France. L'amélioration de la qualité de l'air et la diminution des émissions de polluants sont donc nécessaires pour diminuer l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique. Les secteurs résidentiels avec le chauffage au bois non performant et celui du transport avec le trafic routier sont des leviers d'actions majeurs pour l'amélioration de la qualité de l'air sur les territoires. Dans ce cadre, et face aux problématiques liées notamment aux émissions d'oxyde d'azote (NO_x) et de particules fines (PM, pour *Particulate Matter*), plus de 200 villes en Europe travaillent à l'amélioration de la qualité de l'air par le biais de politiques publiques, de documents de planification et de mesures d'accompagnements des populations. Le projet CheckBox s'est déroulé sur deux territoires, la métropole de Grenoble (Isère, 38) et le bassin d'Annonay (Ardèche, 07).

En tant que ressource renouvelable, le bois-énergie offre une perspective pour atteindre les objectifs fixés par la programmation pluriannuelle de l'énergie adoptée en 2020¹, qui prévoit de porter à 33 % la part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie à horizon 2028. Cependant, le chauffage individuel au bois contribue significativement à la pollution de l'air, en particulier lorsque la combustion se fait dans de mauvaises conditions. En région Auvergne-Rhône-Alpes (mais également dans plusieurs autres régions de France), il représente la source principale d'émission de particules fines. Sur l'ensemble des territoires de la région, il contribue en moyenne annuelle à 50 % des émissions de PM₁₀. Le rôle du chauffage domestique au bois dans la pollution particulaire est davantage marqué en hiver puisque, sur les périodes de grand froid, sa part dans les émissions de PM₁₀ peut atteindre 75 %. Le trafic routier arrive en seconde position avec 12 % des émissions. Il est également à l'origine de 61 % des émissions d'oxydes d'azote (NO_x) sur le territoire.

En fonction des conditions dispersives liées à la topographie et à la météo, ces polluants émis vont plus ou moins s'accumuler dans l'air ambiant. Il en découle des concentrations de polluants dans l'air variables selon les heures, les jours ou les saisons. Ces concentrations peuvent être problématiques d'un point de vue sanitaire. C'est pourquoi leur mesure et leur surveillance est primordiale pour comparer ces concentrations moyennes annuelles aux valeurs limites réglementaires et aux seuils recommandés par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS).

Sur le territoire de la métropole de Grenoble (Grenoble Alpes Métropole, GAM) sur l'année 2021, la valeur limite en moyenne annuelle pour les PM₁₀ (40 µg/m³) est respectée pour l'ensemble des stations de mesures du réseau réglementaire d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes (Atmo AuRA). Néanmoins, le seuil recommandé par l'OMS (15 µg/m³ en 2021) est, quant à lui, dépassé au niveau de deux sites de mesure en proximité routière (Rocade Sud 24 µg/m³ et Grands Boulevards 21 µg/m³). La modélisation de la qualité de l'air mettait en évidence qu'en 2021, environ 34 % de la population sur l'ensemble de la métropole était exposée à ce dépassement de seuil. Cette valeur est néanmoins très variable d'une année à l'autre.

Pour les PM_{2,5}, en 2021, la valeur limite annuelle (25µg/m³) était également respectée au niveau des deux stations où ce polluant est mesuré (Rocade Sud et Les Frênes), le seuil recommandé par l'OMS (5 µg/m³) étant quant à lui dépassé. Pour ce polluant en 2021, environ 98% de la population de GAM était exposée à des concentrations supérieures au seuil recommandé par l'OMS. Sur le territoire d'Annonay (Ardèche), en 2021, il y a eu environ 2 500 personnes exposées au dépassement du nouveau seuil recommandé par l'OMS pour les PM₁₀, et la totalité de la population est encore exposée à un dépassement du seuil recommandé par l'OMS pour les PM_{2,5}.

Pour le dioxyde d'azote NO₂, la valeur réglementaire est respectée au niveau des stations de mesure de la Métropole grenobloise depuis 2020. Les valeurs les plus élevées enregistrées restent en proximité routière (Rocade sud Eybens et grands Boulevards) avec 32 µg/m³, en moyenne sur 2021.

Face à cet enjeu sanitaire, une implication grandissante des différents échelons de la décision publique, de la Commission européenne jusqu'à l'échelon territorial ainsi que de la part d'autres types d'acteurs est nécessaire. Les stratégies et les politiques publiques de lutte contre la pollution sont néanmoins souvent

¹ <https://www.ecologie.gouv.fr/programmations-pluriannuelles-lenergie-ppe>

associées à la mobilité et seulement secondairement au chauffage au bois. Cet enjeu prend cependant une place croissante dans les réflexions et les actions depuis quelques années, comme en atteste par exemple la sortie du Plan Bois² à l'été 2021 ou le décret sur les combustibles solides de mars 2022³. Concernant le chauffage au bois, les principaux leviers d'action sont : l'accélération du renouvellement du parc d'appareils, des installations réalisées selon les règles de l'art, l'adoption par les usagers de bonnes pratiques d'utilisation et un entretien régulier de l'appareil et du conduit. Le Plan d'action bois prévoit ainsi une feuille de route dont les mesures ont pour objectif, entre 2020 et 2030, une baisse supérieure à 30 % des émissions annuelles de particules fines liées au chauffage domestique au bois à l'échelle nationale, et de 50 % dans les zones couvertes par un plan de protection de l'atmosphère (PPA), comme sur Grenoble par exemple.

Au niveau territorial, GAM a mis en œuvre une série de mesures entre 2017 et 2022 dont certaines qualifiées d'ambitieuses dans le cadre du programme « Villes Respirables en cinq ans », fixant dans son Plan Climat Air Energie Territorial un objectif de réduction de 60 % des émissions de particules entre 2005 et 2030. Plusieurs mesures à grande échelle ont déjà été mises en œuvre, principalement liées à la mobilité, comme la Zone à Faibles émissions pour les marchandises, la réduction de la vitesse à 30 km/h et des mesures spécifiques associées aux pics de pollution.

Concernant le chauffage domestique au bois, GAM a déployé plusieurs actions, dont le dispositif fonds air bois cofinancé par l'ADEME (Prime Air Bois), débuté en 2015 et toujours en cours à la date de rédaction du présent rapport. Ce dispositif vise à aider financièrement les particuliers pour le renouvellement de leurs appareils de chauffage au bois non performants ainsi qu'à développer les bonnes pratiques d'utilisation du chauffage domestique au bois afin de réduire la pollution de l'air. Ce dispositif a été mis en place à la suite des résultats de l'étude BIOMQA menée par GAM (Programme AACT-AIR 2014).

Dans le cadre du fonds air bois, un réseau de partenaires a été mis en place, avec dès avril 2016, un Club des professionnels qui exercent sur le territoire, regroupant revendeurs d'équipements de chauffage au bois, installateurs, vendeurs de combustibles et ramoneurs. Ces professionnels ont noué une relation privilégiée avec l'ALEC (Agence Locale de l'Energie et du Climat) en signant une charte d'engagement autour du dispositif Prime Air Bois (42 signataires en 2016), une relation maintenue par des contacts fréquents (3 à 4 fois par an) autour de réunions techniques. Cette mobilisation d'acteurs relais dans le cadre de la Prime Air Bois s'avère être doublement fructueuse puisque le nombre de professionnels partenaires a augmenté depuis le début du dispositif (57 entreprises en 2017), et que ces professionnels représentent, pour les particuliers, la première source d'information sur le dispositif.

De son côté, le territoire d'Annonay essaie également de mettre en place des actions pour limiter les émissions de polluants par les appareils de chauffage domestique au bois à travers la mesure 1.4.4 du PCAET stipulant la « sensibilisation des usagers aux bonnes pratiques concernant les équipements de chauffage au bois ». Avec 50,7 % des ménages ardéchois consommant du bois bûche, l'Ardèche a un taux de consommation deux fois supérieur à la moyenne nationale. Ce territoire n'est pas éligible au dispositif Fonds Air Bois cofinancé par l'ADEME.

Certaines AASQAs (Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air) développent également de nouveaux moyens de communication et d'implication des publics afin de favoriser l'appropriation de la problématique par les citoyens et par les acteurs du territoire et encourager la mise en place d'actions en faveur de l'amélioration de la qualité de l'air. Le développement des micro-capteurs et leur utilisation par ces différents publics est un des axes de travail explorés par certaines AASQAs depuis plusieurs années. Les micro-capteurs sont des technologies portatives, peu onéreuses et faciles d'utilisation par des citoyens non experts sur le sujet qui permettent de mesurer un ou plusieurs polluants. Dans CheckBox, on s'intéressait principalement au chauffage domestique au bois émetteur de particules fines. Le micro-capteur retenu (Airbeam v2) permet ainsi de mesurer les concentrations en particules fines mais pas celles des autres polluants pouvant être présents dans l'air ambiant (voir caractéristiques du micro-capteur partie 3.1.1.1).

Le rapport Deloitte-ADEME (2017) évoque une diversification des sujets de préoccupation liés à la qualité de l'air, initialement centrés sur la pollution issue du secteur industriel et s'élargissant depuis la fin des

² <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Plan%20d%27action%20chauffage%20au%20bois.pdf>

³ [Décret n° 2022-446 du 30 mars 2022 relatif aux informations générales données par les distributeurs de combustibles solides destinés au chauffage auprès des utilisateurs non professionnels, concernant les conditions appropriées de stockage et d'utilisation afin de limiter l'impact de leur combustion sur la qualité de l'air - Légifrance \(legifrance.gouv.fr\)](#)

années 1990 vers des problématiques plus urbaines. Ces évolutions peuvent être associées à un renforcement de l'intérêt public pour la question et au développement des techniques de mesure (réseaux, modélisation etc.). Récemment, on assiste à un regain d'attrait de la population pour appréhender les pollutions, leurs sources et leur exposition. Ceci est dû, en partie, à une montée en puissance récente de deux facteurs concomitants : i) les nouvelles technologies portatives faciles d'utilisation par la population et ii) les sciences citoyennes qui se développent dans de nombreux domaines. Ces deux aspects sont au cœur de ce rapport et plus particulièrement discutés dans la recension de la littérature.

Malgré un foisonnement d'actions et d'acteurs, l'amélioration de la qualité de l'air, si elle est réelle, demeure insuffisante. Les préoccupations sanitaires restent très présentes, les objectifs du PREPA n'étant pas atteints, et une volonté d'action territoriale s'observe. Ainsi, la volonté de GAM rejoint la dynamique d'Atmo AuRA dans ses efforts pour élaborer de nouvelles modalités d'actions afin d'impliquer davantage les populations ainsi que pour intégrer les nouvelles technologies portatives de mesures de la qualité de l'air, notamment à travers son soutien au déploiement de son dispositif de Captothèque.

Dans la continuité de ces actions, le projet CheckBox vise à tester, sur différents types de territoire (urbain, rural...), diverses formes de sensibilisation et de formation des citoyens, ainsi que la pertinence de l'utilisation de nouvelles technologies de mesures portatives individuelles : les micro-capteurs de pollution. Ces micro-capteurs sont utilisés ici en tant qu'outil technique et sociologique d'accompagnement à la réduction de la pollution à l'échelle individuelle, bien que s'intégrant dans un dispositif plus général d'amélioration et de mesure de la qualité de l'air.

Dans CheckBox, une approche multidisciplinaire (mesures, suivi et sociologie) a ainsi été développée et approfondie afin de mieux comprendre les différents facteurs jouant un rôle dans la compréhension par les citoyens de l'impact du chauffage domestique au bois sur la qualité de l'air.

Le projet CheckBox a donc pour objectif d'étudier les impacts potentiels de l'utilisation par les citoyens d'une technologie portative de mesures de la pollution sur les représentations et les niveaux de connaissances associés à la qualité de l'air ainsi que sur les pratiques liées à l'utilisation du chauffage domestique au bois.

Après une description des objectifs opérationnels et du déroulé du projet, le présent rapport présente de façon détaillée l'état de l'art de la sociologie des techniques, des sciences participatives et de la qualité de l'air (Chapitre 2), incluant une présentation des notions sociologiques clés mobilisées dans ce projet. Cette recension fait ressortir que si la sociologie de l'innovation et celle de la participation sont plutôt bien développées, la discipline n'a en revanche que très peu traité des micro-capteurs de pollution. Un point sur l'état des connaissances sur ces questions, tout en identifiant les problèmes potentiels d'interfaces entre technologie et usagers en situation réelle sera effectué.

Seront ensuite présentés les dispositifs techniques et sociologiques mis en œuvre tout au long du projet (Chapitre 3). Les résultats et les enseignements issus de l'analyse des expériences des participants et des différents échanges qui ont eu lieu tout au long du projet seront détaillés et analysés (Chapitre 4). Enfin, les principales conclusions (Chapitre 5) et recommandations (chapitre 6) seront explicitées.

1.2. Les objectifs et le déroulé du projet

Diverses études scientifiques ont déjà porté sur les pratiques, les représentations et les connaissances des Grenoblois relatives à la pollution de l'air issue de la mobilité et du chauffage au bois. Ainsi, le projet Mobicit'Air avait montré que, si les impacts des mesures sur la mobilité étaient très légers, les effets sur les représentations, la connaissance et les perceptions du chauffage au bois comme source de pollution de l'air (qui n'étaient pas la cible du projet) semblaient prometteurs : *« j'étais dans le village, il n'y avait pas de pollution pendant la promenade (...), pas de voiture. Et là, ça monte. J'ai regardé autour, il n'y avait qu'un truc : (...) il y avait du chauffage au bois »* (expérimentatrice du projet Mobicit'Air, 2017).

L'objectif général du projet CheckBox est donc de poursuivre et d'approfondir la compréhension des liens entre mesures citoyennes à l'aide de micro-capteurs, perceptions et pratiques relatives au chauffage au bois, principale source de particules fines sur le territoire régional. Pour cela, trois phases d'étude ont été menées, les deux premières sur le territoire grenoblois (voir Figure 1), mobilisant deux stratégies participatives distinctes, et la troisième sur le territoire d'Annonay (Ardèche), pour tester le dispositif sur un territoire moins influencé par les épisodes de pollution.

- La première phase visait à mettre en place une expérimentation citoyenne sur la métropole Grenobloise et à étudier comment la mesure individuelle à l'aide de micro-capteurs impacte les perceptions et les comportements des participants par rapport au chauffage au bois. Elle intégrait également un état de l'art sociologique des projets innovants en matière de participation citoyenne par les nouvelles technologies, permettant de mieux situer ce projet et ses résultats dans le paysage scientifique actuel ;
- La deuxième phase a consisté à expérimenter une animation collaborative autour de la mesure par micro-capteur, sur deux communes du bassin grenoblois ayant une forte proportion de chauffage au bois (l'une en fond de vallée et l'autre plus rurale sur les hauteurs de l'agglomération), afin de favoriser les changements de comportements et les modifications de pratiques. Il s'agissait de tester et de comprendre comment une démarche collaborative et une réflexion collective portée par les citoyens eux-mêmes, amenant à des mesures groupées et concertées, pouvait permettre d'aller plus loin dans le changement de comportement à l'échelle d'une communauté ;
- Enfin, la troisième et dernière phase du projet s'est déroulée sur le territoire d'Annonay avec pour objectif la transposition du dispositif mis en place sur GAM lors des phases précédentes, enrichi des enseignements acquis jusque-là et adapté à un territoire marqué par sa ruralité, où la problématique de la qualité de l'air, y compris celle de la combustion de biomasse, n'est que peu présente dans les débats ou les politiques publiques. Il s'agissait également de tester la pertinence de l'intégration d'un relais local et territorial dans la sélection de citoyens ayant les profils recherchés ainsi que leur accompagnement au-delà de la mesure pour la mise en place d'actions à l'échelle individuelle.

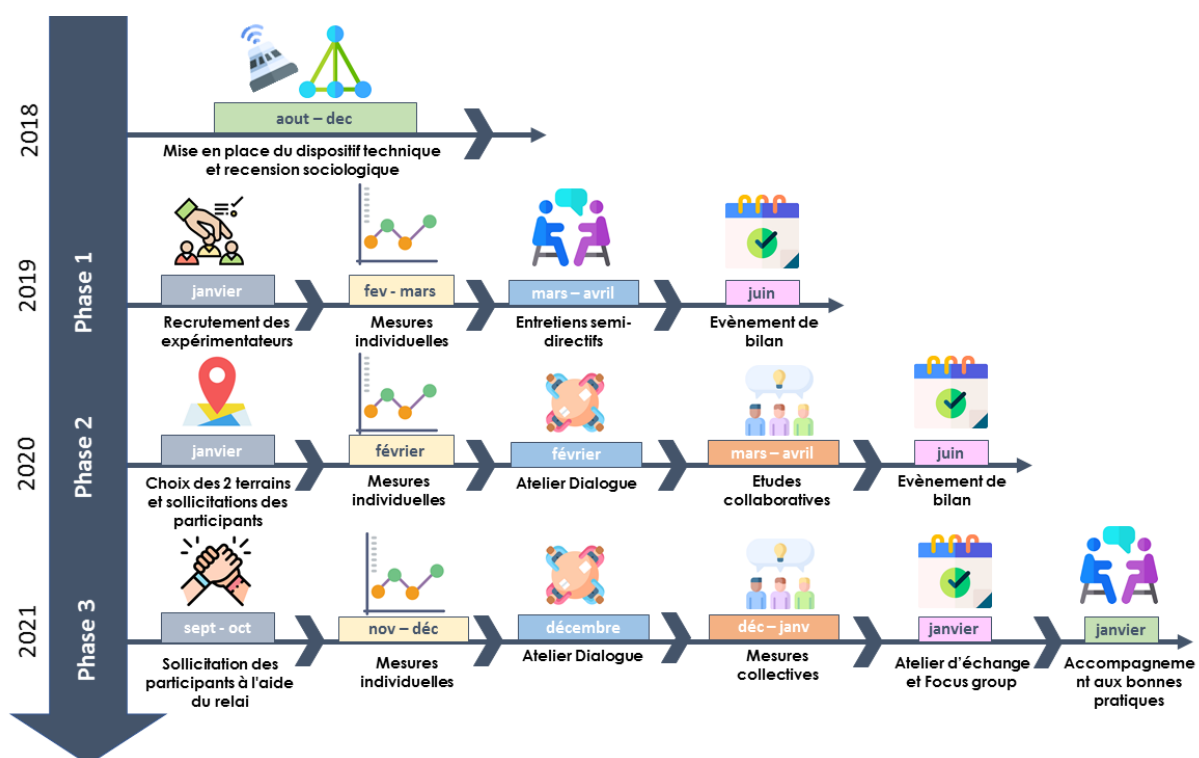


Figure 1: Déroulé technique des différentes phases du projet CheckBox

Si le parcours et l'expérience des participants sur les trois terrains présentent un certain nombre de similitudes, c'est l'accompagnement technique des participants, l'animation de la communauté ainsi que le suivi sociologique différent et adapté qui ont permis d'expérimenter constamment de nouvelles approches en amenant à des analyses et des résultats complémentaires.

L'originalité du projet CheckBox réside ainsi dans le fait qu'il est l'objet d'une collaboration entre experts de la qualité de l'air, sociologues et médiateurs scientifiques. L'implication de la coopérative La Turbine.coop dans le projet a permis d'expérimenter de nouvelles approches dans la mise à disposition

des micro-capteurs et l'accompagnement des citoyens à la mesure. En s'appuyant sur le dispositif de la Captothèque® d'Atmo AuRA, la Turbine.coop a conçu une méthode de découverte, d'exploration des micro-capteurs et de mesure de la qualité de l'air plus collaborative. Avec l'objectif de tester la construction d'hypothèses et de protocoles de mesures ainsi que leur impact potentiel sur l'appropriation du sujet de la qualité de l'air.

1.2.1. Phase 1 : découverte individuelle (janvier à avril 2019)

La première phase du projet CheckBox avait comme objectif de mettre en place une expérimentation de mesures par micro-capteur couplée au dispositif de Captothèque sur le territoire de la métropole grenobloise et d'étudier ses impacts sur les perceptions et les comportements des participants par rapport au chauffage au bois.

Dans un premier temps, les citoyens habitant sur le territoire de la Métro étaient invités à s'inscrire sur la plateforme web de la Captothèque pour participer au projet. Le nombre de candidatures reçues ayant été très élevé, une sélection fondée sur un questionnaire sociologique en ligne a été réalisée. Les données récoltées, très riches d'enseignements, ont fait l'objet d'une analyse sociologique détaillée (voir partie 4.1.1.1 et Annexe 1). Le but de cette sélection était notamment d'obtenir une diversité de profils chez les participants en termes de connaissance, d'intérêts relatifs à la qualité de l'air et de niveau d'aisance avec les nouvelles technologies. Il s'agissait également d'avoir une forte représentativité d'usagers du chauffage au bois (3/4 des participants).

Les personnes sélectionnées ont ensuite été formées à l'utilisation des différents outils techniques constituant le dispositif de mesure lors d'un atelier collectif. Ces différents éléments sont détaillés dans la partie 3.1 portant sur la méthodologie technique (Figure 2).

À la suite de cet atelier de formation, l'ensemble des participants a pu explorer librement les niveaux de particules dans leur quotidien grâce au micro-capteur qu'ils avaient en leur possession pendant deux semaines. Au cours de cette étape de mesures individuelles, les participants avaient la possibilité de solliciter l'équipe projet pour des besoins techniques particuliers par téléphone ou par mail.

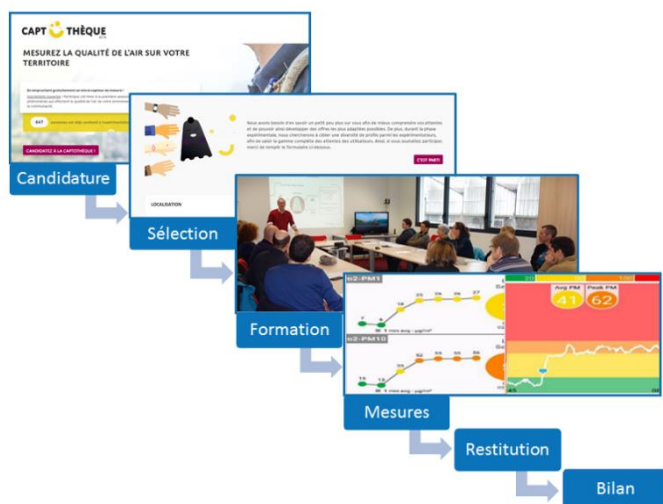


Figure 2 : Parcours d'un participant en phase 1

Au moment de restituer le matériel, chaque participant a été interrogé par le biais d'un entretien semi-directif en face-à-face (cf. partie Erreur ! Source du renvoi introuvable. pour les détails). L'objectif de ces entretiens était d'obtenir pour chacun son retour d'expérience, de répondre à ses questions, d'identifier sa montée en compétence, ses changements de pratiques (mobilité, sports, chauffage au bois et autres...), d'échanger sur la communication qu'il avait pu avoir autour du projet ainsi que d'explorer la thématique du chauffage au bois.

Enfin, pour conclure la période de mesures, les volontaires étaient invités à échanger avec les autres participants ainsi qu'avec les partenaires organisateurs sur les différents aspects de leur expérience lors d'un évènement de bilan.

1.2.2. Phase 2 : exploration collaborative (janvier 2020 à avril 2020)

La phase 2 (Figure 3) visait, quant à elle, à expérimenter une méthodologie d'animation plus collaborative autour du dispositif Captothèque. Après une période de découverte individuelle, il s'agissait de susciter une dynamique de groupe chez les utilisateurs pour en observer les impacts en comparaison avec la phase 1. Il s'agissait là d'une approche plus qualitative que quantitative, visant surtout à tester de nouvelles formes d'animation participative.

Plusieurs questions ont présidé à la construction du protocole d'animation. La mise en œuvre de mesures collaboratives permettrait-elle d'observer :

- Un renforcement de l'engagement des participants par rapport à ce qui s'observe généralement dans les initiatives de ce genre, plus individuelles (cf. la revue de littérature, §2) ?
- Une autonomisation plus grande des participants vis-à-vis du dispositif technique ?
- Des échanges et diffusion de compétences entre participants ?
- Une pérennisation de la relation à la Captothèque ? A Atmo AuRA ?
- Une validation de l'outillage technique ?
- L'intérêt ou la nécessité de l'intervention d'une structure locale (autre qu'Atmo AuRA) dans le déploiement du dispositif ?
- Une appropriation renforcée du sujet grâce à la définition et la mise en place de protocole rigoureux de mesures collectives par les participants eux-mêmes ?

Pour étudier l'impact d'un tel dispositif sur les publics en lien avec le chauffage au bois, deux territoires aux profils différents, avec un nombre conséquent de foyers utilisant des systèmes de chauffage domestique au bois, ont été choisis (ce qui a permis, de plus, d'établir des liens avec le territoire de la phase 3 où le chauffage domestique au bois est également très présent). Deux communes appartenant à l'agglomération grenobloise, les villages d'Herbeys (132 logements sur 478 déclarés comme utilisant le bois comme chauffage principal soit 28 %) et de Seyssins/Seyssinet-Pariset (50 logements sur 492, soit 10 % des logements), ont ainsi été identifiés, en lien avec l'Agence Locale de l'Energie et du Climat de l'Isère (ALEC 38). La première (commune de Herbeys) a un profil périurbain/semi-rural, l'autre plus urbain, au cœur de l'agglomération (communes de Seyssins et Seyssinet-Pariset).

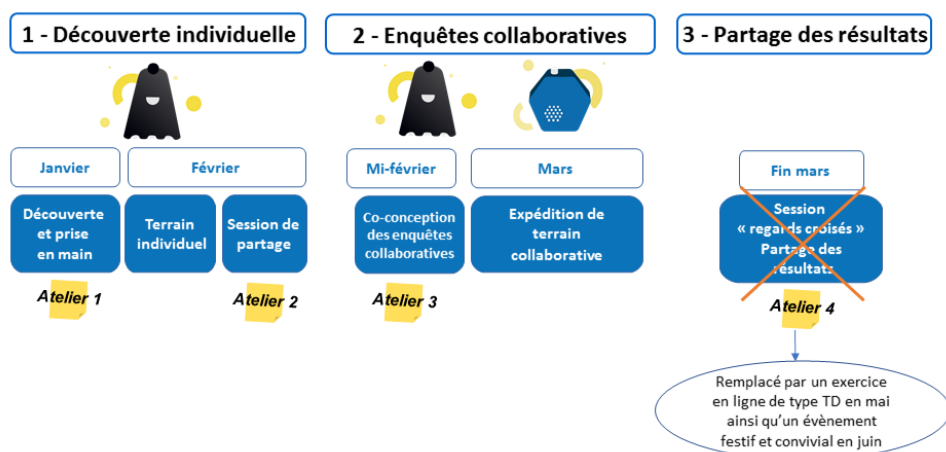


Figure 3 : Schéma du déroulé de l'expérimentation en phase 2

Un planning spécifique a été imaginé pour être déployé en parallèle sur ces deux territoires de façon adaptée. Il comprenait une première étape de prise en main et de mesures individuelles accélérée (identique à celle de la Phase 1 mais plus courte), suivie d'une série d'ateliers et temps d'échanges consacrés aux retours d'expérience et aux études collaboratives. Une série d'ateliers a ainsi été conçue, mais la crise sanitaire liée au COVID-19 a empêché la tenue de l'un d'entre eux. Une démarche d'animation alternative, basée sur un travail par « regards croisés » comprenant des exercices virtuels d'analyse de données sur la Captothèque et un atelier d'échanges, a néanmoins permis de clôturer cette phase 2 de la façon la plus pédagogique et dynamique possible. Entre les ateliers, les équipes d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes et de la Turbine ont échangé à distance avec les participants qui le souhaitaient.

1.2.3. Phase 3 : transposabilité du dispositif (octobre 2020 à janvier 2021)

La troisième et dernière phase du projet (Figure 4) s'est déroulée sur le bassin d'Annonay (Annonay Rhône Agglo et Val d'Ay). L'objectif était de travailler sur un territoire semi-rural, très peu dense et concerné par les pratiques de chauffage au bois liées à une économie rurale (filières locales d'approvisionnement...). Comme en phase 1, le territoire d'étude était assez vaste, avec de la pluriactivité et des pratiques de chauffage domestique au bois très développées (30 % de la population ardéchoise se chauffe principalement au bois bûche)⁴. Ce territoire est en revanche très différent de celui de la première phase, avec une population dix fois plus faible (48 000 habitants contre 446 000 pour Grenoble-Alpes-Métropole) et une superficie deux fois plus petite (316 km² contre 819 km²). Ces différences influencent notamment les pratiques de mobilité, d'autant plus que le territoire, plus rural, est assez peu équipé en transports en commun. Il est également caractérisé par un nombre restreint d'implantations industrielles.

L'objectif de cette phase 3 était la transposition du dispositif mis en place sur GAM, enrichi des enseignements acquis et adaptés à un territoire marqué par sa ruralité, où la problématique de la qualité de l'air, particulièrement celle liée à la combustion de biomasse, n'est que peu présente dans les débats ou dans les politiques publiques. Sociologiquement, il importait d'étudier si ces différences allaient avoir des effets sur les mesures, les représentations, les motivations des participants.

Il s'agissait également de tester comment et dans quelles conditions le dispositif de prêt de micro-capteur pouvait être déployé sur un territoire éloigné des pôles techniques d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes avec l'intégration d'un relais local permettant de compléter l'accompagnement à la mise en place d'actions de la part des participants.

En amont du lancement opérationnel de cette phase 3, l'Agence Locale de l'Energie et du Climat (ALEC 07) a été choisie comme relais local, choix qui présentait plusieurs avantages et intérêts :

- Associer l'étude à une structure déjà ancrée territorialement ;
- Pouvoir faire le lien entre les pratiques quotidiennes énergétiques liées au logement et de bonnes pratiques d'utilisation du chauffage au bois ;
- Aller plus loin avec les participants concernant la sensibilisation aux bonnes pratiques d'utilisation du chauffage domestique au bois (mode d'allumage, usages et qualité du bois, entretien, renouvellement d'appareil...).

La phase 3 du projet a également pu profiter du développement du dispositif Captothèque par Atmo AuRA, accéléré par le contexte sanitaire épidémique et les contraintes distancielles imposées. Les participants du bassin d'Annonay ont ainsi pu bénéficier d'un service géré entièrement à distance avec une distribution du matériel par voie postale, une évolution du dispositif technique (application Smartphone et site web de visualisation des données) facilitant la prise en main en autonomie par le citoyen ainsi que la tenue d'ateliers en visioconférence (ateliers pour la prise en main du dispositif, atelier d'échange avec les experts d'Atmo). Les participants bénéficiaient également toujours d'un support technique (contact par mail, appel téléphonique, groupe d'échange sur la plateforme web). A la fin de la période de mesure, des *focus group* suivant les mêmes thématiques et les mêmes objectifs de questionnements que les entretiens semi-directifs de la première phase ont été organisés avec les sociologues du projet, afin de recueillir les retours d'expérience des participants, leurs apprentissages et l'impact des mesures sur leur perception relative au chauffage au bois (voir 4.4).

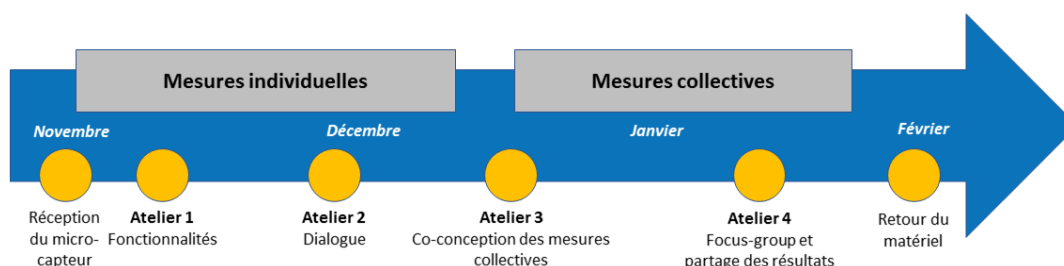


Figure 4 : Schéma du déroulé de l'expérimentation en phase 3

⁴ Source. Analyse Bois bûche. Conseil général d'Ardèche, 2014.

Au vu des trois phases enchaînées dans le projet CheckBox, il est possible d'en dégager l'originalité. Il ne s'agit pas d'une initiative issue d'une collectivité locale comme dans Ambassad'air (L'Her, 2021). Il ne s'agit pas non plus d'une étude sociologique à propos d'une initiative dont les sociologues ne viendraient qu'en tant qu'observateurs neutres. CheckBox présente la singularité d'être un projet d'intervention sur des territoires à l'initiative d'une AASQA et de sociologues ; et pour laquelle la sociologie est en position de promotrice d'une opération visant à porter une sensibilisation publique avec comme visée une évolution des pratiques.

2. Sociologie, micro-capteurs et qualité de l'air : situation du projet par rapport à l'état de l'art

Avant de développer la méthodologie de terrain, une recension a été menée sur un ensemble de travaux en sociologie portant sur les techniques et l'innovation, la qualité de l'air et enfin, les sciences participatives. Il s'agissait de comprendre si les enjeux liés à cette problématique avaient été abordés ou non, et comment se situe le projet CheckBox dans ce paysage scientifique.

2.1. Quelques repères sur le rôle des perceptions et des représentations de la qualité de l'air

Le principe de la différence entre « perception » et « représentation » a été pris comme base pour comprendre les opérations des participants (Faugère, 2002) à CheckBox. La perception est liée aux sens ; en matière de pollution atmosphérique, cela peut être la réduction de la visibilité, la brume de pollution, l'odeur de fumée, une gêne respiratoire ou encore des réactions cutanées... Ce qui est représenté est plutôt lié à une expérience de la pollution de l'air interprétée et mise en forme par la cognition. Ceci passe par le dire des autres, des documents plus ou moins complexes, les médias, les échanges interpersonnels ainsi que des analyses, des éléments techniques, voire des aspects sociologiques, des attitudes, des expériences ou encore des outils (tel le micro-capteur, des applications, un site internet). Ceux-ci proposent un recours médié à la réalité qui justifie que ce n'est pas qu'une "présentation" mais une "représentation". Un exemple typique pris par les philosophes est l'énoncé que la terre est ronde, qui a longtemps été lié à une "représentation" en l'absence de perception directe au niveau personnel, et qui était véhiculée par l'éducation, les livres, etc. En ce sens, seuls les astronautes ont une réelle perception de la terre comme étant ronde.

Les « représentations sociales » sont des filtres organisateurs de nos perceptions qui guident dans la façon de définir les différents aspects de notre quotidien, de les interpréter et de leur donner un statut. Pour Jodelet, il s'agit de "réalités préformées, des cadres d'interprétation du réel, de repérage pour l'action, des systèmes d'accueil des réalités nouvelles" (2012, p. 47-48). Elles jouent un rôle plus important dans le changement de pratiques d'un individu que l'information elle-même : une nouvelle information ne tendra à être intégrée dans le système cognitif d'un individu que si elle est cohérente avec la représentation dominante de celui-ci. En ce qui concerne leurs liens aux perceptions, les représentations viendront les colorer, en leur donnant une signification.

Dans le cadre du projet CheckBox, l'usage d'une nouvelle technologie de mesure de la qualité de l'air s'inscrit dans un quotidien de pratiques et d'habitudes, d'intérêts et de préoccupations qui jouent un rôle – et l'analyse des entretiens semi directifs y reviendra – dans les réalisations, les surprises, les nouvelles compréhensions qu'ont les individus à la suite de leur expérience de la mesure de la qualité de l'air.

Le comportement en interaction avec l'environnement réclame le recours à des ressources et des processus différents selon qu'il est confronté à une représentation ou à une perception. Selon que l'on peut voir, toucher, sentir, goûter, situer dans l'espace et le temps l'empreinte d'un contact, éprouver des sensations fonctionnant comme premiers signaux d'information voire d'alarme, comme dans le cas de fumées suspectes – ou à l'inverse, selon la part de conjectures et de détours computationnels qu'il faut entreprendre pour saisir un objet ou un phénomène, comme dans le cas de rayonnements ionisants ou de fibres d'amiante, la conscience de la présence des sources de danger dans la vie quotidienne varie considérablement (Chateauraynaud et Torny, 1999, p. 27-28). La conscience de la qualité de l'air a ainsi évolué du témoignage des sens, encore présent aujourd'hui même si limité, vers la manifestation invisible et rendue tangible par des instruments de mesure, étape de plus en plus techniques (Charvolin et al., 2015), ce à quoi nous revenons dans l'analyse empirique du projet.

La question qui est alors posée par CheckBox est celle de l'utilisation d'une technologie de mesures par des citoyens eux-mêmes, avec leurs préoccupations et leurs représentations sociales variées relatives à la pollution de l'air et aux technologies, par rapport à des outils de mesure réglementaires de la pollution de l'air déployés depuis les années 1980 et systématisés par la loi sur l'air en 1996. Dans ce cadre, et de manière sommaire ici, il ne faut pas oublier le rôle de l'épidémiologie, qui a suivi le développement de la mesure (années 1990) et tenté d'établir des corrélations entre mesures, impacts sur la santé et facteurs sociologiques et géographiques. Ceci a permis d'établir la nocivité de la pollution et de ses différentes composantes et a contribué à l'institutionnalisation de la mesure sous l'angle de la surveillance dans un premier temps, puis dans un second, de la sensibilisation et des différentes mesures de réduction des polluants atmosphériques. Les liens avec les comportements et les représentations ont ensuite émergé de manière plus forte avec une 'saisie' croissante par la sociologie de l'enjeu pollution. Ces usages sont associés à des moyens de modélisation de plus en plus performants, l'enjeu du micro-capteur portatif individuel est de revenir à la mesure indicative directe de l'exposition⁵ individuelle (limitée à des polluants spécifiques, dans le temps et dans l'espace) et de restaurer le citoyen, première victime de la pollution, comme celui qui peut également être à l'origine de sa caractérisation partielle. Le pari de CheckBox, qui sera systématiquement souligné par les participants comme l'aspect le plus bénéfique, est la prise de possession individuelle de la mesure et le fait que la personne impliquée mesure "par elle-même". Le projet CheckBox tel qu'il a été mis en place, s'est efforcé de contourner une partie de l'écueil d'une stratégie s'imposant a priori à des participants passifs, en leur proposant au contraire un cadre exploratoire. Pour autant, les participants n'ont pas participé à la construction de leurs micro-capteurs ni à l'élaboration du protocole de recherche qui lui, était orienté vers le chauffage au bois. La démarche sociologique au fondement de CheckBox ne consistait donc pas à suivre, par le biais du relevé des micro-capteurs, les parcours et les mesures exactes répertoriées. Le volet sociologique visait à évaluer comment les micro-capteurs introduisent des usages particuliers, entre sphère du monde atteignable (Schutz, 1987) par les participants – que ce soient leurs environnements proches ou ce sur quoi ils estimaient avoir une prise –, et représentations sociales. Il faut également tenir compte des impacts de ces mesures sur les représentations, les niveaux de connaissance et les pratiques des participants.

La question du rapport à la connaissance comme source d'action potentielle est alors également soulevée. Savoir mène-t-il obligatoirement à des changements de pratiques comme cela est souvent présumé ? Cette question est très large et renvoie plus globalement à l'enjeu fondamental des leviers de changements de pratiques dans les efforts de transition écologique, auquel l'analyse des résultats du projet CheckBox apporte des éléments de réponses.

Le projet CheckBox explore les représentations et les pratiques liées à la pollution de l'air à partir d'une mesure déléguée au citoyen muni de la machine que constitue le capteur. En plus de la perception par les sens, particulièrement limitée dans le cas de la pollution de l'air car peu visible et peu identifiable directement, à une certaine durée et une certaine étendue, le micro-capteur propose une reconstitution fragmentée – une mesure par seconde – que l'interface restitue sous la forme d'une courbe sur un graphique en deux dimensions, sur un écran de Smartphone, puis sur le site de la Captothèque. Autrement dit, le détour par le micro-capteur ne se limite pas à mimer la perception et son caractère continu avec une plus ou moins grande fidélité. Avoir « recours aux sens » et avoir « recours au micro-capteur » ne sont pas qualitativement la même chose, même si, dans les deux cas, l'individu entre en interaction avec la pollution de l'air. L'intérêt du micro-capteur est alors à comprendre comme un rendu

⁵ L'exposition à la pollution atmosphérique désigne le contact effectif, l'interaction entre un organisme, végétal, animal ou humain et les polluants de l'air. Celle-ci peut-être de durée et d'intensité variables, avec une préoccupation pour les expositions chroniques, dont l'impact sanitaire est le plus important, appréhendé par l'épidémiologie à l'échelle des populations. Il existe trois voies principales d'exposition humaine aux polluants de l'air : la voie respiratoire, prépondérante, mais également une voie digestive liée à la contamination de l'eau, des sols ou des aliments par dépôt et/ou migration, et une voie cutanée, beaucoup plus faible. Compte tenu de la multiplicité des polluants et des fluctuations de leurs concentrations liées à de multiples facteurs (morphologie spatiale, dynamique atmosphérique, météorologie, chimie, etc...), de la diversité des environnements (intérieur, extérieur, en déplacements, etc.), l'exposition présente de très grandes difficultés d'évaluation et ne peut être appréhendée qu'indirectement. A travers des dispositifs sophistiqués de mesures et de modélisation, les réseaux de mesure offrent des valeurs normées constituant des approximations quantitatives de la présence de polluants réglementés dans l'air ambiant. Des dispositifs passifs ont été utilisés pour réaliser des mesures directes de l'exposition à certains polluants. Le développement plus récent des micro-capteurs a constitué une avancée significative dans l'appréhension quantifiée de certains aspects au moins des expositions, sans lever pour autant tous les obstacles que soulève cette quantification.

d'une plus ou moins forte "résolution" qui complète et ajoute aux sens selon les interprétations faites des informations visualisées sur le Smartphone ou via la Caphotothèque.

En effet, le micro-capteur utilisé dans CheckBox représente une objectivité ou objectivation "mécanique" (Daston et Galison, 2012) ou technique de la pollution par les particules fines, qui vient interagir de manière dynamique avec les perceptions et les représentations. Il fait foi car l'appréhension de la pollution a été externalisée dans un outil technique de mesure, même si les mesures issues de cet outil font ensuite l'objet d'interprétations. Le micro-capteur peut élargir considérablement la perception initiale de la pollution. Les participants au projet ont été nombreux à voir sur leur interface graphique la valeur mesurée de concentration en particules fines augmenter, et en même temps sentir une odeur qu'ils ont associée au chauffage au bois. L'objectif de CheckBox était, grâce aux micro-capteurs, de confronter dans le quotidien, des instruments de mesures utilisés dans un contexte « normal » d'actions personnelles. Ceci renvoie aux questions posées par la sociologie à l'égard des innovations et, notamment, des usages qui en sont faits. Comment une innovation rencontre-t-elle l'usager avec ses représentations sociales, ses habitudes et ses gestes, avec en somme, son quotidien ? Qu'en fait-il et pourquoi ? Car il existe de nombreux facteurs, techniques et non techniques, jouant un rôle dans les interactions entre un individu, une innovation et le dispositif qui l'accompagne. Et en ce sens, il existe un éventail d'interactions dynamiques entre l'individu, son quotidien, ses représentations et l'innovation, allant du rejet total à l'ignorance ou de l'indifférence à l'enthousiasme, à des motivations et modalités d'usages multiples. Autrement dit, l'appropriation des mesures issues du micro-capteur est un processus complexe qui n'est ni linéaire ni libre d'obstacles. Il peut être interrompu dans n'importe quelle phase et selon des modalités associées à la diversité des intérêts et à des « représentations sociales » liées à des logiques d'action. Ceci a évidemment des incidences fortes sur des mesures ayant pour objectif d'améliorer la qualité de l'air, puisque ceci passe par le biais de modifications de pratiques diverses ancrées dans le quotidien.

La comparaison entre les trois terrains d'expérimentation du projet CheckBox a permis d'étudier ces différents points : quels ont été les effets de la marge de manœuvre accordée aux participants sur leurs mesures, leurs compréhensions, leurs réalisations, leurs pratiques de mesures et de chauffage au bois, en somme, leur vécu des mesures ? En quoi le fait de laisser la technologie ouverte à une diversité de prises possibles par les participants a permis un investissement personnel de ceux-ci et des modifications de conscience et d'attitude soit au niveau de la connaissance de "leur" pollution atmosphérique, dont ils pouvaient d'ailleurs n'avoir aucune perception préalable, soit par une réorientation de leur attitude ?

Cette discussion renvoie à la complexité intellectuelle et méthodologique du projet CheckBox, en ce qu'il intègre trois ensembles différents de représentations relatives à la pollution, à la technologie et au chauffage au bois. Ceci a des implications fortes pour l'analyse et la compréhension des pratiques dans la mesure où l'on peut observer leur manifestation sous différents types d'interactions entre ces représentations sociales. Par exemple, il est possible de retrouver les comportements paradoxaux suivants :

- Un participant très sensible au problème de pollution utilisant un vieux poêle à bois ou une cheminée ouverte pour des raisons de plaisir ;
- Un participant pour qui le vélo est quasi un mode de vie et pour qui la pollution vient gêner son plaisir du vélo ;
- Un participant technophile qui n'a que peu d'intérêt pour la pollution ;
- Une participante asthmatique qui se sent obligée de prendre sa voiture durant les pics de pollution, sachant que ce faisant, elle y contribue et qu'elle n'est pas protégée de la pollution dans l'habitable.

La mise à disposition de micro-capteurs de la pollution de l'air aux citoyens permet à ces derniers d'appuyer et de modifier leurs représentations sociales avec leur propre capacité de production de données (et sur leurs liens à la pollution de l'air) dans un sens qui ne les réduit pas à de simples sondes de la qualité de l'air. La littérature des sciences sociales insiste sur les limites de l'expertise technique de la qualité de l'air et sa réduction de la complexité du quotidien vécue- par les citoyens mesureurs qui voient dans l'apport technologique des possibilités de mobiliser des registres d'information objective mais aussi critiques, réflexifs, ambivalents... et ludiques.

2.2. Le rôle du questionnement sociologique dans l'expérimentation de CheckBox

Chauffer son habitation représente une nécessité qui touche toutes les catégories sociales. Le chauffage au bois est une source d'énergie qui fait l'objet de politiques depuis de nombreuses années, représentant une source potentielle de réduction des dépenses et de la pollution de l'air grâce à l'adoption d'appareils plus performants.

Travailler sur la pollution de l'air issue de la combustion de biomasse dans le cas du chauffage au bois est très différent de s'intéresser à celle liée au trafic routier. En effet, les contraintes quotidiennes liées à ces deux pratiques (mobilité et chauffage) et leur ancrage dans une chaîne d'actions quotidiennes ne sont pas les mêmes. Pour le dire simplement : conduire n'implique pas les mêmes actions, les mêmes motifs, les mêmes plaisirs ni les mêmes contraintes que de faire usage de son poêle à bois. Dans les représentations sociales, la voiture pollue, alors que le chauffage au bois ne pollue pas car c'est une ressource naturelle. Ces différences ont des incidences sur la méthode de recherche à mettre en œuvre, car, comme le montrent les travaux en sociologie, ni la pollution de l'air ni les innovations techniques ne sont neutres. Elles entrent en interaction avec les citoyens soumis à des contraintes et engagés dans des pratiques quotidiennes qui sont aussi elles-mêmes en interactions avec des politiques volontaristes et différents dispositifs et campagnes de sensibilisation et de lutte contre la pollution.

Séverine Frère (2020) a montré que s'intéresser au chauffage domestique au bois en ce qui concerne les politiques de réduction de la pollution de l'air permettait d'associer deux types de publics particulièrement contrastés. Elle fait ressortir que la plupart des dispositifs de sensibilisation, en s'attachant aux valeurs à véhiculer pour faire changer les comportements, touchent des populations à fort capital culturel, souvent très éduquées et déjà engagées dans l'enjeu environnemental. C'est le cas dans l'agglomération grenobloise. Mais la perspective de réaliser des économies d'énergie tout en polluant moins touche un autre ressort du changement de comportement orienté vers la facture énergétique. C'est là un ressort pour sensibiliser une population que Frère dénomme les « pragmatistes », qui sont souvent issus de classes populaires, et qui orientent leurs pratiques quotidiennes de manière opportuniste, notamment en fonction de la réduction des dépenses à moyen terme.

Le travail sociologique ne porte donc pas ici sur les considérations relatives aux options et promesses techniques dans le choix du modèle du micro-capteur pour la réalisation du projet, traité dans la partie 3.1.1.1. Le micro-capteur n'est considéré sociologiquement qu'à partir de ses usages et la position qu'il contribue à faire adopter à l'utilisateur face à la question de l'objectivité de la pollution. Précisons d'emblée ce que l'approche sociologique, centrale dans le projet CheckBox, ne traite pas :

- Les questions de fonctionnement et de fiabilité du micro-capteur et de l'application ;
- Les questions de perception personnelle de la pollution de l'air, indépendamment de l'usage du micro-capteur. La perception n'est traitée qu'en rapport avec les représentations ;
- Les questions de changement de comportement à long terme des participants, car le projet CheckBox n'a pas mis en place de protocole pour évaluer sur le long terme (à 6 mois, 1 an ou plus) les effets de l'utilisation des micro-capteurs ; seules des phases expérimentales avec le micro-capteur étaient prévues et non un usage régulier⁶ ;
- Les questions d'opinion ou d'attitude de la population en général, car l'étude se concentre sur les participants. Les données de la phase 2 (territoires de Herbeys et Seyssins) et de la phase 3 (territoire d'Annonay) ont néanmoins été comparées avec les informations recueillies par les nombreuses réponses au questionnaire de la phase 1, proposé aux personnes intéressées à participer, sur lequel il a été possible d'établir des statistiques rudimentaires.

Le questionnement sociologique porte sur ce qui est considéré par les participants comme une « bonne donnée », ce qu'ils en font ou non et pourquoi. Autrement dit, le micro-capteur n'intéresse que pour ce qu'il provoque en tant qu'intermédiaire ou vecteur d'interactions entre le participant et la qualité de l'air, comme une visualisation de la pollution de l'air, les traces mémorielles qu'il laisse dans le vécu des personnes, les motifs de mesure individuels, voire collectifs, les pratiques de consultation de l'écran du Smartphone par les participants ou la pratique de consultation du site de la Captothèque. Cette question a été abordée auprès d'habitants pris individuellement dans la phase 1 de CheckBox et elle a été systématisée à travers des enquêtes plus collectives dans la phase 2, avec une évolution concomitante de la Captothèque. La phase 3 de CheckBox a également mis l'accent sur le niveau collectif.

⁶ Ceci soulève la question de la pertinence et de l'intérêt de mener une phase d'étude 'un an après' les mesures...

Concernant l'influence du micro-capteur sur l'individu, la littérature montre que l'attribution d'une capacité de mesure aux citoyens via les micro-capteurs fait ressortir une ambivalence, à savoir le caractère « juste assez bon de la donnée » (« just good enough data ») (Gabrys et al., 2016). Celle-ci tranche avec la confiance dans la donnée des instances expertes, mais aussi avec le niveau de confiance accordée par les participants à leur outil de mesures (La Branche, 2016) qui devient LA référence légitime de données fiables à leurs yeux. Car, que la mesure soit bonne dans le sens scientifique du terme ne la rend pas nécessairement signifiante aux yeux de celui qui mesure ! La donnée des micro-capteurs citoyens présente l'avantage de rappeler le caractère partiel des chiffres obtenus, qui laisse la place aux hésitations et aux doutes propres à l'investigation de l'exposition ordinaire à la pollution de l'air. Et c'est un résultat des expérimentations avec les micro-capteurs que de les voir devenir des éléments de réduction de cette circonspection. Comme l'a montré le projet Mobicit'Air (et le confirme le projet CheckBox), en situation de mesures individuelles non encadrées par des experts, les mesures effectuées par le participant deviennent l'étalon de mesure à partir duquel les autres mesures sont comparées, essentiellement parce que ces mesures sont situées dans son temps (présent) personnel et son lieu (ici). Dans le vécu quotidien de celui qui mesure, donc. Expliquer ce processus psycho-cognitif dans les détails serait intéressant mais reste hors du cadre de notre projet. Les échanges avec Atmo AuRA, tout au long de l'expérience et notamment lors des ateliers collectifs, ont toutefois permis de modérer ce ressenti, notamment à travers la présentation du dispositif officiel de surveillance de la qualité de l'air et la recontextualisation des mesures par micro-capteurs. Les travaux des sociologues ont montré que le passage de la focalisation sur de la "donnée" définitive à une prise en compte de la "donnée suffisamment bonne" (mais plus pertinente aux yeux des participants) permet de réactiver les implications des profanes dans la science et la technique (Irwin, 1995). Mais cela permet aussi de complexifier et de maintenir ouvert le débat public relatif aux enjeux de savoir tout en territorialisant l'appréhension de la pollution au niveau de sa dimension vécue. Cette façon dont l'information sur la qualité de l'air emporte avec elle des options pour l'action (Boutaric, 2005) est une explication possible du crédit attribué par des participants de CheckBox à "leurs" mesures par micro-capteur, celles dont ils connaissent les ressorts, qu'ils comparent aux informations diffusées par les AASQAs. Le contexte français de mesures très institutionnalisées joue probablement aussi un rôle qui n'est pas développé ici (Parasie et Dedieu, 2019).

Cela est illustré dans le projet par le peu d'intérêt des participants de la phase 1 à consulter le site et les résultats des autres participants (cf. partie 4.4.1, sur les entretiens). Cela peut être associé au fait que si les AASQAs et les politiques publiques ont toujours visé l'information du public, les informations qu'elles diffusent ont plutôt tendance à être ignorées ou peu accessibles. On peut se demander alors si ce n'est pas ce double message qui est dépassé par l'offre technique des micro-capteurs. Le monopole de l'information sur la qualité de l'air devient, pour la population, non plus une façon de se dédouaner sur, ou de critiquer l'expertise technique des AASQAs, mais il prend consistance, pour une couche de la population, dans un souci personnel de connaissance de son air par le recours à une technologie individuelle disponible et mobilisée par les participants pour qui c'est une motivation importante. Cette dernière agrandit potentiellement le cercle de la circonspection et de l'épreuve de l'incertitude – la métrologie de l'air insiste toujours sur le caractère évolutif, et schématique, des chiffres produits – à la population. Se pose alors le problème de savoir quel effet de régulation (des pratiques notamment) est attendu de la production de données par micro-capteurs citoyens pour les instances d'expertise de la qualité de l'air et pour les citoyens.

Le fait d'associer dans une même instance d'une part une métrologie relativement standard et d'autre part des projets citoyens d'amélioration de la qualité de l'air contribue à étayer la critique selon laquelle les mesures et les efforts d'amélioration ne permettent pas à eux seuls d'expliquer le caractère sain ou pas de l'air pour la population (Ottinger, 2010). Certains citoyens, qui se lancent dans des mesures parallèles à celle des organisations expertes, estiment via ces mesures que le risque de pollution est systémique, qu'il relève d'un problème multiscale qui ne peut être réduit à des solutions techniques spécialisées. Ceci concerne la vision techno-centrée des problèmes et de leurs solutions, remettant en question le statut même de la valeur de la technique, alors que celle-ci est au cœur du dispositif. Ce sujet est complexe et mériterait des développements à la fois historiques, sociologiques et épistémologiques qui à la fois relativisent et complexifient le rôle et la part des techniques mais cela dépasse le cadre de nos propos...

D'autres études se sont intéressées au vocabulaire des motifs empruntés par les citoyens dans leur perception de la pollution de l'air. Elles constatent d'abord la montée du caractère crucial de ces motifs, à travers la généralisation parallèle de la responsabilisation individuelle des citoyens dans la qualité de l'air qu'ils respirent. On voit ici un élément important de la problématique des participants au projet utilisant

un chauffage au bois de leur maison. Ces études, si elles ne traitent pas directement de micro-capteurs, permettent de voir comment opère le mécanisme de la critique due au sentiment d'être démuné devant la pollution de l'air. Sommés de devenir acteurs de la mesure de la pollution de leur air, certaines personnes décrites dans la littérature sociologique (Bickerstaff, 2002) ont tendance à ne pas endosser la responsabilité qu'on leur octroie et à la rejeter (« blaming ») sur la société en général, le gouvernement ou les décideurs locaux. Ce conflit entre le niveau individuel de connaissance de la pollution atmosphérique à laquelle chacun est exposé et la tendance collective à ramener à cette échelle individuelle toute injonction à l'action est en partie redéfini par l'apport du numérique, également au cœur du projet CheckBox.

Le micro-capteur est aussi un outil connecté qui modifie en partie le rapport entre individu et collectif. Le caractère réflexif de l'information produite, le fait qu'elle permette à l'individu d'augmenter son savoir sur lui-même et son environnement proche tout en étant connecté au réseau, géolocalisé et synchronisé avec la base de données Captothèque, présente une solution décalée par rapport aux critiques de l'individualisation de la responsabilité et du retrait de celle de l'État et des industries. En effet, plusieurs études, pas forcément centrées sur les micro-capteurs, insistent sur le fait que le numérique permet de faire se confronter réflexivement les personnes aux traces de leurs activités, ce que les Anglo-Saxons appellent le "quantified self" (Licoppe et al., 2013). Le dispositif fonctionne à condition que les personnes exercent leur capacité de jugement, leur connaissance et leur capacité à mettre leurs actes en conformité avec les objectifs sous tendant la technique. Insistons : dans ce cas, ce sont les représentations sociales qui posent problèmes dans l'optique du technicien ou du gestionnaire du projet et non pas sa technique ! Le cas des compteurs intelligents est intéressant pour CheckBox car, comme dans le problème du chauffage au bois, les participants ont la capacité de modifier certaines de leurs pratiques (allumage, type et qualité du bois, gestion de l'énergie du domicile, changement de système...), mais ce n'est pas pour autant qu'ils mettront réellement en place ces changements.

Il est important de noter également (Licoppe et al., 2013 ; Willett et al., 2010) qu'en se penchant sur la capacité réflexive des personnes face aux traces de leur activité, la question du visuel et du design de la donnée restituée est centrale. C'est par le design précis de l'interface que s'opère, ou pas, la capacité réflexive des personnes, et du coup, l'effet ou non de régulation sur la consommation énergétique, l'émission de particules ou encore les effets sur les représentations sociales et la compréhension de la place du chauffage au bois dans la qualité de l'air. L'impact différencié du dispositif de mesure citoyen fait qu'une donnée n'est bonne pas seulement si elle a été mesurée proprement, mais si le design de sa mise en visibilité est approprié et si elle est intégrable dans un quotidien fait de routines, de contraintes et d'opportunités encadrées par le mode de vie de l'utilisateur.

Les volets sociologiques des différents aspects (technique, qualité de l'air, innovation) ont été jusqu'à maintenant mentionnés plutôt que développés de manière approfondie. Que dit la recension de littérature sur ces sujets ? Quels enjeux ont été plus ou moins développés par la sociologie et avec quels angles d'approche ?

2.3. La problématique sociologique du projet

Beaucoup des textes recensés demeurent dans une optique techno-centrée qui, si elle décrit certaines des interactions entre usages, technologie et innovation (par exemple, l'interface homme-machine), n'explique pas les modalités de ces interactions. On sait ce qui se passe mais on ne sait pas pourquoi certaines interactions existent et pas d'autres : au-delà de savoir combien rejettent et combien acceptent, pourquoi ce rejet et pourquoi cette acceptation ? Les études portant sur les innovations techniques se sont peu intéressées aux interactions (usages, impacts...) entre usagers et micro-capteurs de pollution de l'air, celles portant sur la pollution étant, pour beaucoup, ancrées dans la santé et la technique. Si ces études apportent des éléments de compréhension indispensables aux niveaux techniques et sanitaires, elles expliquent mal les facteurs humains et sociaux d'un point de vue sociologique.

Ceci peut s'expliquer par le fait que les premières études utilisant des micro-capteurs ont été réalisées par des ingénieurs et des chimistes de l'air. Leur objectif principal était d'améliorer les connaissances sur différents polluants à une résolution spatio-temporelle fine, à l'aide de citoyens volontaires. Dans l'étude de la pollution de l'air, le volet participatif se fait de plus en plus prégnant depuis quelques années dans les protocoles de recherche. Plusieurs projets utilisant des capteurs miniaturisés et portatifs vont dans ce

sens : CommonSense en Californie (Willett et al., 2010), CitiSense en Californie⁷ (Bales, 2014) et depuis 2013, Citi-Sense-MOB , projet norvégien en collaboration avec CITI-SENSE, projet financé par l'Union Européenne (Castell et al., 2015), GasMobile, projet suisse (Hasenfratz et al., 2012), AirProbe International Challenge (APIC), concours lancé simultanément à Antwerpen en Belgique, à Kassel en Allemagne, à Londres en Grande-Bretagne et Turin en Italie (Sîrbu et al., 2015), le projet « Quel est ton air ? » en Île-de-France (Madelin, Duché et Dupuis, 2016). Cette liste et les suivantes ne sont pas exhaustives : de nombreux projets, qui n'ont pas encore fait l'objet de publications, ont été initiés récemment sur le sujet, en France et ailleurs. Quant à CheckBox, le projet réinterroge les rapports entre perception et représentation de la pollution de l'air, notamment par le chauffage au bois, introduits par le micro-capteur mais il réinterroge également les perceptions et les représentations liées à ce micro-capteur portatif et les données qu'il produit et affiche.

On voit potentiellement un rapprochement d'échelles entre l'exposition mesurée par des stations de mesures officielles, à l'échelle du quartier, de l'agglomération, etc., et la sphère de perception individuelle. Cette individualisation de l'exposition est rendue possible grâce aux micro-capteurs embarqués, permettant ainsi de définir idéalement son propre profil d'exposition aux particules fines dans son domicile ou lors de ses déplacements.

Plusieurs questions émergent : comment se passe ce recouvrement entre sphère de perception et éléments de représentation ? La perception sensorielle de la pollution est-elle confirmée par les signaux du micro-capteur sur l'application ou à l'inverse, est-ce la perception qui vient confirmer l'affichage du capteur ? Le micro-capteur a-t-il un effet sur la représentation de ce qui est perçu comme 'bon' ou 'mauvais' pour la santé (fumée de cheminée, encens) ? Ou bien est-ce que les participants recherchent, par l'utilisation ciblée de la mesure, confirmation des données sur la pollution telles que véhiculées par les représentations de l'air ? Enfin, les participants cherchent-ils, en couplant visualisation de la pollution sur l'application et consultation du site internet, à sortir de la sphère sensorielle de la pollution de l'air alentour ? Ces questions, au cœur de CheckBox, renvoient à plusieurs thèmes identifiés dans la littérature et pour lesquels l'analyse sociologique apporte plusieurs éléments de réponse. En guise d'indication, la mesure du micro-capteur apparaît comme la source légitime de données sur l'exposition individualisée aux PM, située dans le temps et l'espace dans lesquels se situe le participant.

La question des impacts à long terme sur les pratiques et les attitudes ne rentre pas dans le protocole de recherche. En revanche, il s'agit de coupler ces variations infinies de la pratique avec les façons dont les participants s'arrangent avec la représentation de la pollution supportées par le micro-capteur, et comment cela s'intègre dans des schémas d'attitudes liées à différentes variables. Le questionnaire sociologique utilisé lors de la phase 1 portait sur ces variables générales, mais toujours liées à des demandes de clarification de l'attitude face aux représentations supportées par le micro-capteur. La question est alors de savoir si le micro-capteur modifie les habitudes d'information et leur interprétation sur la question de la pollution de l'air. Dans le dispositif mis en place pour CheckBox, y a-t-il des variations d'attitude entre la consultation de l'application pour connaître les concentrations instantanées en PM et la consultation des données sur la plateforme Captothèque ? Quelle source est considérée comme une "information suffisamment bonne" ou légitime pour se forger une conviction sur l'innocuité de son propre comportement pour autrui, de son exposition et des gestes qui permettent de réduire l'impact de la pollution de l'air sur soi ou les siens. Une telle mesure fournit une base possible pour envisager des actions pour la protection de son logement, voire la modification de son habitat en rapport avec l'impact de la pollution de l'air extérieur. La démarche couplant sociologie et sociotechnique dans CheckBox permet d'aborder ces questions de manière pratique, tout en couplant les outils de la sociologie (questionnaires, focus group, entretiens) au suivi sociotechnique des usages effectifs des micro-capteurs (suivi des mesures, géolocalisation, etc.). L'approche du projet CheckBox est, mis à part le projet BB Clean⁸, plutôt originale à ce niveau de détail et de collaboration interdisciplinaire.

L'objectivation et la visualisation de la pollution de l'air sont généralement formalisées au niveau régional par le biais des capteurs fixes, du centre de calcul et enfin, de la présentation sur un site internet. Or avec le micro-capteur, la captation et la visualisation sur Smartphone sont disponibles au mesureur instantanément en situation de mesure saisies en fonction des points de mesure et non de la source de

⁷ Le contexte californien est plus réceptif aux mesures citoyennes, notamment de pics, en raison des politiques publiques de l'Etat qui appuie des dispositifs de mesures propres aux populations défavorisées, notamment ethniques, dans un contexte de lutte contre les inégalités environnementales.

⁸ Le projet Interreg BBClean proposait une expérimentation inédite de prêt de micro-capteurs sur un territoire de montagne identifié comme point noir de la pollution particulière lié au chauffage au bois (Michelin 2019).

pollution (émission). Concernant les particules fines, deux sources majeures d'émissions sont principalement évoquées, les transports et le chauffage au bois, qui renvoient à des pratiques et des représentations sociales différentes (nous reviendrons sur ce point ultérieurement). On peut s'interroger sur le rapport que cela crée entre la personne et l'outil, avec des attitudes allant du sentiment de certitude (le micro-capteur est dépositaire d'une information indépendamment de l'interprétation qu'on pourrait en faire), à une grande perplexité (en utilisant le micro-capteur, de nombreuses questions se posent sur les sources, les facteurs jouant un rôle dans les émissions et l'exposition). Les participants en sont ainsi venus à se poser de nouvelles questions techniques et sanitaires (« les particules de différentes sources ou formes n'ont-elles pas des impacts différents sur la santé ? ») et changent de registre par rapport aux questions qu'ils se posaient avant. Quel statut a l'information et son obtention pour le manipulateur du micro-capteur ?

Enfin, le dernier thème de questionnement concerne les variations mesurées par le participant et ses rapports avec des questionnements citoyens en général. Au-delà du statut, l'image de l'objectivité de la pollution de l'air peut être encore complexifiée par la mise en réseau des mesures et des mesureurs. Coupler les mesures prises par des individus avec celles des stations fixes, permet d'approfondir de manière explicite des réflexions restées au stade embryonnaire dans la première phase. En effet, ceci touche au choix d'un problème jugé digne de faire l'objet de l'attention d'un individu et donc des mesures à mener sur un territoire spécifique. Ceci dépend de plusieurs facteurs : quelle connaissance des lieux identifiés ? Que peut mesurer le micro-capteur et comment l'interpréter ? Comment ces observations s'inscrivent-elles dans les représentations du participant ? Enfin, quels rapports entretient l'individu entre la mesure subjective, ce qui est perçu socialement comme préoccupant, et la mesure objective (Daston et Galison, 2012) ?

Il faut également noter que les phases 2 et 3 du projet CheckBox relèvent d'une démarche collective, où le participant est moteur du choix des thématiques guidant les mesures et de la sélection de ce qu'il mesure sur le terrain. De ce point de vue, elle se rapproche des démarches citoyennes telles que pratiquées au départ dans le domaine de la biodiversité notamment (Charvolin, 2019) et renvoie à l'émergence des sciences participatives « définies comme la collaboration de scientifiques et de citoyens non experts à des programmes de recherche scientifique » (Couvét et Teyssède, 2013). Ces dernières étaient à l'honneur du colloque de la CASPA (CApteurs et Sciences Participatives) d'avril 2019 à Paris, avec le projet d'un portail consacré aux sciences participatives dans le domaine de l'air, où l'on pouvait voir la diversité des formes et des degrés des types de concertation et des modes d'implications des citoyens.

Le présent projet, en problématisant la question des représentations de l'air telles qu'elles s'appuient ou dissonent avec les perceptions, s'inscrit dans une sociologie compréhensive cherchant, par des indices, à restaurer les motifs et les raisons pratiques qui ont conduit à telle ou telle mesure et à telle ou telle conclusion. Elle suppose la participation active du participant, et ce d'autant plus dans le cas des phases 2 et 3 où l'enquête proposée était pour partie collective. La recherche-action en sociologie environnementale consiste justement à co-construire un objet de recherche à partir du terrain et avec des acteurs locaux autour de problématiques environnementales identifiées par ces derniers dans le but d'apporter une contribution à la solution. Une telle méthodologie basée sur l'observation, la concertation et la co-construction permet d'impliquer différents acteurs dans ce processus. Elle est donc adaptée à des situations où il est souhaitable de mettre en œuvre une action visant un changement et, en même temps, de développer une meilleure compréhension qui permet d'instruire le changement et (potentiellement) d'améliorer une situation concrète. Mais pour réellement en tirer parti, il faut intégrer une analyse sociologique des impacts de la participation citoyenne au projet portant sur les représentations sociales, les niveaux de connaissance et les pratiques des participants. D'une manière globale, le dispositif CheckBox s'inscrit dans la tendance actuelle à donner aux citoyens la possibilité de mesurer directement par eux-mêmes leur qualité de l'air, comme le montre le marché en forte expansion au niveau mondial des micro-capteurs, avec une prévision de 8,5 milliards de dollars (USD) en 2027, selon le cabinet d'étude de marché « Market Research Future ». On peut estimer que cet engouement concerne notamment des profils technophiles car sont diffusés sur le marché des produits commerciaux mais aussi d'autres en open sources, voire certains montés dans les Fablabs comme le microcapteur Lufdaten, qui s'origine dans un Fablab à Stuttgart et se diffuse dans la communauté des "makers" (notamment à Rennes). Ces projets s'inscrivent dans une philosophie du libre accès (montage et codes), pour rendre la mesure accessible à tous et participer à des bases de données ouvertes au niveau mondial mais attirent avant tout un profil de citoyen très technophile, point sur lequel les porteurs du projet CheckBox ont été très vigilants.

Des collectivités territoriales et des associations d'intérêt public se sont également intéressées à la question des micro-capteurs à travers plusieurs objectifs notamment la sensibilisation et les modifications des pratiques, sans pouvoir garantir un tel effet. En France, en plus de Mobicit'Air porté par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, d'autres projets peuvent être cités de manière non exhaustive, comme le projet Ambassad'Air, porté par la Ville de Rennes et la Maison de la consommation et de l'environnement (L'Her, 2021). Deux grands projets participatifs ont débuté en 2011 rassemblant des amateurs, des ingénieurs, des designers et des chercheurs : AirCasting, initié à New-York par l'association HabitatMap et AirQualityEggs rassemblant des amateurs de New-York et des Pays-Bas. D'autres projets ont vu le jour, tels le projet Citoyen Capteur en France, Safecast au Japon, SmartCitizen du Fablab de Barcelone ou encore "sensor.community" initié en Allemagne mais présent désormais dans plusieurs pays.

2.4. Sciences sociales et qualité de l'air

Peu d'études ont interrogé les usagers de micro-capteurs pour connaître leur utilisation et les modifications ou non de leurs représentations de la pollution de l'air, leurs perceptions et leurs pratiques post-mesures. Beaucoup moins encore ont mis en place un processus de sélection des participants veillant à obtenir une diversité de profils.

Le rapport Ademe-Deloitte énonce : "De manière générale, les initiatives n'intègrent pas d'étude des dynamiques sociales par manque de moyens financiers. Parmi les neuf projets approfondis, seules les expérimentations Mobicit'Air (réalisée en collaboration avec un sociologue) et Opal Air Survey ont donné lieu à une analyse du processus de changement de comportement. De plus, les études ne cherchent pas à composer un groupe représentatif de la population générale comme cela a pu être le cas dans le projet Mobicit'Air" (ADEME-Deloitte, 2017, p. 19). A noter cependant que le projet BB-Clean a réalisé, à partir du même questionnaire de recrutement qu'en phase 1, une sélection de 153 participants ayant des profils diversifiés avec une classification détaillée par Michelin (2019), pour avoir une répartition variée de profil connaissance/engagement citoyen. Au-delà du questionnaire de recrutement, un questionnaire post-expérimentation a été réalisé, suivi d'un autre questionnaire un an après afin de mieux appréhender les changements de comportements éventuels des participants à la suite de leur découverte des problématiques du chauffage au bois à l'aide du micro-capteur.

Ces deux aspects – impacts et représentativité – font partie du projet CheckBox. Le projet Mobicit'Air – et notamment, le fait de mesurer soi-même grâce à cette technologie portable – a révélé l'impact sur les participants des données enregistrées à l'aide de leur micro-capteur. Ces technologies portatives à visée citoyenne, faciles d'utilisation et connectées à un site et à un GPS, rendent possible aux citoyens de contribuer au recueil de données sur la qualité de l'air et la pollution, voire dans certains cas, de modifier leurs pratiques, ce qui a été précisément testé lors du projet BB Clean et son enquête longitudinale sur un an (Michelin, 2019).

En matière de pollution de l'air, les sciences humaines et sociales produisent depuis plusieurs années des résultats sur la perception et les représentations sociales (souvent par le biais de sondage sur les préoccupations ou les enjeux environnementaux), mais elles sont moins prolixes sur les technologies liées à la qualité de l'air tel que le micro-capteur (Faugère, 2002 ; Charvolin et al., 2015). La préoccupation 'sociologique' pour l'exposition est certes antérieure à l'arrivée des micro-capteurs. La problématique de la pollution de l'air telle qu'appréhendée par les citoyens a été l'objet de travaux sur les dispositifs de surveillance mis en place par la loi sur l'air en France et le recours à la métrologie (Boutaric, 2020, Lascombes, 2007 ; Dab et Roussel, 2001, Rumpala, 2004 ; Roussel, Charles et Rambaud, 2015). Certains de ces textes indiquent cependant des points de départ intéressants sur les motivations des individus à participer à une expérimentation de micro-capteur de pollution et sur ses impacts (Land-Zandstra et al., 2016). Mais ces quelques textes tendent à décrire une situation, une relation, sans les expliquer, ce que CheckBox vise à faire.

La recension effectuée dans le cadre de Mobicit'Air par S. Duché offre des éléments intéressants relatifs aux motivations des individus à participer à une expérimentation de mesures individuelles réalisée avec des micro-capteurs de pollution (curiosité, envie de compréhension des liens entre l'individu et la pollution, intérêt pour les nouvelles technologies, ludisme...) et sur les impacts (compréhension des différences entre perception et exposition ponctuelle mesurée ; un regard différent sur l'environnement immédiat quant aux sources de pollution, voire un changement de pratique). La grande majorité des projets en cours est encore de type « expérimental » et vise à explorer plutôt qu'à confirmer ou infirmer des hypothèses. Ces projets s'intéressent aussi à construire des capteurs miniaturisés à bas prix, avec une bonne fiabilité des mesures. Au-delà des aspects techniques, notons deux études californiennes :

CommonSense (Willet et al., 2010) et CitiSense (Bales et al., 2014), dont les objectifs étaient de comprendre comment des citoyens peuvent prendre part à la collecte de données de pollution et à leur analyse tout en explorant la contribution potentielle d'un outil de mesure personnel à la sensibilisation. Ces projets ont proposé une classification des participants par niveau d'implication militante (activiste, intéressé et novice). Les entretiens issus de ces projets ont soulevé plusieurs points qui concordent avec les conclusions du projet Mobicit'Air (2016) et qui rejoignent les résultats du présent projet (voir les chapitres subséquents). Ces projets ont catégorisé les participants selon les profils suivants (le projet CheckBox s'en démarque un peu mais l'analyse reviendra sur ce point) :

- Un intérêt personnel pour les micro-capteurs, afin de répondre à des questions personnelles sur sa propre exposition et sa santé, qui ont été retrouvées dans Mobicit'Air et CheckBox ;
- Des idées préconçues sur les questions de qualité de l'air qui mènent souvent à la déception des participants qui ne trouvent pas les niveaux de PM escomptés (soit plus élevés soit moins élevés) – également présents dans Mobicit'Air et CheckBox ;
- L'importance de la visualisation et du partage avec les autres participants. Une forte propension à partager avec l'entourage familial et professionnel a été observée avec cependant une différence entre les participants aux projets Mobicit'Air et CheckBox sur leur appétence à en parler aux autres, ces derniers le faisant beaucoup moins avec des inconnus.

Plusieurs points relatifs au processus de mesures sont soulevés par les participants :

- Le côté à la fois ludique et informatif des micro-capteurs et de leur visualisation ;
- Les différences et les confirmations entre leur perception sensorielle olfactive et visuelle et leur exposition réelle ;
- L'observation de leur environnement immédiat avec le micro-capteur (notamment pour identifier la source d'émission due à la pollution qu'ils enregistrent et visualisent).

Trois types d'attitudes des personnes à l'usage des micro-capteurs et à leurs technologies associées (Applis et Captothèque) semblent émerger :

- 1) Un sentiment d'impuissance une fois les mesures effectuées, face aux suites à donner, aux actions d'amélioration de la qualité de l'air ou de leur évitement en raison de la perception du faible impact des actions (consommation, alimentation... Bales et al., 2019). Cela pourrait expliquer certains sentiments exprimés par les participants lors des entretiens que leur participation à CheckBox ne sera pas toujours traduite en action.
- 2) Une attitude de réappropriation de la mesure de la qualité de l'air au niveau individuel, du type « jamais rien sur nous sans nous » dans l'optique du *quantified self* (Licoppe et al., 2013). Ici, nous sommes face à une attitude très active où des habitants se promeuvent en acteurs de leur propre inscription dans les informations et actions qui circulent localement à leur endroit. L'action porte dans ces cas à la fois sur la communication et sur les efforts de modifications des pratiques, tel l'allumage du feu dans le poêle par le haut ou l'achat de bois de meilleure qualité.
- 3) Une attitude de dénonciation des autorités, de « blaming » devant l'injonction intenable dans laquelle les participants se doivent d'être responsables de leurs comportements de pollution alors que le problème devrait demeurer collectif (Bickerstaff et al., 2002). Ce serait une autre façon de percevoir l'air comme un mélange de polluants divers dont la régulation ne peut se faire qu'à grande échelle et de manière multiscale. Dans Mobicit'Air et CheckBox, cette dernière attitude était souvent associée à la première (sentiment d'impuissance).

Dans le projet CheckBox, l'objectif est d'identifier comment ces trois attitudes peuvent être associées dans des mesures de PM en lien avec la source du chauffage domestique au bois. La question est de savoir ce qui est de l'ordre de la sphère privée (étroitement liée à la qualité de l'air intérieur), du domaine collectif (le chauffage au bois des voisins dans le hameau, ou la pollution autour de l'école), et du domaine public (la pollution de fonds, c'est-à-dire les niveaux de pollution représentatifs de la qualité de l'air d'un large secteur géographique⁹, notamment dans les villes).

L'articulation des trois phases du projet CheckBox a permis de situer d'une part le comportement individuel d'usage du micro-capteur (plutôt testé dans la phase 1), et d'autre part le comportement

⁹ <https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/actualite/de-quoi-parle-ton-quand-parle-de-pollution-de-fond>

collaboratif avec les études collaboratives (phase 2 et 3). L'ensemble du projet a permis de mieux évaluer la question du collectif comme une sphère supplémentaire à celle du soi, et de l'entourage proche.

3. Méthodologie

La méthodologie établie pour la réalisation de ce projet intègre de multiples aspects à la fois techniques et sociologiques. Ce chapitre s'attèle à décrire cette méthodologie pluridisciplinaire qui repose sur :

- Un dispositif technique évolutif, comprenant des micro-capteurs et une plateforme web ;
- Des moyens d'accompagnement et d'animation de la communauté ;
- Un suivi et une analyse sociologique ciblée et adaptative.

3.1. Méthodologie technique

Le socle technique constitue l'ensemble des outils mis à disposition des participants pour leur permettre de participer à une démarche collaborative de mesure de la qualité de l'air et plus particulièrement à l'évaluation de l'exposition individuelle aux particules fines. Atmo AuRA a mis en place un dispositif permettant la mesure individuelle des particules fines dans l'air par les citoyens et leur montée en compétence sur la problématique particulière des émissions issues de la combustion de la biomasse à différents éléments :

- Validation technique de micro-capteurs adaptés à l'identification des problématiques de chauffage au bois ;
- Adaptation de la base de données et des applications de visualisation de données de la Captothèque aux objectifs spécifiques de CheckBox ;
- Mise à disposition des locaux, du matériel pour gérer les prêts de micro-capteurs citoyens, organisation d'ateliers de formation et d'échange sur les mesures et la qualité de l'air en général ainsi que la réalisation de tutoriels pour former les participants à l'utilisation des outils de mesure ;
- Suivi en continu des participants pour assurer le bon fonctionnement des outils et le bon déroulé de l'expérimentation d'un point de vue technique.

En complément des outils techniques, une animation a été mise en place au cours des différentes phases par Atmo AuRA et a été renforcée en phase 2 avec l'aide de La Turbine avec la mise en place :

- D'ateliers d'échange avec les citoyens, adaptés à chacun des territoires afin de favoriser l'appropriation des problématiques ;
- D'une animation participative pour la co-construction d'études collaboratives.

Ce chapitre s'attache à décrire l'ensemble de ces travaux. Le volet sociologique d'analyse des interactions complexes entre ce socle technique et les utilisateurs citoyens est présenté dans la partie 3.2.

3.1.1. Les outils techniques pour permettre la mesure

3.1.1.1. Les micro-capteurs

3.1.1.1.1. Caractéristiques générales

Le choix de l'outil de mesure utilisé a été effectué dans le but de répondre aux objectifs du projet, le plus important d'entre eux étant de rendre possible l'identification par des individus de la pollution liée au chauffage au bois grâce à la discrimination des différentes fractions de particules fines (PM_{10} , $PM_{2,5}$ et PM_1). Il est donc à noter, et cela était bien rappelé aux participants lors des différents temps d'échange, que le micro-capteur choisi ne capte qu'une catégorie de polluants (les PM) et non pas tous les polluants pouvant être présents dans l'air ambiant, tels que les oxydes d'azote (NO_x) notamment. Il ne permet donc de détecter « qu'une partie » de la pollution de l'air : celle liée aux particules fines.

Plusieurs critères de sélection ont été définis pour permettre de choisir l'outil de mesure le plus adapté :

- Les polluants mesurés : le micro-capteur devait permettre la mesure des concentrations en particules fines (PM_{10} et $PM_{2,5}$ à minima).
- Le mode et l'environnement de mesure : l'évaluation de l'exposition individuelle impliquait de pouvoir réaliser des mesures dans des situations correspondant à des pratiques quotidiennes

diverses, aussi bien en air extérieur qu'à l'intérieur. Le micro-capteur se devait donc d'être utilisable en mobilité ;

- Le prix : le micro-capteur devait être d'un coût modéré afin de pouvoir disposer d'un parc suffisamment conséquent et d'atteindre l'objectif fixé en termes de nombre de participants ;
- La fiabilité des mesures : tous les micro-capteurs présents sur le marché ne se valent pas en termes d'exactitude, de précision, de durabilité... Pour tester ces différents paramètres techniques, des évaluations locales, nationales ou internationales ont lieu régulièrement. Seuls les micro-capteurs ayant été évalués dans ce cadre (ex : [essai d'aptitude du LCSQA](#), [Challenge micro-capteurs Airlab](#)) ont été investigués pour ce choix ;
- Le caractère Open Source : ce critère est essentiel car il permet de répondre à nos engagements en termes de législation (respect de la réglementation RPGD sur l'utilisation des données personnelles), de valeurs morales (gratuité, équité et indépendance du service proposé) et d'expertise scientifique (l'accès aux données brutes permettant de vérifier la pertinence du traitement du signal effectué par l'appareil et de le recalibrer si besoin) ;
- La praticité d'utilisation (ergonomie, taille, intuitivité du système) afin de rendre le micro-capteur accessible au plus grand nombre.

L'Airbeam 2 fabriqué par l'ONG américaine Habitat Map a été choisi (Figure 5). Il s'agit de la deuxième version de ce micro-capteur, dont la première version (Airbeam 1) avait été utilisée en 2016 dans le cadre du projet Mobicit'Air. Ce micro-capteur permet la mesure des concentrations en PM₁₀, PM_{2,5} et PM₁ (respectivement particules en suspension de taille inférieure à 10, 2,5 et 1 microns, cette dernière fraction n'était pas mesurable par la première version de l'Airbeam). En fonctionnement, ce micro-capteur réalise des mesures au pas de temps très fin d'une seconde, qui permet d'identifier très précisément les variations immédiates des concentrations en particules. Cette précision, à la fois spatiale (située sur un territoire, visualisée grâce à une carte et un GPS) et temporelle de la mesure, facilite la compréhension des phénomènes liés à la pollution de l'air, mais également l'identification des sources. L'information de la position géographique de chaque point de mesure, récupérée grâce au Smartphone associé au micro-capteur permet d'aborder la question de la variabilité spatiale de la pollution et de ses sources ; ceci est particulièrement intéressant dans le cadre d'un projet participatif avec des citoyens.

Trente micro-capteurs Airbeam2 (appelés MOBI au sein du dispositif Captothèque), financés par la Région Auvergne-Rhône-Alpes dans son soutien à la Captothèque, ont ainsi rendu possibles l'expérimentation CheckBox.

A noter qu'une caution non encaissée de 50 euros a systématiquement été demandée aux participants afin de s'assurer de la bonne utilisation et de la restitution du matériel (capteur et téléphone). Cette caution a évolué au cours des années passant de 300 euros à 50 euros. En dehors de l'aspect uniquement financier, la présence d'une caution permet de responsabiliser les participants. Ainsi, ceux-ci sont conscients de participer à un projet encadré et sérieux et non pas à un simple prêt ludique de matériel. Sans celle-ci, certaines personnes prennent le projet à la légère, oubliant de faire des mesures ou parfois même de restituer le matériel à la fin de la période de mesure, comme ce fut le cas dans le projet Mobicit'Air et occasionnellement dans le cadre du service Captothèque.



Figure 5 : Photo de l'Airbeam V2 (ONG Habitat Map)

3.1.1.1.2. Intercomparaison et évaluation des micro-capteurs

Avant de distribuer des micro-capteurs Airbeam aux citoyens, Atmo AuRA a systématiquement mis en place une évaluation du matériel permettant de détecter de potentiels problèmes de mesure. Cette évaluation a été effectuée en complément des évaluations nationales évoquées précédemment, qui visent à tester une solution dans son ensemble, en termes de technique de mesure, de design, d'ergonomie ou de cohérence avec les cas d'usage envisagés. Il s'agissait ici davantage de vérifier que chacun des appareils fonctionne correctement (batterie, LED, ventilateur, connexion...). Dans un second temps, la cohérence des mesures entre tous les Airbeams a été vérifiée afin que les résultats obtenus par les participants puissent être comparables entre eux.

Des intercomparaisons d'Airbeams ont donc été réalisées juste avant chacune des expérimentations citoyennes, en période hivernale où la gamme des concentrations de particules fines dans l'air ambiant est la plus grande. Ces intercomparaisons ont eu lieu en janvier 2019 pour la phase 1, en janvier 2020 pour la phase 2 et à l'automne 2020 pour la phase 3. La Figure 6 présente les résultats de l'intercomparaison lors de la phase 1 et montre la bonne reproductibilité entre les différents micro-capteurs.

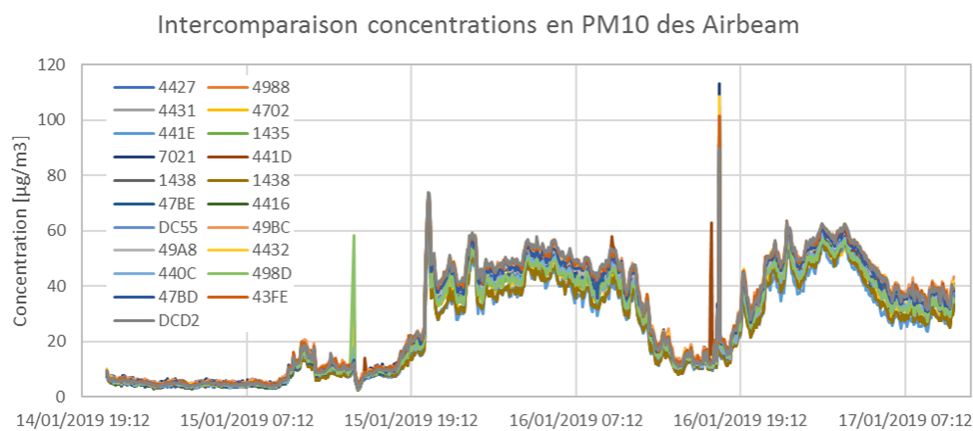


Figure 6 : Intercomparaison des concentrations en PM_{10} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] des Airbeams de la phase 1

3.1.1.2. L'application Smartphone

Le micro-capteur Airbeam2, choisi pour ce projet, s'utilise associé à une application Smartphone qui permet de visualiser en temps réel les mesures et de les enregistrer sous forme de sessions, pour pouvoir également les visualiser et les partager sur une plateforme web. A ce volet technique inhérent au micro-capteur lui-même, il faut donc ajouter celui de l'utilisation d'un Smartphone, ce qui a pu, pour certains des usagers les moins technophiles, représenter un défi supplémentaire et donc nécessiter un accompagnement adapté de la part d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes. Lors de la phase 1, c'est l'application Aircasting qui a été utilisée pour piloter les micro-capteurs.

Cette application Aircasting présentait cependant quelques contraintes et inconvénients (pas de version iOS, application disponible uniquement en anglais, ergonomie et design médiocre, respect du RGPD limité) pour lesquels il a été nécessaire de trouver des solutions afin de permettre une expérimentation fluide (achat de téléphones, tutoriels en français, suivi et accompagnement plus intense...). C'est pourquoi le niveau d'aisance avec les nouvelles technologies était intégré au questionnaire de recrutement utilisé en phase 1, afin d'évaluer les besoins des participants, mais aussi les efforts à fournir en termes d'accompagnement technique de la part d'Atmo AuRA.

En phases 2 et 3, c'est l'application propriétaire d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes qui a été utilisée. Conçue pour améliorer les interactions des participants avec le micro-capteur, après réflexion issue des diverses expérimentations citoyennes réalisées depuis plusieurs années, cette application permet la visualisation en temps réel des données du micro-capteur, une connexion entre le micro-capteur et le téléphone plus rapide et robuste. Elle possède une interface en français ainsi qu'une transmission simplifiée des données. Elle présente un design fluide et attrayant et favorise également l'utilisation de la plateforme web. Pour une visualisation optimisée et partagée des données, les participants doivent ainsi se rendre sur le site de la Captothèque où ils sont invités à échanger avec les autres participants et avec les experts d'Atmo AuRA

autour des mesures, partager leurs questionnements et leurs observations permettant ainsi, malgré la dématérialisation du dispositif, leur montée en compétence sur la thématique.

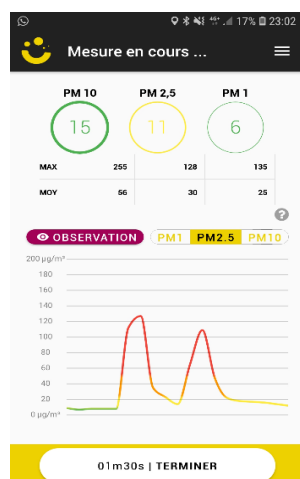


Figure 7 : Visuels d'affichage des mesures sur l'application Captothèque

Comme expliqué précédemment, les capteurs sélectionnés fonctionnent en mobilité pour caractériser des phénomènes, des sources, des parcours. Le principe de la mesure consiste donc en une séquence de mesures relativement courtes (maximum 2h) à nommer et caractériser afin de lui donner un sens après son enregistrement. Afin de faciliter le tri et les comparaisons des mesures, les participants étaient ainsi invités à caractériser les mesures à la fin des enregistrements par le biais de TAG (mots clés liés à l'environnement, le déplacement, la source...) ainsi que par un titre descriptif.

L'application Captothèque (Figure 7) permet également de proposer aux participants des mesures encadrées définies et conçues par Atmo AuRA, appelées « missions », proposant un protocole léger à suivre pour réaliser une mesure plus « encadrée » (ex. de mission : impact du chauffage au bois dans mon quartier) ainsi que des « challenges » ponctuels sur des thématiques spécifiques et souvent davantage ludiques (ex: influence de la cuisson de la dinde de Noël). Proposées comme option au moment du lancement de l'enregistrement sur l'application, l'objectif de ces « missions » est multiple. D'une part, il s'agit de proposer un cadre au participant afin qu'il puisse réaliser ses mesures dans de bonnes conditions, les comparer plus facilement et surtout les interpréter de la meilleure façon possible. En choisissant le mode « missions », le participant se voit ainsi proposer un protocole léger à suivre et plusieurs étapes clés à respecter pour effectuer sa mesure. Ainsi, un participant qui réalise des mesures dans le salon à proximité d'un appareil de chauffage au bois en fonctionnement pourra comparer les mesures obtenues dans des conditions similaires en faisant varier certains paramètres (mode d'allumage, type de bois, durée de la flambée...) et ainsi comprendre plus facilement l'impact de ces paramètres sur les émissions liées à l'utilisation de l'appareil à l'intérieur du logement.

Ces missions permettent également de préciser certains éléments essentiels pour des citoyens non-experts qui expérimentent la mesure de la qualité de l'air et cherchent à interpréter leurs mesures : pas de mesure de NOx (éléments rappelés dans les « missions » relatives au trafic routier), sensibilité du micro-capteur à l'humidité, distance minimale à respecter par rapport à une source de particules, intérêt de mesurer l'impact d'un appareil de chauffage au bois à l'extérieur du logement (en sortie de cheminée par exemple)...

Enfin, ces missions permettent également de donner des idées de mesures aux participants moins connaisseurs sur la thématique ou qui n'imaginent pas, dans un premier temps, tous les contextes et les moments de vies susceptibles d'être concernés par des concentrations en particules fines importantes. Aussi, et dans le but d'aborder un grand nombre de thématiques relatives à la qualité de l'air, les participants se voient proposer des « missions » portant aussi bien sur l'air intérieur du logement ou du lieu d'exercice professionnel que sur l'air extérieur en lien avec les émissions issues du chauffage au bois, du trafic routier ou encore des industries.

3.1.1.3. La plateforme web

Pour leur permettre de prendre part à un projet collaboratif enrichi (visualisation des données individuelles et de celles des autres participants, garantie de l'anonymat, tri des mesures, accès à des

fonctionnalités et espaces d'échange, missions pédagogiques), le projet CheckBox a pris appui sur le dispositif Captothèque qui comprend, en plus du parc de micro-capteurs et de l'application Smartphone, une plateforme web dédiée. Son développement repose sur l'expérience Mobicit'Air menée en 2016 et a été renforcé de tous les retours d'expérience des différentes expérimentations menées sur la région depuis.

Dans sa première version, utilisée en phase 1, la plateforme Captothèque encapsulait la carte de visualisation de l'ONG Habitat Map, fabricant du micro-capteur Airbeam 2, afin de permettre une visualisation temporalisée et spatialisée des données (très similaire à celle de l'application Smartphone), tout en anonymisant les participants de façon à répondre aux réglementations de protection des données personnelles émises par la CNIL¹⁰. Cette plateforme permettait également une indépendance totale en termes de fonctionnalités et de contenus diffusés.

Cette version du site permettait à chacun d'obtenir des informations générales sur les différents projets de mesures citoyennes menés par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, de s'inscrire sur la plateforme à l'aide d'un pseudo et de candidater aux différentes campagnes d'expérimentation en répondant à un questionnaire sociologique en ligne. Pour les participants exclusivement, la plateforme rendait possible le partage et la comparaison des mesures avec celles d'autres participants, l'accès à une aide technique en ligne ainsi qu'à d'autres informations utiles (indice de qualité de l'air, épisode de pollution en cours, dates des ateliers et workshops...).

Comme cela a déjà été mentionné, la plateforme incluait également une partie candidature qui reposait, dans le cadre de la première phase du projet, sur un questionnaire sociologique. Ce questionnaire était un élément important de cette phase puisqu'il permettait à la fois à tous les citoyens de candidater aux projets mais également de recueillir des données sociologiques d'intérêt sur les trois territoires d'expérimentation de la Captothèque® (projet CheckBox, Projet Interreg Alpine Space BB-Clean, ateliers sur la métropole de Clermont Ferrand) en cours lors de la phase 1 du projet CheckBox. Les thématiques du questionnement, la méthodologie d'élaboration du questionnaire et les résultats sont présentés dans la partie 4.1.1. En phase 1, pour compléter le service Captothèque qui ne possédait pas encore un espace d'échange, un groupe Facebook appelé « Échange Captothèque » a été créé afin de permettre les échanges entre les participants en dehors des ateliers de formation et de bilan. Dans l'objectif de favoriser une certaine liberté d'expression sur cette thématique sensible, notamment pour ceux ne s'exprimant pas facilement, éviter les oppositions verbales non constructives et renforcer le sentiment d'appartenance à une communauté, ce groupe a été rendu exclusivement accessible aux organisateurs et aux participants des différents territoires d'étude. Ce groupe Facebook n'a pas été utilisé sur les deuxième et troisième terrains, la nouvelle plateforme Captothèque proposant déjà des fonctionnalités d'échanges et des espaces dédiés aux interactions entre participants.

Comme évoqué plus haut, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes a fait évoluer sa plateforme Captothèque entre les différentes phases du projet CheckBox. Ainsi, les participants des phases 2 et 3 ont pu profiter d'une plateforme améliorée (<https://www.captotheque.fr/fr>), possédant de nombreuses fonctionnalités supplémentaires, permettant en particulier des interactions entre les utilisateurs de la plateforme (possibilité de commenter les sessions de mesures des autres participants, publication de messages à destination des autres utilisateurs ou de l'équipe projet...). Pour accroître le partage et la sensibilisation de tous les citoyens, cette nouvelle plateforme permet également de toucher des citoyens qui n'empruntent pas eux-mêmes de micro-capteur car l'accès est ouvert à tous. Enfin l'affichage des données a également été amélioré, incluant par exemple la possibilité de visualiser les trois fractions particulières sur un même graphique ou d'observer l'ensemble des points de mesures sur une seule et même carte dite "collaborative" (Figure 8).

¹⁰ La Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL) est chargée de veiller à la protection des données personnelles contenues dans les fichiers et traitements informatiques ou papiers, aussi bien publics que privés. Ainsi, elle est chargée de veiller à ce que l'informatique soit au service du citoyen et qu'elle ne porte atteinte ni à l'identité humaine, ni aux droits de l'homme, ni à la vie privée, ni aux libertés individuelles ou publiques.

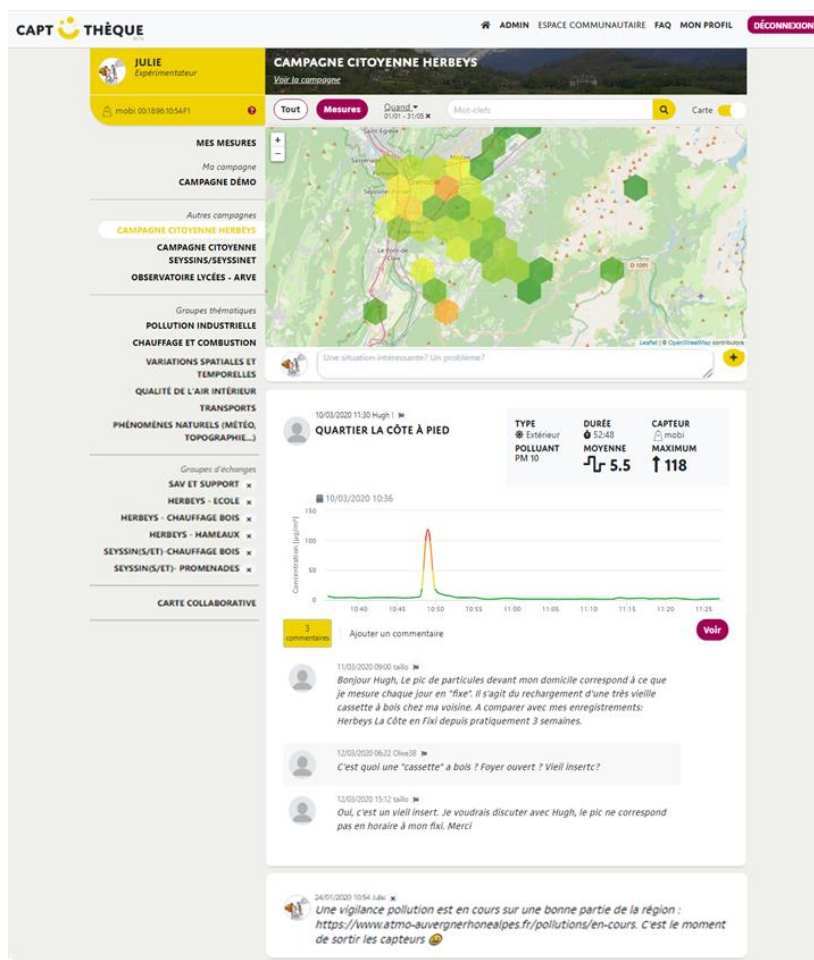


Figure 8 : Exemple de visualisable du groupe collaboratif à Herbeys sur la Captothèque

3.1.2. L'animation

Les précédentes expérimentations de mesures participatives réalisées par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, notamment Mobicit'Air, ont montré que le dispositif Captothèque se doit d'inclure un accompagnement suffisamment poussé pour permettre une expérience et des échanges enrichissants. Ainsi, dans CheckBox, plusieurs stratégies d'animations et différents modes d'accompagnements ont été testés.

3.1.2.1. L'accompagnement technique autour de la mesure

La première étape, lors du prêt d'un micro-capteur, est de permettre au participant de se former à l'utilisation du matériel et de pouvoir échanger sur ses résultats. Pour cela, l'accompagnement, tout au long de la prise en main des outils par le citoyen, s'appuie sur des ateliers et des rendez-vous d'échange ainsi que sur un suivi technique qui peut prendre différentes formes.

Lors de l'expérimentation Mobicit'Air, l'accueil et la formation des participants avaient été réalisées de manière individuelle, la séance pouvant varier entre une et trois heures, suivant la vitesse d'appropriation de la technologie du micro-capteur, du concept de l'expérimentation ou encore des connaissances concernant la qualité de l'air de chaque participant. Si le projet CheckBox avait pour objectif d'étudier l'appropriation de la problématique du chauffage au bois à l'aide des micro-capteurs, il a également permis de tester la façon dont le service Captothèque peut être ouvert de manière plus opérationnelle et plus large, afin de toucher un maximum de citoyens de manière plus efficace, quelles que soient leurs conditions de ressources, leur niveau social, leurs niveaux de technophilie ou de connaissance de la qualité de l'air. Il semblait donc pertinent d'essayer de mettre en place des sessions de formation collectives qui, au-delà de l'optimisation des temps de personnel, permettent également de favoriser la mise en place d'une dynamique collective. Le chapitre 4 présentera les atouts d'un tel format mais également ses limites. Ces sessions de formation collectives ont été mises en place sur les phases 1 et 2 du projet CheckBox, dans différentes configurations.

En phase 3, la prise en main par les participants s'est faite de manière dématérialisée, par le biais d'un guide de démarrage rapide en version papier (envoyé avec le micro-capteur) et la tenue d'un atelier collectif en visioconférence, présentant les éléments clés pour bien s'approprier le dispositif et permettant de premiers échanges entre les participants.

Tout au long des trois phases d'expérimentation, les participants avaient la possibilité de solliciter l'équipe d'Atmo AuRA par différents moyens si des problèmes techniques survenaient (micro-capteur en panne, bug de l'application Smartphone, difficultés ou doutes sur l'utilisation du matériel...). L'équipe était ainsi disponible par mail ou par téléphone et proposait, si la demande le nécessitait, un rendez-vous dans les locaux d'Atmo AuRA (ou en visioconférence) pour résoudre les différents problèmes ou répondre aux questionnements, les sollicitations ayant été davantage marquées pour certaines personnes plus âgées ou moins technophiles. Pour les 2^e et 3^e terrains d'expérimentation et en complément des moyens cités précédemment, les participants pouvaient contacter l'équipe directement sur la plateforme Captothèque en publiant un message sur un groupe d'échange dédié aux questionnements techniques et au suivi et accompagnement en cours de mesures. Cet espace d'échange permettait également d'avoir un historique des échanges et des solutions proposées auquel les participants pouvaient se référer en cas de problème, avant de chercher à contacter l'équipe. La dernière version de la plateforme web incluait également une Foire Aux Questions très complète contenant une grande quantité d'informations relatives aux outils de mesures, à la qualité de l'air ou au dispositif Captothèque. L'ensemble de ces outils de suivi techniques employés tout au long du projet permettait aux citoyens d'expérimenter la mesure de la qualité de l'air dans de bonnes conditions, tout en s'adaptant aux besoins de chacun d'entre eux.

A la fin de chacune des trois phases, les participants étaient amenés à restituer le matériel prêté. Lors de la phase 1, cette restitution du matériel s'est déroulée lors des entretiens semi directifs avec les sociologues du projet. Cet aspect sera davantage développé dans la partie **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** (Analyse des entretiens). En phase 2, la restitution s'est faite de manière collective à travers les différents ateliers d'échanges et de co-construction des enquêtes puis de valorisations des résultats qui seront détaillés par la suite. En phase 3, la restitution du matériel s'est faite par voie postale et le bilan a été réalisé par le biais de petits focus groups.

3.1.2.2. Le dialogue autour des mesures individuelles

En plus des temps d'échanges individuels tout au long de l'expérimentation ainsi que pour compléter les échanges collectifs initiés lors des ateliers de formation, il est également utile et important de proposer aux participants un ou plusieurs temps d'échanges au cours de leur expérimentation de mesure. Ces temps d'échanges, appelés « Atelier Dialogue » au sein du dispositif Captothèque, ont pour vocation de permettre à chacun d'exprimer son ressenti face à ses mesures, de partager et de comparer son expérience avec celle des autres participants et également de poser toutes les questions soulevées au travers de ses mesures individuelles. La présence du correspondant territorial d'Atmo AuRA, référent sur le territoire concerné, en plus de l'équipe Captothèque, a permis d'aborder un très large éventail de thématiques, allant de la qualité de l'air sur le territoire jusqu'aux politiques publiques visant à l'amélioration de la qualité de l'air en passant par les principales sources de pollution. Ces ateliers permettent ainsi aux citoyens d'aller encore plus loin sur la thématique de la qualité de l'air et de monter en compétence sur divers sujets reliés plus ou moins directement à leur propre expérience individuelle de la mesure.

Pour la phase 1, ce temps d'échange et de dialogue a eu lieu lors d'un atelier collectif proposé à tous les participants à la fin de l'expérimentation de l'hiver 2019. Pour la phase 2, cet atelier collectif a eu lieu en février 2020, après la période de mesures individuelles, organisé sur chacun des deux territoires d'expérimentation et co-animé par Atmo AuRA et La Turbine. Au-delà des échanges entre participants et avec le correspondant du territoire autour des mesures individuelles pour permettre de répondre aux questionnements des citoyens, ces échanges visaient également à alimenter un brainstorming ayant pour objectif de faire émerger des sujets de mesures collectives que les participants souhaitaient explorer sur leur territoire. Forts de l'analyse de la phase 2 (voir partie 4.3.1.2), l'atelier d'échange de la phase 3 a eu lieu en décembre 2020 en milieu de période de mesure, permettant ainsi, en plus de répondre aux premiers questionnements, de proposer aux citoyens de nouvelles idées de mesure à réaliser par la suite. La situation sanitaire liée à l'épidémie de COVID-19 a impliqué d'organiser cet atelier en visioconférence. Comme pour la phase 2, il a permis d'initier l'identification des thématiques et des sujets de mesures collaboratives.

3.1.2.3. Le collectif pour approfondir

3.1.2.3.1. *La co-construction d'études collaboratives*

En phase 2, et à la suite de l'identification des thématiques et enjeux spécifiques lors des ateliers d'échange (un par site), une étude collaborative a été proposée aux participants volontaires pour construire ensemble le protocole de mesures à mettre en place pour répondre à ces questionnements. Les enjeux évoqués et retenus par les participants (décision par vote), développés plus bas dans le rapport, sont les suivants :

- A Seyssins/Seyssinet : impact du chauffage au bois ; comparaison entre les différentes zones du territoire et corrélation entre les mesures par micro-capteur et les prévisions quotidiennes d'Atmo AuRA.
- A Herbeys : impact du chauffage au bois, qualité de l'air autour de l'école et comparaison de la qualité de l'air dans les différents Hameaux d'Herbeys.

La méthode d'animation employée pour favoriser la réflexion collective et la co-construction s'appuyait sur la réalisation d'une grille d'enquête, spécifique à chacune des thématiques et des questions soulevées, constituant un programme de mesures à réaliser par les volontaires dans un temps imparti. Une carte du territoire leur apportait une aide pour localiser les mesures qu'ils souhaitaient réaliser.

A la suite de cet atelier de co-construction, les participants étaient laissés davantage en autonomie et devaient se donner rendez-vous pour réaliser les mesures synchronisées ou coordonner leur exploration. Ils partageaient ensuite leurs données au sein d'un groupe d'échange spécifiquement créé sur la plateforme Captothèque afin de favoriser les interactions, le partage de questionnements, leurs résultats et leurs conclusions autour des mesures.

A noter qu'en parallèle de la phase 2 du projet CheckBox, un projet d'Atmo AuRA avec Grenoble Alpes Métropole dans le cadre du déploiement régional du service Captothèque sur ce territoire est venu enrichir l'expérimentation par la mise à disposition de dix micro-capteurs fixes de mesure de particules (ou micro-stations) (appelés FIXI au sein du dispositif Captothèque) pour compléter les mesures collaboratives. Il s'agissait de micro-capteurs permettant la mesure stationnaire (à l'inverse des Airbeams qui s'utilisent en mobilité) des particules en suspension dans l'air ambiant conçus, construits (avec la même cellule de mesure que l'Airbeam2) et calibrés par Atmo AuRA. Les mesures sont réalisées en continu et produisent une donnée toutes les 150 secondes, ce qui permet de connaître les variations des concentrations avec une finesse temporelle rendant possible à la fois l'observation de phénomènes très ponctuels mais également des évolutions sur le long terme. A l'inverse des micro-capteurs mobiles, ces micro-stations fonctionnent sans application Smartphone, facilitant, une fois le micro-capteur installé avec l'aide d'Atmo AuRA, la participation des utilisateurs les moins technophiles. La transmission des données se fait automatiquement et en continu du micro-capteur vers le serveur de la Captothèque via une connexion Wifi ne nécessitant aucune intervention de la part du citoyen.

Pour enrichir l'expérience des citoyens et leur potentiel de construction d'études collaboratives, le service de Captothèque a donc proposé à ceux qui le souhaitaient d'emprunter en plus du micro-capteur mobile Airbeam, un micro-capteur stationnaire permettant des mesures de particules sur de longues durées. Ces éléments étaient ainsi complémentaires dans le travail et la réflexion collaborative menée par les participants sur ce second terrain.

Après réalisation des mesures collectives définies lors de l'atelier de co-construction, un atelier de partage et de valorisation des résultats de ces études ciblées avait été envisagé afin de compléter l'expérience. Il devait permettre :

- Des regards croisés sur les mesures collaboratives : fabrication en groupe d'un poster par sujet d'enquête collaborative pour présenter les observations et les pistes éventuelles à partir des copies des mesures effectuées sur la plateforme.
- Une restitution collective de ce qui avait été observé et des pistes que cela suggérait.
- Une réflexion sur la possibilité d'une restitution plus large sur le territoire.

Cet atelier poursuivait ainsi plusieurs objectifs : un objectif pratique pour les participants, puisqu'il s'agissait de leur permettre de partager avec les autres les résultats de leurs mesures et d'en discuter ; un objectif sociologique : cette restitution collective effectuée par les habitants d'un territoire eux-mêmes allait-elle permettre de renforcer la compréhension partagée de la qualité de l'air sur chaque territoire ? Des conclusions préliminaires de la première phase invitaient à travailler sur la communication ; il s'agissait

ainsi de répondre à cette invitation, en testant une méthode d'intelligence collective pour co-construire de nouveaux outils et modes de communication autour du sujet.

La crise sanitaire ayant amené à mettre en place des méthodes d'animation différentes pour maintenir les objectifs du projet, cet atelier initialement prévu n'a pas pu avoir lieu dans ce format. Il a été remplacé par un événement de bilan convivial et festif au mois de juin 2020 ainsi que par un petit exercice en ligne de type « travaux dirigés », permettant aux participants de conclure leur expérimentation, de tirer certains enseignements de leurs mesures et de partager leurs expériences avec l'ensemble des participants. La partie résultats (4.2.2.2) présentera les points forts et les points faibles de ces formats d'animation.

3.1.2.3.2. *Les mesures collectives autour de missions partagées*

En phase 3, à la suite d'une première période de mesures individuelles, un travail de mesures collectives a été proposé aux participants. Il s'agissait d'étudier comment le dispositif Caphotothèque pouvait permettre à ceux-ci, malgré la distanciation sociale et l'absence de rencontre en présentiel imposées par la crise sanitaire, de se coordonner pour initier des projets de mesures collectives autour de thématiques d'intérêt partagé. Pour cela, un atelier de réflexion commune a été mis en place et les résultats ont été discutés lors des focus group menés par les sociologues. Le but était d'amener les participants à analyser conjointement les problématiques de qualité de l'air, notamment en matière de chauffage au bois, afin de les conduire à mettre en place des actions, notamment avec le relais local ALEC 07. Les missions, proposées par Atmo AuRA, ont été particulièrement utiles pour alimenter les réflexions des participants et les mesures collectives. Ce format d'échange en distanciel, répondant aux contraintes sanitaires mais impactant forcément la dynamique et la qualité des échanges, a cependant permis d'envisager un déploiement plus massif du dispositif Caphotothèque par le recours à d'autres formats d'animation.

3.2. Méthodologie sociologique

3.2.1. Les méthodes de recrutement des participants

3.2.1.1. En Phase 1, le recrutement au travers d'un questionnaire sociologique

En phase 1 (territoire Grenoblois), le recrutement des citoyens a été réalisé à partir d'un questionnaire sociologique regroupant plus de 50 questions (voir **Erreur! Source du renvoi introuvable.**). Le questionnaire visait à recruter trente participants avec des profils, des motivations et des niveaux de connaissances relatives à la qualité de l'air et aux sources de pollution différents. Trois profils possibles de postures d'intérêt vis-à-vis de la démarche et du projet ont ainsi été imaginés comme hypothèse de départ :

- i) Plaisir des sens (olfactif, ouïe, visuel) lié au chauffage au bois ;
- ii) Engagement citoyen pour combattre la pollution ;
- iii) Appétence pour les nouvelles technologies.

Le projet CheckBox incorporant des volets concernant la technologie, le chauffage au bois et la santé, il fallait poser trois grands ensembles de questions pour recruter des participants ayant des caractéristiques correspondant le mieux à la population générale. Les questions de recrutement portaient ainsi sur les motivations à faire des mesures, le mode de chauffage et de chauffage au bois, les différents niveaux de technophilie et les niveaux de connaissance des candidats sur la pollution de l'air. La mobilisation a été réalisée au travers d'une diversité de canaux de recrutement, en passant par les réseaux sociaux des sociologues en complément à ceux d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes. Des questions d'ordre plus personnel, classiques en sociologie, ont également été posées : âge, présence ou non d'enfants, commune de résidence et de travail, niveau d'études, profession, etc. Ce questionnaire intégrait enfin des questionnements relatifs à l'engagement citoyen, l'opinion sur les politiques publiques, la perception de la pollution de l'air sur le territoire...

La grille de recrutement a ainsi été conçue pour assurer une large variété de profils et éviter que seules des personnes déjà connaisseuses sur le sujet de la qualité de l'air ne participent. Une autre utilité de ce questionnaire a été qu'en comparant les réponses des participants avant leur participation avec celles recueillies après les mesures, il était possible de mieux évaluer les impacts de ces mesures sur leurs représentations et sur leurs niveaux de connaissances.

Enfin, le nombre élevé de répondants (383 au total) a rendu possible la comparaison avec les résultats du projet QAMECS-SHS (enquête téléphonique), également financé dans le cadre du même APR PRIMEQUAL. Les objectifs de QAMECS-SHS étaient d'améliorer la compréhension des comportements de mobilité et de pratiques de chauffage et d'évaluer dans quelle mesure les politiques d'amélioration de la qualité de l'air impactent les représentations et les pratiques des Grenoblois dans ces deux secteurs. Deux méthodes principales ont été utilisées : une enquête par téléphone auprès de 1200 personnes (effectuée au printemps 2019) et une enquête par choix discret, visant à évaluer les préférences des enquêtés pour des situations de mobilité comportant des critères différents. Les données issues de QAMECS-SHS sont donc statistiquement plus représentatives de la population du territoire de la Métro grenobloise. Elles permettent de mieux identifier les caractéristiques spécifiques des répondants au questionnaire de recrutement de CheckBox.

Dans le projet CheckBox, le questionnaire de recrutement n'avait pas vocation à tester des dépendances statistiques mais bien à constituer une banque de candidats afin de sélectionner des participants répondant aux critères explicités, dont celui d'avoir $\frac{3}{4}$ d'utilisateurs d'appareils de chauffage domestique au bois. Une analyse des réponses des 383 répondants a ainsi été réalisée et est présentée dans la partie 4.1.1.1.

3.2.1.2. En phase 2, la mobilisation communale

Pour la phase 2, le recrutement des participants s'est fait de façon plus ciblée et moins ouverte que pour la phase 1. Aucune annonce sur des réseaux sociaux ou dans la presse autour de l'ouverture des prêts de micro-capteurs sur les deux territoires de Herbeys et Seyssins n'a été effectuée, et ce dans un objectif de favoriser la communication locale ainsi que pour éviter de paraître alimenter, dans un sens ou dans l'autre, le débat politique durant cette période d'élection municipale 2020.

A Herbeys (village situé sur les hauteurs de Grenoble), un appel à candidature a été lancé en décembre 2019 devant une cinquantaine de citoyens lors d'une réunion publique de restitution d'une campagne de mesure réalisée par Atmo AuRA à l'aide de micro-capteurs stationnaires de particules, concernant l'impact d'une chaufferie au bois de l'école sur la qualité de l'air à l'échelle de la commune. La volonté de cette municipalité d'améliorer la compréhension par ses citoyens des problématiques de qualité de l'air ainsi que son soutien entier à la démarche proposée ont permis de réaliser cette phase du projet sur un territoire favorisant les actions citoyennes et collaboratives sur les enjeux de qualité de l'air. La municipalité a tout de suite relayé l'appel à candidature dans le bulletin communal et organisé une distribution de tracts (réalisés par Atmo AuRA et La Turbine) dans toutes les boîtes aux lettres de la commune pour présenter l'expérimentation. La municipalité a également mis à disposition un lieu pour la tenue des ateliers (à la mairie et à la Maison pour tous, lieu communal associatif), favorisant et facilitant la mobilisation des citoyens.

A Seyssins et Seyssinet-Pariset (communes limitrophes de Grenoble en fond de vallée), la synergie avec la municipalité n'était pas possible. Les échanges avec l'ALEC 38, en charge du déploiement de la prime Air Bois pour Grenoble Alpes Métropole, avaient alerté sur la difficulté de travailler avec la commune sur les questions de qualité de l'air. A cela venait s'ajouter le contexte pré-électoral des élections municipales de mars 2020, ne favorisant pas une communication sur un sujet qui aurait pu être jugé polémique ou militant. Le choix a donc été fait de mobiliser les outils de communication de la Turbine (newsletter et réseaux sociaux) pour faire appel aux participants. Il a été nécessaire également pour la Turbine de solliciter directement des habitants par appel téléphonique pour leur proposer de participer à l'expérimentation. C'est également à la Turbine, implantée non loin de Seyssins/Seyssinet, que se sont déroulés les ateliers.

L'appui de la municipalité a donc constitué un vrai plus pour mobiliser largement les citoyens autour d'un projet de ville/village. Les participants ont été mobilisés plus facilement à Herbeys qu'à Seyssins/Seyssinet. Ainsi, à Herbeys 21 personnes ont participé au dispositif, contre 11 sur Seyssins/Seyssinet.

3.2.1.3. En phase 3, le recrutement au travers d'un relais local

Les participants en phase 3 (territoire d'Annonay) ont été mobilisés par le biais du relais local choisi, l'ALEC 07, qui a communiqué auprès de son réseau sur l'ouverture de la campagne citoyenne de mesure. L'information a notamment été relayée à l'ensemble de ses partenaires locaux (OPAH du centre ancien, centres sociaux culturels, chargés de missions des deux collectivités) ainsi que vers les compagnons



bâisseurs en lien avec les agriculteurs dans le cadre du programme AEELA¹¹ ou encore à destination des contacts du réseau de proximité susceptibles d'être intéressés. L'ALEC a également communiqué sur les réseaux sociaux au travers de 'teasing' publicitaire, ou encore à travers la diffusion d'une affiche dans différents médias. Cette dernière a initié des sollicitations médiatiques au cours desquelles il s'agissait de présenter l'opportunité de mesures citoyennes tout en ne détaillant pas les finalités d'étude des partenaires (la thématique du chauffage au bois n'ayant volontairement pas été mentionnée à cette étape). Les citoyens intéressés se faisaient alors connaître auprès de l'ALEC par le biais d'une version légèrement modifiée du questionnaire de recrutement de la phase 1. Ce questionnaire reprenait les questions portant sur les représentations sociales relatives à la pollution de l'air, au chauffage au bois etc. Une fois sélectionnés, les citoyens étaient renvoyés vers la plateforme Captothèque pour s'inscrire dans le processus d'emprunt d'un micro-capteur du dispositif d'Atmo AuRA.

Si 383 personnes avaient répondu au questionnaire de la première phase, un nombre plus faible de réponses était attendu pour la troisième phase, étant donné la densité et la structure sociodémographique de la population ainsi que le peu de communication sur la thématique de la pollution de l'air dans les médias ou dans la communication des collectivités territoriales. 37 citoyens ont répondu à cet appel à candidature (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** pour le questionnaire de recrutement de cette phase).

Le recrutement a été fait en choisissant uniquement des habitants ayant (ou étant sur le point d'acquérir) un appareil de chauffage au bois en usage d'appoint, d'agrément ou principal. En effet, à la suite des enseignements des phases 1 et 2, il a semblé intéressant de recruter des participants utilisateurs de chauffage au bois qui pourraient ainsi mettre en place des bonnes pratiques en matière d'utilisation de l'appareil. Comme pour les autres phases, un certain nombre de candidats dont les profils correspondaient aux prérequis de l'étude se sont finalement désistés en amont ou juste après le début de l'expérimentation (personnes ayant peu d'appétence pour la technologie numérique, personnes n'ayant finalement pas le temps, ou encore par déception à l'annonce de l'absence de réunion en présentiel). A noter que les prêts des micro-capteurs se faisant à distance, ceux qui ont participé devaient donc avoir une compétence technologique minimale, tous pouvant bénéficier d'une formation.

Ce sont finalement quinze personnes qui ont participé à la phase 3 de CheckBox sur le territoire d'Annonay. Les résultats du questionnaire de recrutement sont présentés en partie 4.1.3.

3.2.2. Le suivi sociologique

3.2.2.1. Les entretiens semi-directifs

En phase 1 (Grenoble), des entretiens semi-directifs ont été réalisés individuellement avec chacun des participants à la fin de leur période de mesure. Ces entretiens avaient la forme d'une discussion encadrée par des questions thématiques portant sur leur vécu et leur cheminement durant leur participation, afin d'obtenir pour chaque participant son retour d'expérience, les impacts des mesures sur ses représentations, ses niveaux de connaissance, le chauffage au bois, ses perceptions, les impacts sur ses pratiques (mobilité, sports, chauffage au bois et autres...) et sur la communication qu'il avait pu développer autour du projet.

3.2.2.2. Les focus group et les questionnaires post-expérimentation

Le focus group était une scène expérimentale visant à faire émerger un sens collectif de l'expérimentation et à l'étudier d'un point de vue sociologique. Ces temps d'échanges collectifs permettent d'appréhender le vécu et le cheminement des participants.

En phases 2 et 3, un questionnaire a été diffusé aux participants en fin d'expérimentation. Il visait à mieux cerner les pratiques de mesure et les motivations que, rétrospectivement, les personnes impliquées identifiaient à leur participation (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Ce questionnaire avait pour objectif d'identifier les comportements des participants post-expérimentation et d'évaluer l'impact sur les représentations de la pollution de l'air et les actions à mettre en place pour la réduire. Il visait à venir en appui aux focus groups de la phase 3 et à suppléer ceux qui n'ont pu être tenu en raison des mesures de confinements en phase 2. Le questionnaire reprenait des questions communes à celui du recrutement

¹¹ AEELA : Accélérateur D'économies D'énergie pour Le Logement Des Agriculteurs, programme d'information et de sensibilisation sur la rénovation énergétique.

(ainsi que les thèmes des entretiens semi directifs), afin de permettre la comparaison. Ainsi, les participants ont été interrogés sur les impacts des mesures sur leurs pratiques et leurs représentations, le chauffage au bois, leurs surprises...

Pour la phase 3 et en compléments des questionnaires post-expérimentation, ceux qui n'avaient pu participer au focus group ont été contactés par téléphone (ou par courriel) pour aborder différentes thématiques et obtenir leur retour d'expérience. Ces entretiens rapides abordaient notamment les questions suivantes :

- 1) Vous ne vous êtes pas inscrits pour la réunion bilan de l'expérimentation avec les micro-capteurs. Pouvez-vous nous dire en quelques mots pourquoi ?
- 2) Quel est pour vous le plus fort apprentissage que vous ayez retiré de votre expérimentation avec les micro-capteurs ? Et quelle a été la plus grande surprise ?
- 3) A quoi, selon vous, devrait servir ce type d'expérimentation, spécifier : personnellement ou collectivement ?
- 4) Quelle est la plus grosse critique que vous feriez de votre expérimentation avec les micro-capteurs (processus, matériel, etc...) ?
- 5) Recommanderiez-vous de faire ces mesures à des proches et si oui, pourquoi ? Si non, pourquoi ?

L'analyse présentée ici porte sur les impacts du dispositif technique et du suivi sociologique mis en place tout au long du projet. Elle s'attèle particulièrement à comprendre l'évolution et l'adaptation des éléments techniques et sociologiques, différents sur les trois terrains et adaptés aux contextes variés, afin de renforcer l'appropriation de la problématique du chauffage au bois par les citoyens et l'émergence de comportements appropriés. Nous présenterons d'abord les profils des participants, puis un retour d'expérience sur la pertinence du dispositif technique et des différents éléments qui le composent sera effectué. L'analyse sociologique des différents questionnaires et échanges avec les participants viendra ensuite alimenter ces résultats. Enfin, nous aborderons la compréhension du sujet de la combustion de biomasse par les participants et le rôle que la mesure a pu avoir dans leur comportement.

4. Résultats

4.1. Qui sont les participants ?

4.1.1. Les participants à la phase 1

La première phase de l'étude consistait à recruter trente participants avec différents profils, motivations et niveaux de connaissances relatifs à la qualité de l'air et aux sources de pollution. Comme décrit en 3.2.1.1, un questionnaire de plus de cinquante questions a été réalisé, dont l'analyse a permis de détailler le profil des 383 répondants, mais également celui de sélectionner les participants qui réaliseront les expérimentations dans le cadre du projet.

4.1.1.1. Les répondants au questionnaire

4.1.1.1.1. *Un grand nombre de répondants*

383 répondants ont répondu au questionnaire de recrutement de la phase 1. Le nombre conséquent des réponses a permis un travail de recherche de corrélations (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, Méthodologie d'analyse statistique du questionnaire de recrutement et Principaux résultats) ainsi qu'un travail de caractérisation des profils, présenté ci-dessous. Les répondants habitant ou travaillant sur la Métropole de Grenoble, la sélection a couvert une zone très large, au-delà des zones urbaines denses.

Obtenir 383 candidats en moins de deux semaines représente un recrutement très important dans un temps très court qui montre un grand intérêt pour le projet et la problématique. Le questionnaire de recrutement a permis d'obtenir une diversité de participants en termes de modes de chauffage, de niveaux d'aisance avec les technologies, de niveaux de connaissances, d'intérêts relatifs pour la pollution et, enfin, de motivations. Celles-ci incluent la santé, la curiosité intellectuelle, la production de données, l'attrait pour la technologie, voire le désir de collaborer à un projet. Quelques résultats 'bruts' seront d'abord présentés pour ensuite faire des croisements entre les variables les plus pertinentes et les plus intéressantes.

En ce qui concerne le sexe, la population française, en comptant les enfants de moins de 18 ans, se répartit en 52 % de femmes et 48 % d'hommes. Concernant les répondants (adultes de plus de 18 ans), la proportion de femmes est de 34,8 % pour 64,7 % d'hommes (deux réponses manquantes). Il existe donc une surreprésentation nette au sein des répondants, des hommes par rapport à la population française. En ce qui concerne les professions et catégories socioprofessionnelles, les rubriques proposées aux candidats n'étaient pas identiques à celles de l'Insee.

Un travail de comparaisons statistiques a été réalisé avec l'aide de Samuel Bonnard, ingénieur statisticien de la Maison des Sciences de l'Homme Lyon Saint-Etienne. Celui-ci a comparé les données de recrutement du projet CheckBox à celles de l'INSEE, notamment sur les variables déterminantes classiques de l'analyse statistique (Catégories Socio Professionnelles – CSP –, âge, etc.). On sait que les personnes ont souvent du mal à situer leur emploi dans les dénominations statistiques. Il faut donc prendre les chiffres avec précaution, d'autant plus que la comparaison est faite avec les chiffres nationaux et que l'on sait que Grenoble et sa région sont plus dotés en cadres et professions intellectuelles que la moyenne nationale. Une nette sous-représentation des ouvriers, artisans et employés est constatée, par rapport à la moyenne nationale. Sans que cela soit étonnant, les professions intellectuelles supérieures ont beaucoup répondu au questionnaire de recrutement. Elles représentent plus de 65 % des répondants alors qu'elles sont à peine 25 % (en associant cadres et professions intermédiaires) dans la population française et environ 34 % sur le territoire de la Métro, selon l'INSEE (2010). Les différences de dénomination d'une statistique à l'autre ne permettent pas d'être plus précis (notamment sur la catégorie « techniciens », ou celle de fonctionnaire qui semble forte dans l'échantillon sélectionné).

Enfin, se posait la question du niveau d'étude le plus élevé obtenu par les candidats, de façon à préciser la relation possible entre leur formation, les attitudes face à la technique connectée, l'intérêt pour l'environnement ou encore l'implication dans la vie sociale locale. Là encore, les données de l'INSEE ne correspondent pas terme à terme aux catégories du questionnaire d'inclusion, et ce d'autant plus que l'INSEE ne fait plus la distinction entre Bac +2, Bac +5 et au-delà. Mais globalement, 77 % de l'échantillon déclarent un 2e, 3e cycle universitaire ou une grande école, alors que seuls 40 % ont un diplôme universitaire sur le territoire de la Métro (INSEE, 2016) et qu'ils ne sont que 29,3 % dans la population française à avoir une formation de Bac+2 ou plus.

La comparaison de la sélection des répondants avec les statistiques nationales et du territoire de la Métro permet de noter une certaine spécificité des répondants intéressés par la démarche : un public plus éduqué, avec des professions du tertiaire et d'encadrement plus fortement marquées que dans la population française.

Au total, parmi les répondants au questionnaire de recrutement, 42 étaient utilisateurs de poêles à bûches et 11 à granulés (soit 14 % du total). Parmi ceux-ci, 17 utilisaient leur poêle à bûches en mode principal de chauffage et 10 pour les poêles à granulés ; pour le chauffage d'appoint : 25 poêles à bûches, un à granulés. Au final, 23 utilisateurs de poêle à bois (treize bûches et dix granulés) ont été sélectionnés sur 29 participants.

Comme cela était prévisible, un nombre important de technophiles, férus de données et de nouvelles technologies a répondu à l'appel, à un point tel que, pour la sélection des participants, un filtrage a été nécessaire de façon à retenir des participants moins à l'aise avec les technologies. Sur la question de la pollution de l'air, la très grande majorité a déclaré un réel intérêt et une réelle préoccupation, mais beaucoup moins nombreux étaient ceux de fait correctement informés quant aux sources de cette pollution. Le questionnaire de recrutement étant présenté en **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, cette partie se limite à une présentation des résultats relatifs au chauffage au bois et à la pollution, ainsi qu'à la technophilie. Pour les autres résultats principaux, notamment sur les corrélations entre CSP, genre et perceptions associées à la pollution et aux politiques publiques, voir l'annexe 1.

Deux sous-séries de questions ont été posées concernant la pollution. La première concernait les représentations sociales des répondants au questionnaire et leur intérêt relatif à la pollution tandis que la seconde permettait de mesurer leurs connaissances concernant les sources d'émission de particules fines, la place du chauffage au bois en termes de contribution aux émissions, l'effet de la saisonnalité sur la pollution du territoire, etc. Ainsi, par exemple, leur sentiment d'être préoccupé par l'enjeu de la pollution de l'air a pu être corrélé avec leur niveau de connaissance – notamment des sources par ordre d'importance et selon la saison.

4.1.1.1.2. *Niveaux d'intérêts pour la qualité de l'air*

Les répondants au projet CheckBox se disent à 84 % intéressés ou très intéressés par la question de la qualité de l'air. En revanche, ils sont seulement 10 % à se sentir bien informés (58 % se disant très mal informés et 35 % moyennement informés). Qu'en est-il de la sensation de gêne liée à la pollution de l'air ? 25 % des candidats à CheckBox se sentent très gênés (peu gênés : 34.5 %). Ils sont nombreux à penser que la pollution de l'air a un impact sur la santé puisque 21 % pensent que celui-ci est faible, 43 % qu'il est moyen et enfin 41 % qu'il est fort. Globalement, 53 % des candidats considèrent que l'agglomération est très polluée (avec un total de 91 % qui la considèrent de moyennement à très polluée).

A la question « le fait d'avoir un poêle à bois à domicile est-il lié à une meilleure connaissance des enjeux de qualité de l'air ? », les propriétaires de poêle à bûches en mode principal de chauffage répondent mieux que la moyenne et sont légèrement mieux informés que ceux dont c'est le mode secondaire de chauffage (4/25 (16 %) de correctement informés contre 7/27 (26 %) en mode principal).

En revanche ces variables, importantes pour comprendre l'attitude de répondants candidats à une expérimentation sur la qualité de l'air, ne présentent pas de corrélation statistiquement significative avec le type de chauffage de la maison. Si les répondants ont rempli le questionnaire, ce n'est pas du fait d'une préoccupation particulière pour le chauffage au bois. Cela en cohérence avec le fait que l'appel à candidature n'affichait pas de préférence pour les personnes concernées par le chauffage au bois en particulier.

L'analyse des réponses permet d'identifier cinq catégories de motivations à la participation des répondants :

- Comprendre (66 %) : ceux-ci veulent (mieux) comprendre l'enjeu de la pollution, ils en ont une curiosité intellectuelle, de manière globale ou individualisée, pour ce qui est de la qualité de l'air près de leur domicile, ou de leur situation.
- Agir, sensibiliser (15 %) : il s'agit ici de la volonté, de l'envie, d'améliorer la qualité de l'air.
- Produire des données (10 %) : ces répondants veulent soit produire de la donnée (pour 80 % d'entre eux, souvent informaticiens ou associés) à partir d'une position quasi militante sur la donnée, avec surtout l'idée qu'elle soit en libre accès à tous, soit ils désirent tester les nouveautés, les innovations techniques, pour 20 % d'entre eux.
- Protéger sa santé (5 %) : ils se préoccupent des questions de santé, étant confrontés, eux-mêmes ou leurs proches, à des enjeux de santé respiratoire.
- Contribuer au projet (2 %) : ils veulent rendre service, afin que le projet puisse être mené à bien, ils n'ont pas d'avis tranché sur la pollution et ne s'y intéressent que peu.

4.1.1.1.3. *Pollution : connaissances et représentations*

Dans l'étude Grenoble Respire (Pate et al, 2017), 85 % des répondants identifiaient le transport routier comme première source de pollution de l'air (sans spécification des polluants concernés), le chauffage au bois apparaissant en troisième position, derrière l'industrie. Parmi « les mesures qui pourraient améliorer la qualité de l'air », seuls 7,6 % des répondants mentionnaient l'arrêt du chauffage au bois, attestant du peu d'importance accordée à cette source de pollution sur le territoire de la GAM.

Dans le projet CheckBox, les répondants ont indiqué comme première source de pollution de l'air les transports individuels (46 %), le chauffage au bois apparaît en seconde position avec 33 % de réponses, tandis que les usines apparaissent en troisième position (19 %). Il existe une connaissance générale de ce que l'agglomération est polluée et que ceci a des impacts sanitaires, mais la majorité des répondants pourraient difficilement dire quels types de pollution et quelles sources de pollution sont liés à quels types d'impacts sanitaires. La technique du sondage permet ainsi de tester la représentation sociale de la qualité de l'air comme objet de préoccupation et d'action publique relativement distante de la sphère privée. Le sondage mesure une certaine préoccupation et représentation sociale d'une "ambiance" dans laquelle les répondants estiment baigner sans trop pouvoir y remédier, et dont ils ont une connaissance relative et non pas familière (James, 2011).

Le fait de posséder un appareil de chauffage au bois est-il lié à un meilleur niveau d'information concernant les sources de pollution ? Les réponses à cette question montrent que les propriétaires de poêles à bois (bûches et granulés) ont légèrement mieux informés que la moyenne, au sens où ils comprennent mieux la place de cette source de pollution, bien qu'ils tendent à sous-estimer les émissions de leur propre appareil.

4.1.1.2. Les participants à l'expérimentation

Comme les autres répondants au questionnaire de recrutement de la phase 1, les vingt-neuf participants (huit femmes et vingt-et-un hommes) sont bien plus scolarisés que la moyenne de la population, vingt-et-un (72%) ayant un diplôme de 2e et 3e cycle, six ayant un Bac et deux, un diplôme lié aux métiers de la santé.

Vingt-et-un habitent en maison individuelle, huit en collectif et tous sauf un sont propriétaires. En ceci, ils sont représentatifs des répondants au questionnaire de recrutement.

L'analyse des réponses au questionnaire des vingt-neuf participants de la première phase montre qu'ils sont très intéressés et très préoccupés par l'enjeu de la qualité de l'air, avec un niveau d'intérêt de 7,5 sur 8 en moyenne, donc très élevé. Ils considèrent que Grenoble est très polluée avec une moyenne de presque 6/8. Seuls cinq répondants donnent une note inférieure à 5/8. Si leur sensation de gêne est légèrement moins élevée (huit donnant une note inférieure à 5), ils considèrent néanmoins les impacts sur la santé comme étant très élevés, avec 6/8 en moyenne.

Les participants ne se sentent que moyennement bien informés (4/8), ce qu'ils expriment eux-mêmes souvent dans les entretiens semi directifs. Quant aux sources de particules, ils les attribuent aux transports individuels pour treize des vingt-neuf (45 %) d'entre eux, puis, aux usines et aux industries (neuf réponses), au chauffage au bois (six réponses) et enfin aux transports collectifs (une seule réponse). En ce qui concerne l'impact du type de chauffage au bois sur la qualité de l'air (« Selon vous, quel système de chauffage au bois est le plus performant pour limiter les émissions de particules fines ? »), les réponses trahissent une ambiguïté. En effet, elles montrent un haut niveau de compréhension sur le type le plus émissif avec vingt-huit participants sur vingt-neuf identifiant les cheminées ouvertes comme étant les plus émissives, mais leur identification du type d'appareil de chauffage le plus performant pour la qualité de l'air est plus incertaine : onze répondent "poêles à granulés", sept sont "sans réponse" (c'est la question qui reçoit le plus de "sans réponse"), quatre choisissent "poêle buche", trois, "insert", trois "chaudières mixtes" et un, "cheminée ouverte".

4.1.2. Les participants de la phase 2

La mobilisation/sélection des participants a été effectuée sur la base d'une inscription volontaire à la Captothèque, sans prérequis de filtrage sociologique à l'inverse de la phase 1.

Sur les trente-deux participants de la phase 2, résidant sur les communes de Herbeys et Seyssins/Seyssinet, seuls treize ont répondu au questionnaire (malgré les multiples relances), dont huit hommes et cinq femmes, douze vivant en maisons individuelles (en milieu urbain, indice du niveau de CSP) et un en habitat collectif, tous propriétaires. La disproportion de haut niveau de scolarité se retrouve, typique des répondants à CheckBox, dix sur treize ayant un diplôme de 2e et 3e cycle et trois un bac ou équivalent¹².

Sur les treize, quatre n'avaient pas d'appareil de chauffage au bois. Parmi les neuf qui en possédaient un, on compte trois poêles à granulés, neuf poêles à bûches, une cheminée ouverte, certains ayant deux poêles. L'usage était de chauffage d'appoint pour huit participants, de chauffage principal pour trois autres et de plaisir de la flamme pour les deux derniers (deux motivations, chauffage et plaisir sont mentionnés par certains). Aucune réponse n'a été obtenue pour l'année d'installation, pour la question sur la ventilation ou la date de construction du logement.

4.1.3. Les participants de la phase 3

Les participants de la phase 3 se répartissent sur une aire géographique large, rurale, s'étendant sur deux communautés de communes, celle d'Annonay Rhône Agglo et celle du Val d'Ay. Le questionnaire rempli par les candidats a permis de saisir leurs profils sociodémographiques et d'évaluer leurs représentations relatives à la qualité de l'air, aux sources de pollution, leur niveau d'intérêt et de préoccupations... Un public plus divers en termes de scolarité et de CSP était visé, afin de faire émerger des différences avec les précédents groupes. Cependant, sur les seize participants, dix sont titulaires d'un deuxième ou troisième cycle universitaire, trois ont un baccalauréat (ou BP BT DEUG, DUT, BTS), deux un CAP/BEP et un

¹² Six cadres ; un technicien ; une enseignante vacataire ; Catégorie A de la fonction publique : 3 (23%) ; personnel de service : un ; aériste : un.

est un professionnel de santé¹³. A noter que les participants du second focus groupe du territoire d'Annonay ont déploré la faible diversité sociale des participants et la difficulté à toucher des catégories plus précaires et moins éduquées : « Une caution de 50 euros, c'est beaucoup pour quelqu'un qui n'a pas les moyens... Cela soulève la question de l'accès de tous à ce type de projet » (cf. 3.1.1.1). Ceci est attribuable au mode de recrutement. En dehors de cette personne, peu d'entre eux se sont questionnés quant à la caution demandée pour le prêt du matériel, même en phase 1 où celle-ci était plus élevée.

Pour compléter le portrait des participants de la troisième phase, ceux-ci sont presque tous propriétaires d'une maison individuelle, un seul est locataire, quatre vivent dans des maisons plutôt anciennes (avant 1945), un dans une maison récente (depuis 2013), les autres dans des logements construits entre 1945 et 2013. En termes d'aération, cinq déclarent ouvrir leurs fenêtres au moins une fois par jour, neuf ont une ventilation mécanique double flux et deux disent ventiler de manière naturelle continue.

Tous les participants de la phase 3 sont équipés d'un appareil de chauffage au bois. Ainsi, malgré les difficultés liées au confinement (COVID-19), un taux très élevé de répondants possédant un appareil de chauffage au bois a pu être obtenu : quatre ont une chaudière à granulés ou bûches, trois un insert et neuf un poêle à buche ; douze s'en servent essentiellement comme chauffage d'appoint et/ou quatre pour le plaisir de la flamme. Quant aux motifs (plusieurs choix étaient possibles) pour lesquelles ils se chauffent au bois, ils se répartissent comme suit : quatre bénéficient d'une ressource en bois, six le font par conviction environnementale en tant qu'alternative énergétique, deux parce que c'est moins cher et un parce que c'était le mode de chauffage existant lorsqu'il a emménagé. Un seul répondant a déclaré l'année d'installation du chauffage au bois (« entre 1990 et 2010 »).

4.1.4. Analyses transversales des trois populations: le territoire comme facteur explicatif ?

La carte ci-dessous représente la répartition géographique de l'ensemble des participants du projet Checkbox sur les trois terrains.



Figure 9 : Cartographie de la répartition des participants sur les différents terrains du projet (bleu = phase 1, vert = phase 2, violet = phase 3)

La Figure 9 illustre la grande variété des environnements géographiques des participants et corrobore l'hétérogénéité des profils sociologiques concernant les différents aspects évalués. Il faut noter ici la différence de prise en compte de la localisation dans la sélection de la zone étudiée d'une phase à l'autre, la phase 2 se situant à une échelle communale. Les lieux de résidence des participants de la phase 1 étaient divers mais le critère de sélection était de vivre ou travailler dans la métropole de Grenoble (en essayant tout de même de toucher un maximum de communes du territoire). Autrement dit, l'attention était portée sur l'expérience en milieu urbain et périurbain. Dans le cas de la région d'Annonay, l'objectif portait davantage sur la diversité des lieux et potentiellement d'expériences entre des habitants de petits villages ou de centre bourg.

¹³ En termes de qualification, on compte cinq cadres ; six autres participants appartiennent à la catégorie A de la fonction publique ; on compte également une contractuelle fonction publique, un employé, un entraîneur escalade, une profession libérale et enfin un technicien.

4.1.4.1. Comparaison des profils sociodémographiques

Les participants ont été comparés quant à leur domicile, leur mode de chauffage et leurs motifs.

	Phase 1 29 Grenoble	Phase 2: 32 Herbeys et Seyssins (13 répondants)	Phase 3 16 Annonay	Total : 77 (58 répondants)
F/H	8/21 (28 %/72 %)	7/6 (53 %/47 %)	10/6 (63 %/37 %)	25 f/33h
Maisons/ Appart.	21/8 (72 %/28 %)	12/1 (86 %)	16 (100 %)	49m/9a
Diplôme 2e/3e cycles	22 (76 %)	9 (71 %)	10 (63 %)	27 (71 %)
Nb poêles à bois (dont types)	23 (79 %) : 10 granulés, 13 bûches	13 (64 %) : 3 granulés, 9 bûches, 1 cheminée	14 (88 %) : 8 bois bûches 4 granulés, 2 inserts	38/58 (66 %) : 15 granulés, 18 bûches, 3 inserts, 2 cheminées
Motifs d'usage du poêle	13 principal 10 appoint	3 principal 8 appoint 2 plaisir	0 principal 12 appoint 2 plaisir	16 principal 28 appoint 4 plaisir

Tableau 1 : Tableau comparatif des participants aux trois phases

Les participants aux trois phases du projet CheckBox partagent beaucoup de points communs avec ceux du projet Mobicit'Air : ils sont plus concernés, plus engagés et mieux informés que la moyenne de la population. Mais il existe aussi une différence due à la polarisation du projet sur le chauffage au bois : les profils sociologiques des participants au projet CheckBox sont moins divers que ceux de Mobicit'Air (scolarité et professions notamment). En effet, si la mobilité concerne tous les types de populations, ce n'est pas le cas du chauffage au bois : sur le territoire de Grenoble Alpes Métropole, les répondants possédant un appareil de chauffage au bois sont presque toujours propriétaires de leur domicile et habitent très majoritairement en maison individuelle. Ils tendent aussi à avoir un revenu et un niveau de diplômes plus élevés. Enfin, il faut noter, et c'est une différence avec de nombreux autres projets relevés dans la recension, qu'ils avaient une grande liberté pour faire les mesures qu'ils souhaitaient.

Le niveau de scolarité des participants des trois phases est très supérieur à celui de la moyenne des Français : 71 % ont déclaré être diplômés d'un deuxième ou troisième cycle universitaire, alors que la moyenne française est d'environ 25 % (en associant cadres et professions intermédiaires)¹⁴.

4.1.4.2. Motivation, connaissances et engagement

Globalement, l'analyse des résultats des trois phases (en soulignant que les effectifs limités n'autorisent pas de généralisation statistique) montre que les trois groupes de participants ne sont pas représentatifs de la population générale : ils sont mieux informés et plus intéressés par les enjeux de la qualité de l'air, tout en se sentant moins bien informés que la population générale. Les réponses sont plutôt homogènes entre les phases et les territoires. Ceci signifie que le territoire a un effet, certes, différenciant mais secondaire sur les réponses des participants.

Concernant le niveau d'intérêt à la qualité de l'air (« Dans quelle mesure vous intéressez-vous à la question de la qualité de l'air sur votre territoire (sur une échelle allant de un 'pas du tout', à huit 'très')), les Grenoblois de la phase 2 se montrent très intéressés par la qualité de l'air sur leur territoire. Pour les

¹⁴ Ce biais dans le recrutement semble incompressible avec les méthodes de recrutement utilisées dans CheckBox et renvoie à l'attrait de ce type de projets pour certaines catégories de populations. En phase 2, sur la commune de Herbeys, la sollicitation par tractage dans les boîtes aux lettres et réunion publique sur une étude de qualité de l'air de la commune ont été des outils bien plus porteurs pour toucher des publics variés.

répondants d'Annonay, douze sont très intéressés et un seul peu intéressé. Le niveau d'intérêt est donc semblable entre les trois phases, et dans les trois cas, bien supérieur à la moyenne de la population¹⁵.

En ce qui concerne leur perception de leur propre niveau de connaissance, douze sur seize répondants d'Annonay évaluent leur niveau de connaissance de faible à moyen et ce malgré leur grand intérêt pour la qualité de l'air. Cette tendance des répondants à se dire très intéressés, gênés et préoccupés (et plus que la moyenne de la population lorsque l'on compare aux grands sondages mentionnés ailleurs dans ce rapport), mais aussi à déclarer se sentir moins bien informés (avec seulement 10 % disant se sentir bien informés et 58 % très mal informés), avait également été notée dans la première phase. Les entretiens semi directifs ont offert une réponse à ce positionnement : ceux qui s'intéressent à la qualité de l'air s'informent davantage et donc réalisent que la QA recouvre plusieurs catégories et types de polluants (intérieur, extérieur, NO_x, ozone...). Face à cette complexité, les participants en viennent à penser qu'ils en savent peu. Une différence chez les répondants de la phase 2 est observée, sans que l'on puisse l'expliquer : leur perception de leur connaissance de la QA est beaucoup plus uniformément répartie sur l'échelle, allant du niveau 2 (très bas) à 7, cinq d'entre eux se donnant une note de 5.

En ce qui concerne le niveau de connaissance des participants sur les poêles à bois et leur impact sur la QA, on retrouve les mêmes proportions dans les réponses des trois phases : les participants au projet CheckBox pensent que le système de chauffage au bois le plus performant pour limiter les émissions de particules fines est le poêle à granulés, mais cette proportion est plus élevée sur le territoire d'Annonay.

A la question « Diriez-vous que vous êtes gêné au quotidien par la pollution de l'air sur votre territoire » (avec une échelle dans les choix de réponses variant de 1 'pas du tout' à 8 'très'), les répondants des trois phases se répartissent proportionnellement sur l'échelle, allant de 'pas du tout' à 'très' gêné, ce que l'on retrouve également dans la population grenobloise générale. Donc, la sensation d'être gêné n'est pas associée à d'autres critères. Il est difficile d'expliquer ceci : clairement, d'autres facteurs entrent en compte mais ils demeurent mal saisis. Le contexte rural versus urbain ne semble pas jouer un rôle, même lors de la comparaison avec Grenoble, qui jouit d'une réputation de ville polluée.

Les répondants du territoire d'Annonay rejoignent-ils les grenoblois quant à leur perception des impacts sanitaires de la pollution locale (« Diriez-vous que cette pollution a un impact sur votre santé et celle de vos proches ; de 1 signifiant 'pas du tout' à 8 'très' ») ? Trois répondants d'Annonay ne le pensent pas ou peu, six sont dans le milieu du classement et deux pensent que l'impact est fort – un impact général ressenti comme moyen, donc. Sur le territoire de la Métropole grenobloise, l'impact était plutôt évalué de moyen à fort, avec notamment onze répondants de la phase 2 exprimant une perception d'impacts plus forts.

Dans la phase 3, les participants relèvent les pics de pollution ou des zones très localement polluées mais ne se disent pas préoccupés par la pollution de fond, leur attention étant attirée surtout par les pics. Les participants parlent ainsi de la pollution des déchets de l'atelier d'abattage de poulet, des particules diffusées lors du sulfatage des vignes ou des cerisiers, de l'écobuage des agriculteurs, des feux de matériaux par les artisans locaux. La pollution de fond n'apparaît dans les perceptions que comme ce qui remonte de la vallée et des usines de Salaise et de l'odeur dans certaines circonstances météorologiques. Comme le dit une contributrice : « *Je pense aussi que les communautés d'agglomération parlent peu de pollution de l'air, que du coup la presse relaie peu, que l'industrie est faible sur le territoire, que la question des odeurs, potentiellement perturbante, est considérée comme ayant peu d'impact sur la santé, juste un désagrément* ».

Les répondants des phases 2 et 3 se démarquent de ceux de la première quant à leurs motivations à participer à ce projet sur la qualité de l'air. Les mêmes pourcentages se retrouvent pour les répondants de Seyssins-Herbeys et d'Annonay, avec ceux qui donnent comme première motivation « *le souhait d'en apprendre plus sur la pollution au quotidien* » (au nombre de sept). Viennent ensuite ceux qui mettent en avant de « participer à un projet collectif participatif (cinq, en dernière position dans la phase 1) et enfin « *d'apprendre des moyens de combattre et/ou de me protéger de la pollution* » (deux). Les deux dernières citations se démarquent également de la première sur un autre point : l'absence d'attrait pour les nouvelles technologies, même si sur Grenoble, la motivation technophile était en 3^e position. Cela est intéressant puisque signifiant que même pour un projet de science participative à forte composante technologique, ce volet n'est pas un attrait majeur (alors que c'est le cas pour des projets énergétiques à

¹⁵ Tel qu'analysé dans d'autres enquêtes (ZAPA, BIOMQA, Mobicit'Air et Qamecs) ; avec dans la première phase de CheckBox, 84 % se disant intéressés ou très intéressés vs 61 % dans QAMECS-SHS, pour la même année de comparaison.

forte teneur technologique !). Dans les trois cas, vouloir comprendre apparaît en première position. Vouloir agir et sensibiliser vient en seconde position dans la première phase de Grenoble mais pas à Herbeys et Seyssins, ce qui renvoie probablement à la perception de l'impact sanitaire plus élevé sur Grenoble-centre. L'aspect sanitaire semblerait donc primer sur tous les autres en tant que facteur d'attractivité pour participer à ce type de projet de mesures citoyennes sur la qualité de l'air.

Lors des entretiens du projet CheckBox mais également dans Mobicit'Air, une absence d'inquiétude avait été observée chez les participants, qui avait été identifiée comme pouvant en partie s'expliquer « *par le fait que la pollution fait partie du décor* », comme le disent plusieurs. Cette explication est confortée par les réponses à Annonay : quatre disent ne pas ressentir d'angoisse, contre dix qui affirment en ressentir (une proportion plus élevée qu'à Grenoble), ce qui est un nombre plus élevé que le nombre se disant très gênés !

Ce résultat semble montrer un 'divorce' entre les perceptions (fortes) et les représentations (faibles) relatives à la pollution de l'air chez les gens d'Annonay. Ici, une préoccupation a été décelée qui peut potentiellement se dissocier des canaux classiques de l'espace public (les politiques publiques, la presse...) pour affirmer un problème en souffrance de résolution, pas encore pris en compte par les autorités chargées de la gestion des affaires publiques. Ensuite, les réponses sur l'inquiétude relative aux impacts sanitaires des particules fines sont intéressantes (même si un biais potentiel dans la formulation ne peut être écarté) car elles suggèrent, notamment grâce au micro-capteur, l'émergence d'une attitude proactive des personnes pour trouver des canaux d'actions parallèles à ceux des pouvoirs publics voire de la presse. C'est en tout cas, une hypothèse méritant approfondissement.

4.1.4.3. Représentations de la qualité de l'air

Étant donné le faible nombre de réponses recueillies dans les phases 2 et 3, l'analyse ne peut prétendre être statistiquement significative. Il est cependant à noter que, lorsque les différents critères (CSP, genre, etc.) et les réponses sont croisés, les mêmes résultats se retrouvent sur les trois terrains : aucune corrélation n'a été relevée entre les différents facteurs mesurés (l'intérêt, la gêne, le niveau de scolarité ne sont pas corrélés entre eux) à l'exception des deux facteurs relevés sur les trois terrains : le genre et la position environnementale qui ont un effet léger sur les réponses, comme suggéré précédemment à propos de la position singulière des femmes notamment dans leurs réponses aux questionnaires. Ensuite, comme suggéré plus haut, le territoire peut avoir un effet mais qui ne semble pas déterminant.

La représentation sociale de la pollution de l'air s'avère plurifactorielle et complexe aux yeux des participants, et difficilement synthétisable dans des tendances moyennes. Ainsi, dans les réponses, l'usage d'un chauffage au bois n'est pas associé à l'intérêt pour la qualité de l'air, ni au genre ni aux impacts ; le niveau d'intérêt n'est pas non plus corrélé à aucun autre facteur, tel le niveau d'éducation ou la CSP. Que les répondants pensent que la pollution a un haut niveau d'impact ou non n'est pas corrélé au niveau d'intérêt ni de perception ni de connaissance, ce qui est assez étonnant. Les répondants qui indiquent être plutôt angoissés n'indiquent pas pour autant être plus gênés ni ne pensent pas plus que les autres que les impacts sanitaires sont importants. Ils ne sont pas non plus ni moins ni plus intéressés par les enjeux de la QA que les autres. L'appartenance à une association ou non n'est pas non plus corrélée aux attitudes et représentations à l'égard de la qualité de l'air. Même les membres d'associations environnementales ne montrent pas plus de curiosité que ceux qui font partie d'une association scolaire ou sportive par exemple.

Comme observé dans le cas de la première phase de projet, une corrélation faible mais visible associée au genre peut être notée : les femmes sur les trois territoires pensent plus que les hommes que la pollution de l'air a un impact sur la santé¹⁶. Ensuite, en ce qui concerne la position environnementale des répondants, ceux qui se chauffent au bois par conviction environnementale (six) sont plus convaincus que les autres de « *l'importance de l'enjeu de la qualité de l'air et qu'il doit être résolu* » ; ils pensent plus que les autres que la pollution de l'air a des impacts sur la santé et enfin, ils se sentent légèrement plus gênés. A noter que seules deux personnes mentionnent leurs implications environnementales, l'une dans une ONG impliquée dans la lutte contre le changement climatique, tandis que l'autre a déjà fait l'expérience d'un détecteur de radon chez elle.

¹⁶ Les grandes enquêtes sur l'environnement et celles plus récentes sur la pandémie Covid, montrent que les femmes tendent à se préoccuper et à s'inquiéter davantage que les hommes des enjeux écologiques et sanitaires.

Les points communs et les différences entre les répondants aux questionnaires des trois phases ayant été analysés, la suite du chapitre présente l'analyse des mesures.

4.2. Analyse contextuelle des mesures réalisées par les participants

Cette partie décrit comment les participants au projet ont pris en main le dispositif technique de mesure, leur permettant d'explorer la pollution particulaire dans leur quotidien. Elle présente la diversité des contextes de mesures, aussi bien réalisées en intérieur qu'en extérieur, caractérise l'expérience des trois terrains et montre que la thématique du chauffage au bois, sans avoir été mise en avant par l'équipe projet, a été importante et marquante pour de nombreux d'entre eux.

Pour les étapes de mesure individuelle sur les trois phases, les participants ont délibérément été laissés autonomes et libres de réaliser leurs mesures. En dehors des explications sur l'utilisation du micro-capteur et des différents outils techniques, aucun protocole de mesure ne leur a été imposé. Ainsi, aucune source d'émissions de polluants n'a particulièrement été mise en avant par rapport à une autre, de la même façon que l'air extérieur n'a pas été plus évoqué que l'air intérieur. L'objectif était donc de les laisser autonomes dans leur expérience individuelle de la mesure des teneurs en polluants dans l'air. L'outil « Missions, » décrit précédemment, permettait toutefois de proposer des contextes de mesure particuliers aux participants mais celui-ci abordait une grande variété de sources, de secteurs d'activité ou d'environnements de mesures.

Il convient ici de rappeler la différence entre les mesures réalisées à l'aide de micro-capteurs, dans le cadre d'une utilisation citoyenne et individuelle, et les données produites par les ASQAA à travers leurs réseaux de mesures réglementaires. Les micro-capteurs utilisés dans le projet CheckBox sont des micro-capteurs mobiles, utilisables lors de déplacements pour explorer différents environnements du quotidien et comprendre les mécanismes de la qualité de l'air à travers l'observation de phénomènes locaux. Les mesures ainsi produites sont des mesures indicatives et courtes, les enregistrements peuvent durer de quelques minutes à quelques heures tout au plus, avec un pas de temps très fins (une seconde) et dans un environnement « ultra proche ». Les données produites par les réseaux d'observation des AASQA répondent quant à elles à des normes très cadrées et partagées au niveau national, prenant en compte différents critères d'implantation des sites de mesure, tels que les typologies des sites, les densités de population...

Ces normes sont reprises de directives européennes, lesquelles s'appuient sur les lignes directrices élaborées par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) à partir d'un large corpus d'études. Ces lignes directrices présentent des seuils successifs à atteindre pour réduire l'impact des émissions sur la santé humaine, prenant en compte la diversité des situations à l'échelle mondiale en matière de qualité de l'air. Leur dernière révision date de 2021.







		Grenoble Alpes Métropole	Seyssins/Seyssinet (zone urbaine)	Herbeys (zone périurbaine/rurale)	Annonay Rhône Agglo/Val d'Ay
					
	Nb d'expérimentateur	29	11	21	16
	Nb total de session de mesure	> 2000	174	377	364
	Nb moyen de session (par expé)	60	16	18	23
	Temps moyen par session	21 min	17 min	17 min	22 min
	Temps total de mesure	~26 jours	~2,5 jours (52h)	~4,5 jours (109h)	~5,5 jours (133h)

Figure 10 : Récapitulatif des statistiques de mesures réalisées lors des 3 phases

Dans le cas des particules fines, les recommandations et seuils sont établis sur les bases de concentrations moyennes sur 24h pour la pollution dite aigue et annuelles pour la pollution dite chronique. La comparaison de mesures instantanées indicatives et très localisées, comme celles réalisées avec les micro-capteurs, avec des recommandations de seuil d'exposition est donc à prendre avec beaucoup de

précaution. Cette notion, à garder en tête tout au long de la lecture de ce rapport, fait partie des éléments clés de compréhension de la qualité de l'air et doit être nécessairement évoqué avec les participants à des projets de mesures citoyennes tels que CheckBox lors de temps d'échange avec les professionnels, requérant leur assimilation.

4.2.1. Phase 1

4.2.1.1. L'exploration individuelle

Vingt-neuf citoyens ont participé à la phase 1, chaque participant disposant d'un micro-capteur Airbeam pendant deux à trois semaines. Les quelques millions de points de données produits par les participants ont été obtenus lors de sessions de mesure, correspondant à un temps délimité par le lancement et l'arrêt de l'enregistrement des mesures : le micro-capteur Airbeam v2, utilisé dans le cadre de ce projet, est davantage adapté aux prises de mesures ponctuelles (avec une durée limitée) qu'à un enregistrement continu sur une longue période. Lors de l'atelier de formation, il a d'ailleurs été spécifié aux participants que la durée maximum recommandée d'une session était de 1h. Au-delà de cette durée, ils s'exposaient à des problèmes techniques tels qu'un arrêt du micro-capteur par déchargement de la batterie, une déconnexion du signal Bluetooth ou encore un arrêt de l'application Aircasting. Certains ont cependant réalisé des sessions allant jusqu'à 14h de mesures consécutives. Au total, ce sont plus de 2000 sessions de mesures correspondant à plus 7000 heures de mesures cumulées qui ont été effectuées par les participants.

Si l'on examine le nombre de mesures réalisées par chacun (Figure 10), on peut noter la grande variabilité de celui-ci allant de quelques sessions au minimum à plus de deux cents pour certains, avec une moyenne de soixante sessions par participant. A noter, les efforts, ou l'engouement, de deux participants qui ont réalisé plus de deux cents sessions chacun. On verra par la suite qu'en plus d'un grand nombre de mesures, ces participants sont également ceux dont la diversité de mesures a été la plus grande. Certains se sont donc particulièrement pris au jeu et, comme le montrera la section sur l'analyse des entretiens semi-directifs, ceci est dû aux efforts et à la rigueur mise en œuvre dans leur prise de mesure. L'analyse sociologique reviendra également sur la disparité du nombre de mesures, mais il est à noter que le manque de temps dans le quotidien, la vie de famille, les problématiques de l'application peu intuitive et en anglais, les problèmes de connexion du micro-capteur ou encore les pertes de données peuvent expliquer, en partie, le peu de sessions réalisées par certains participants.

Il est également intéressant de commenter le périmètre géographique couvert par les participants. Bien que résidant tous sur le territoire de la métropole grenobloise, ils ont réalisé des mesures sur une aire bien plus vaste, s'étalant sur l'ensemble de la région Auvergne-Rhône-Alpes. Certains se sont également déplacés ailleurs en France avec leur micro-capteur et ont réalisé des mesures dans le train reliant Grenoble à Paris, dans les rues de Perpignan ou le long du port de La Rochelle. Malgré les recommandations de ne pas sortir du territoire français avec le micro-capteur (problème potentiel à la douane, assurance non valable à l'étranger...), un participant a même emporté son Airbeam lors d'un voyage en Autriche.

4.2.1.2. La caractérisation des mesures

4.2.1.2.1. Utilisation et signification des tags

Les mesures de particules fines dans l'air réalisées par les participants représentent une activité qui prend un sens différent pour chacun. La précision dans les observations et les tags est une manière de se représenter soi-même face aux autres : qu'est-ce qu'il semble significatif d'indiquer par rapport à l'action ou la mesure menée ? Ainsi, la signification est restituée dans les entretiens individuels mais également dans la manière dont chaque participant a pu caractériser ses sessions de mesures, notamment à travers les champs des tags et des noms de sessions qu'il était invité à remplir au moment du démarrage de celles-ci. Comme indiqué précédemment, le micro-capteur a été très peu utilisé sur un laps de temps long pour évaluer une exposition aux particules fines sur une journée entière par exemple, mais plutôt lors de temps d'expérimentation bien ciblés, volontairement choisis par le participant, pour tester des phénomènes particuliers. Ces champs sont donc une source précieuse d'information renseignant sur l'intention initiale du participant, sur les types de mesures qui l'intéressent et sur l'objectif de ce temps de captation limité.

Le système de « taggage » proposé aux participants lors de la phase 1 visait en premier lieu à faciliter la caractérisation des sessions de mesures et donc la compréhension des phénomènes rencontrés. Il

consistait à ajouter manuellement un mot caractéristique d'un contexte de mesure particulier, appelé « tag », lors du démarrage de la session. Ces tags permettaient également un tri des sessions sur la plateforme web Captothèque afin que chacun puisse visualiser et comparer les niveaux de particules fines mesurés dans des situations similaires (par exemple comparer les niveaux lors de l'utilisation d'appareils de chauffage au bois) ou au contraire dans des contextes très différents (comparaison de l'exposition en vélo par rapport à celle en voiture). Bien que cette étape de taggage n'ait pas été imposée ni déterminante pour l'enregistrement d'une session, les participants étaient fortement incités à tagger leurs sessions, en particulier concernant l'environnement de la mesure, « air intérieur » ou « air ambiant », permettant de distinguer les phénomènes ayant lieu à l'intérieur ou à l'extérieur.

Pour cette première phase du projet, une liste de tags a été prédéfinie par Atmo AuRA sur la base de l'expérience acquise sur le projet Mobicit'Air. Il s'agissait donc pour chaque participant de choisir dans cette liste de tags celui qui correspondait le mieux à la mesure envisagée et par là, d'anticiper un objectif spécifique à la session. Les tags dénotaient ainsi une représentation synthétique de ce que le participant visait dans la séquence de mesures. A noter cependant que les participants restaient libres d'utiliser d'autres tags s'ils estimaient ceux proposés inadaptés, mais que ces derniers seraient utilisés par Atmo AuRA uniquement pour identifier des thématiques/besoins et adapter la future plateforme Web de la Captothèque.

Lors des ateliers de formation à l'usage des micro-capteurs, les tags prédéfinis ont été présentés par catégorie. Ce classement visait à initier les participants aux différents éléments pouvant impacter les niveaux de particules fines rencontrés (l'environnement de mesure intérieur ou extérieur, le mode de déplacement, les sources de pollution identifiées ou encore les conditions météorologiques). La Figure 11 présente l'ensemble des tags proposés lors de cette première phase d'expérimentation.

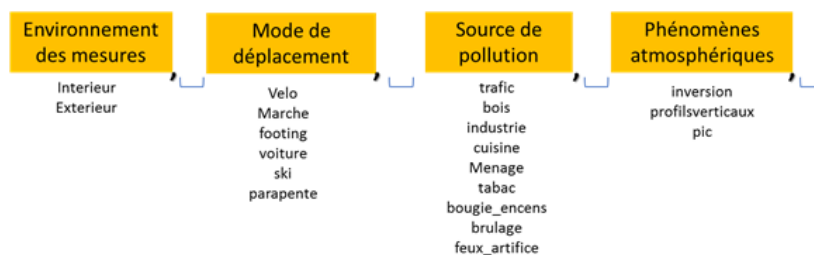


Figure 11 : Proposition d'ordonnancement des tags pour la phase 1

D'un point de vue opérationnel, l'analyse a permis d'éprouver l'efficacité et la pertinence de cette fonctionnalité et de son utilisation par les participants. Sur l'ensemble des sessions réalisées, 84 % ont été taguées avec un champ de tags reprenant au moins un des mots de la liste ci-dessus. Cela illustre la pertinence de la liste de tags proposés qui comprenait de fait la majorité des contextes de mesures envisagés. Les 16 % restant correspondent principalement à des erreurs de frappe ou de nomenclature lors du taggage des sessions (mauvais accent, tag au pluriel, espace entre les mots...) que la version de l'application et de la plateforme ne permettait pas de gérer. Ils incluent également des sessions non taguées ainsi que quelques tags non compris dans la liste proposée. Plusieurs participants ont confirmé que le manque de temps au moment du démarrage de la session (et l'impossibilité de modifier les tags après-coup) ainsi que le manque d'ergonomie et de praticité de ce processus de taggage les avaient parfois freinés.

Ce système de taggage a rendu possible une quantification des cas d'usage testés par les participants, menée sur les expérimentations de la phase 1, la plus significative en termes de quantités de captations produites. Il a ainsi permis, pour chacun d'entre eux, d'analyser l'appropriation et la signification des mesures. Ont-ils caractérisé leurs sessions avec le même intitulé ou bien ont-ils varié les intitulés ? Souhaitaient-ils mesurer uniquement un des éléments de leur quotidien pour voir s'il était source de pollutions aux particules ? Voulaient-ils au contraire mesurer leur exposition dans différents contextes ? Voulaient-ils plutôt tester le matériel par rapport à une représentation qu'ils avaient de la pollution de l'air ?

Certains tags ont cependant suscité de la confusion du fait de leur formulation complexe. C'est notamment le cas des tags « profils verticaux » (mesures réalisées afin d'identifier les variations de niveaux de particules fines selon l'altitude), « pics » (mesures lors d'un pic de pollution), « inversion » (identification d'un phénomène d'inversion thermique) ou « brûlage » (mesures à proximité d'un brûlage de déchets

verts), qui correspondent à des phénomènes très particuliers. Notons également que certaines de ces situations ont tout de même été expérimentées par des volontaires mais non taguées comme telles.

On peut également comptabiliser la répartition de l'utilisation de ces différents tags en analysant les occurrences de chacun d'entre eux, c'est-à-dire le nombre de fois où ils ont été mentionnés. Comme recommandé lors de l'atelier de formation, les participants ont quasi systématiquement tagué leur environnement de mesure ; ce sont donc les tags « extérieur » et « intérieur » qui ont été les plus mentionnés. Ces mots représentent en effet l'information première lorsque l'on cherche à caractériser un environnement de mesure. La Figure 12 illustre la répartition des sessions réalisées en air intérieur et en air extérieur, ce chiffre étant construit à partir de la somme des tags correspondant à chacun des environnements de mesure (intérieur correspondant aux tags « intérieur », « cuisine », « encens », « voiture » associé au tag « intérieur » et « bois » associé au tag « intérieur »). Au-delà des tags, il est intéressant de noter que, pour tous les participants, les premières mesures ont concerné leur environnement proche, que ce soit l'air intérieur de leur logement lors de la préparation du petit déjeuner ou de la cuisson d'un gâteau ou celui de leur jardin, de leur balcon ou encore l'air dans l'habitacle de la voiture utilisée quotidiennement pour aller au travail... Ceci renvoie par ailleurs à l'intérêt qu'ils expriment en entretien pour mieux comprendre la qualité de l'air intérieur de leur domicile ou de leur voiture. Ils ont d'abord cherché à qualifier leur quotidien avant d'aller plus loin en testant des phénomènes particuliers liés à des thématiques spécifiques. Cette importance peut être notée pour les participants, lors de l'étape de découverte individuelle de la mesure de la sphère domestique et individuelle, qui est souvent reliée à une expérience sensorielle.

L'intérêt particulier des participants pour la pollution liée aux véhicules motorisés apparaît notamment par l'utilisation des tags « voiture » et « trafic » qui avaient des significations distinctes. Alors que le tag « trafic » a été présenté lors de la formation comme correspondant à la mesure des particules à proximité de véhicules en air ambiant, que ce soit au niveau du pot d'échappement de son propre véhicule ou en proximité de voirie, le tag « voiture » visait lui, à identifier une session prise à l'intérieur de l'habitacle d'un véhicule.

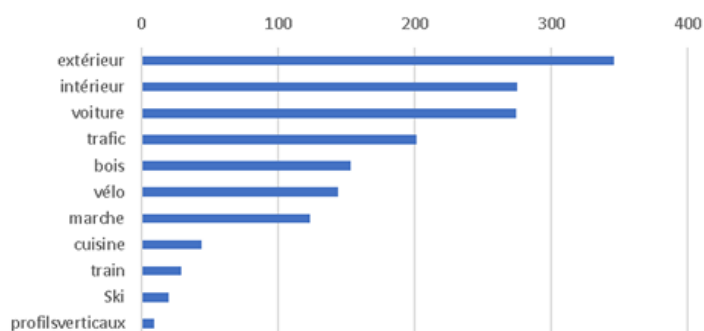


Figure 12 : Nombre d'occurrences de chaque tag de session en phase 1

En considérant que cette consigne ait été entendue par les participants, c'est la mesure de l'air à l'intérieur de leur véhicule, c'est-à-dire celui qu'ils respirent au quotidien sur leur trajet, qui les a le plus intéressés, confirmant là encore la prégnance de la mesure dans la sphère individuelle des participants. Beaucoup de sessions ont néanmoins été réalisées à proximité de la rocade grenobloise ou des axes de circulation principaux en centre-ville.

Ils ont par la suite indiqué que l'évaluation de l'impact des divers réaménagements de la voirie en cours sur l'agglomération grenobloise, notamment l'élargissement controversé de l'autoroute A480, les avait particulièrement interpellés. Donc, au-delà du quotidien domiciliaire, c'est le quotidien social, dans la sphère publique, qui cherche ici à être étudié. L'usage marqué du tag « vélo », moyen de transport significatif à Grenoble, traduit aussi une prépondérance des usages dans les transports ou en déplacement. Les rubriques « voiture » ou « vélo » ont souvent été couplées dans le but d'évaluer la différence en termes d'exposition aux particules entre les deux modes de transports les plus utilisés par les participants. À la suite de ces mesures comparées, un résultat ressort : les participants se sentent plus exposés à la pollution aux particules (et donc généralement plus exposés à des problèmes de santé) lorsqu'ils sont à vélo que lorsqu'ils prennent la voiture (pour certaines mesures effectuées par les participants de CheckBox, les concentrations se trouvaient être plus élevées en vélo, avec mesures en air extérieur, qu'en voiture, avec mesure dans l'habitacle). Ceci a été expliqué en entretien individuel : les

participants « se sentent protégés dans l'habitacle de leur voiture » (cf. partie **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Pourtant, de nombreuses études montrent l'effet global positif du vélo sur la santé, tous paramètres pris en compte. C'est ce genre de cas de figure qui renvoie aux différences entre données scientifiques, subjectivité et représentations sociales. Ceci confirme l'importance de l'accompagnement des citoyens dans l'interprétation des résultats et dans leur montée en compétence sur la thématique, et donc du rôle de l'expert capable de recontextualiser et d'apporter des éléments complémentaires d'interprétation. On peut également y voir une préoccupation pour l'interaction entre l'individu et l'espace public urbain (la rue) qui est un motif important de la décision de mesurer, identifiable dans les tags, et source d'inquiétude en matière de pollution de l'air, car l'air de la rue est subi par le cycliste là où il existerait une marge hypothétique *perçue, subjective*, de contrôle de l'air dans l'habitacle de la voiture. Car l'habitacle n'est pas une protection contre la pollution extérieure.

La caractérisation de la rubrique « bois » s'est avérée plus complexe car peu spécifique de l'environnement de mesure en intérieur ou en extérieur. Pour autant, arrivant en cinquième position dans le classement des tags par occurrence, cette thématique a cependant été centrale pour presque tous les participants. En effet, bien que seuls dix-huit d'entre eux aient utilisé le tag « bois », d'autres ont mesuré l'impact du chauffage au bois sur la qualité de l'air en l'indiquant dans le titre de leur session ou en utilisant des tags appartenant au champ lexical du chauffage au bois non pris en compte dans la liste prédéfinie, tel que les termes « allumage », « foyer », « flambée », « poêle », « insert »... Seuls deux d'entre eux n'ont réalisé aucune mesure en lien avec le chauffage au bois : pour le premier, il s'agissait d'un manque d'intérêt pour la thématique du chauffage au bois, explicitement déclaré en entretien. Cette personne utilisait exclusivement l'électricité comme mode de chauffage. Les échanges lors de l'entretien semi-directif l'ont néanmoins poussée à se questionner sur le chauffage au bois et elle a dit regretter ne pas avoir examiné davantage cette source de particules fines. Le deuxième a indiqué, dans son questionnaire de recrutement, connaître l'impact du chauffage au bois sur la qualité de l'air ambiant. Déjà très connaisseur sur la thématique, il a préféré orienter l'expérience sur son quotidien en effectuant des mesures dans tous ses lieux de vie habituels (supermarchés, restaurants, repas en famille, session de jardinage, bureau...). Il a également expliqué qu'il ne faisait pas assez froid et n'avait volontairement pas voulu allumer son poêle (dans une même logique de ne pas vouloir émettre de particules, il ne possède plus de voiture).

Ces données issues des tags indiquent simplement de grandes tendances attachées à la technologie des micro-capteurs citoyens : mesurer des morceaux et des séquences de vie limitées. Ces données ont avantageusement été complétées par l'analyse des noms de session, que les participants étaient invités à remplir de la façon la plus descriptive possible.

4.2.1.2.2. *Les noms de sessions*

Avec le champ correspondant au « nom de la session », des données précieuses et complémentaires des tags sont disponibles sur l'intention que ces labels reflètent, à travers des informations plus longues et qualificatives que les participants ont pu saisir sur l'interface pour décrire les faits saillants de la session qu'ils démarraient. Même si les données sont moins quantitatives car plus descriptives et liées au ressenti de chacun, un travail a néanmoins pu être réalisé avec ce champ pour la phase 1, qui a été corroboré par les grandes tendances émanant des noms de session proposés lors des phases 2 et 3.

L'analyse de la liste des noms de session a permis d'établir les grandes tendances des activités non seulement ciblées par les participants, mais également relevées comme significatives. L'analyse des noms de session ne vise pas à décrire très précisément ce que mesurent exactement les participants comme action ou trajets réels. En effet, pour les mesures en mobilité, la donnée GPS permet une description plus fidèle de ce qui a été fait en réalité et de tracer les déplacements effectifs. D'ailleurs, les déplacements correspondent seulement à une des modalités des activités mesurées.

Il est à souligner que les noms de session ont été inscrits au moment de la mesure, ce qui permet au sociologue d'avoir accès à une information précieuse : la description précise de ce que les gens font dans les termes dans lesquels ils le pensent. Ainsi on a pu avoir accès à la description précise de la session « bougie » du 8 décembre, qui sera par la suite commentée en focus group en ajoutant des informations sur l'occasion que représentait le 8 décembre, fête des lumières à Lyon, où la tradition veut qu'on allume des bougies. Le nom de session ici servait de compte rendu proche des pratiques. Cette première élicitation est très importante car elle constitue un antécédent à ce que diront les participants en entretien avec le sociologue. La présence des noms de session confère à l'entretien un certain niveau de réflexivité. Les participants ont déjà inscrit une première fois ce qu'ils faisaient et sont amenés à fournir

une seconde explicitation, les amenant à davantage de réflexivité. Les noms de session sont des mentions d'une image mentale ou d'un objectif que chaque participant avait quand il a effectué la mesure. Ils décrivent une intention, expliquent le sens que les personnes ont élaboré pour rendre intelligible l'action de mesurer qu'elles entreprenaient. Le nom de session répond à la question "pourquoi cette mesure, ici, à ce moment, dans ce contexte?". La plupart du temps, ces actions sont motivées et planifiées mais l'attribution d'un nom à sa session de mesure démontre que les participants cherchent toujours à saisir la raison qui les pousse à faire la mesure.

De ce point de vue, plusieurs rubriques ont pu être identifiées, permettant ainsi d'établir un classement des noms de session par thématique.

- Les participants utilisent ainsi le micro-capteur en premier lieu au cours de trajets. Cela peut s'expliquer par divers éléments qui, de façon implicite, poussent l'utilisateur à prendre des mesures en mouvement. Ces déplacements correspondent à des trajets en voiture ou à pied, en ski de randonnée, en vélo ou bien en train. L'essentiel des trajets est nommé de manière à indiquer le point de départ et celui d'arrivée (ex : De Voreppe à Grenoble, De Lyon à Paris, descente sur Grenoble...). La plupart des noms de session sont rédigés sous cette forme, ce qui permet de noter que les participants ont emporté leur micro-capteur à Lausanne, à La Rochelle, à Amiens, mais avant tout, dans les rues de Grenoble ainsi que dans les villes et villages alentours. Dans Grenoble, les participants s'attachent également à détailler les quartiers et lieux-dits où ils passent et mesurent : Grenette, Grands Boulevard, Parc Paul Mistral... Cette pratique du micro-capteur embarqué peut s'expliquer par le fait que les participants visaient à relever des écarts, des modifications notoires, des tendances, plutôt que des chiffres isolés. Il s'agissait de tester si "*ça augmente ou ça baisse*" plutôt qu'uniquement si on est au-dessus ou en dessous d'une valeur seuil en temps et en lieu immédiat, analyse rendue possible par la nature même du micro-capteur portatif et connecté au téléphone. Cette pratique est importante car elle se retrouve dans différents contextes de mesure et illustre une spécificité liée à l'utilisation de micro-capteurs individuels : la technologie utilisée permet de rapporter la mesure à soi en tant qu'individu citoyen et favorise ainsi la caractérisation des variations comme élément de ce qui est notable, au-delà de ce qui est simplement perçu. Elle est confirmée par la littérature portant sur d'autres expériences (Gabrys et al., 2016, p. 3).
- La seconde grande classe d'occurrences concerne une autre pratique du micro-capteur, celle de capter des ambiances, c'est-à-dire des mesures sans objectif particulier autre que celui de mesurer les niveaux de particules fines à un instant donné et dans un contexte particulier. Pour ces sessions particulièrement, les participants font des essais, en utilisant des noms à signification très large, tel que les mots "balade", "maison", ou bien "voiture". En revanche certaines situations, fréquentes sur le territoire grenoblois, n'ont été finalement que très peu identifiées. C'est notamment le cas des mesures dans les transports en commun, bus ou tram. Est-ce parce que le micro-capteur était trop voyant et les normes d'anonymat des espaces publics confinés strictes ? Pourtant, ces mesures étaient nombreuses dans le projet Mobicit'Air – en partie peut-être parce que le projet portait sur la mobilité. On peut y voir aussi l'effet de la consigne formulée à demi-mot de mesurer les particules fines dues au chauffage au bois. Globalement les ambiances mesurées sont diverses, depuis le cabinet paramédical jusqu'à la grande surface, en passant par les espaces domestiques tels que la cuisine, le salon, la terrasse, le foyer de ski de fond, le bas des pistes, le télésiège, le cours de grec, la salle de classe, l'entrée de l'école, le gymnase....
- La troisième grande classe relevée concerne la mesure liée à des actions dont on souhaite explicitement tester l'impact en termes d'émissions de particules fines. Un grand nombre de ces expériences sont intéressantes pour le projet CheckBox car en lien avec le chauffage au bois ou la combustion, de biomasse ou non (cuisine, barbecue, incendies, bougie ou encens...).

Pour autant, beaucoup d'expériences concernent l'utilisation d'appareils de chauffage au bois, que ce soient des poêles à bois ou à granulés ou encore des foyers ouverts plus ou moins récents. Ces expériences sont souvent décrites de manière précise à l'aide du champ « nom de session » : « test allumage poêle bois fermé moins de deux ans », « cheminée foyer ouvert allumage par le haut ». Ces noms renvoient à un souci de précisions et de compréhensions de ce qui a été mesuré, précision probablement due à l'accent sur le chauffage au bois du projet. Les participants ont ainsi pu tester en extérieur l'effet de leur poêle sur la terrasse et le balcon ou des émissions de leur cheminée. Mais beaucoup d'entre eux ont aussi réalisé des mesures à proximité de la cheminée de leur voisin ou de celle du foyer de ski de fond.

Comme avec les tags, on retrouve avec les noms de session, la motivation des participants à tester l'impact des véhicules motorisés avec, notamment, des sessions réalisées sur des stations-service au niveau d'une pompe à essence, d'autres portant sur l'allumage de moteurs diesel ou à essence, le démarrage d'une voiture électrique, ou encore sur divers lieux de stationnement de véhicules (garage ou parking). Certains sont allés plus loin dans leurs tests en cherchant à identifier l'impact d'un ou de plusieurs véhicules sur l'air de leur logement (ex : « SMH [Saint Martin d'Hères] intérieur 2 m de la fenêtre, SMH intérieur 3 m de la fenêtre »). Ce dernier exemple illustre la rigueur méthodologique, parfois inconsciente, de certains participants, mais qui émerge de manière récurrente, que ce soit dans CheckBox ou Mobicit'Air. Dans ce cas précis, on peut observer la volonté de tester le périmètre d'impact d'un véhicule en mesurant les niveaux de particules régulièrement en s'éloignant de la source identifiée. Pour d'autres, c'est la répétabilité d'une mesure, notion analytique assez approfondie renvoyant à la démarche proprement scientifique, qui a pu être éprouvée avec des mesures similaires réalisées plusieurs fois par un même participant. Lors de l'évocation en entretien de cette mise en place individuelle et autonome du protocole, les participants ont eu une tendance à se dévaloriser, voire à s'excuser pour leur manque de rigueur scientifique alors qu'en fait, ils en faisaient fortement preuve. Ce comportement peut être interprété comme l'expression de sentiments contradictoires, à la fois une certaine fierté d'avoir été « bon élève » tout en restant humble face à une personne (la représentante d'Atmo AuRA ou le sociologue) représentant la véritable « expertise » et la connaissance. Cela renvoie à l'enjeu beaucoup plus large de la hiérarchie et du statut des savoirs et de ses porteurs, qui dépasse le cadre du projet CheckBox mais mériterait approfondissement dans une autre recherche.

Une autre catégorie d'expériences de type « test » concerne les activités domestiques, telles que le passage de l'aspirateur, le nettoyage de l'animal de compagnie, les anniversaires avec bougies, la raclette, la crêpe party, etc. La consommation de cigarette a également été beaucoup expérimentée avec des sessions réalisées à « la pause clop' » au bureau, ou dans une pièce enfumée lors d'une soirée entre amis. Certains noms de session témoignent d'expérimentations avec les systèmes de ventilation ou d'aération du domicile, parfois bouchés.

Une acuité particulière, apparue au fur et à mesure de l'expérience des participants, est observée concernant les conditions météorologiques. En effet, un nombre conséquent de noms de sessions dépeint des tests réalisés dans des conditions particulières de brouillard, de neige ou de vent. Plusieurs noms de sessions sont explicites sur l'accumulation des différents critères évoqués précédemment : « cheminée par temps de neige », « trajet à vélo sous la pluie », « ciel dégagé, embouteillage avenue Victor Hugo ». Certaines illustrent également des mesures pendant un pic de pollution. Avec seulement une session mentionnant l'odorat, la question de la sensibilité olfactive, second témoignage sensoriel de la pollution, semble moins importer que le visuel (fumée, brouillard, neige, vent, etc.). Pourtant, celle-ci apparaît fortement dans les entretiens (voir section **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Il apparaît que les odeurs alarmantes ne déclenchent pas leur mention dans le nom de session ou bien elles sont peu nombreuses (cela aurait été différent dans des villes proches de raffinerie par exemple). La veille olfactive nécessite en effet dans certaines localités d'autres types de dispositifs avec notamment les réseaux de nez (Charvolin et al., 2015) que des micro-capteurs particuliers dont la sensibilité porte plus sur les fumées et engage plus le visuel.

Enfin, certains ont enchaîné des séries de captation en réalisant plusieurs sessions de mesures d'affilée dont les noms semblent raconter une histoire : « descente à Grenoble, puis balade, puis remontée de Grenoble ». La plus probante est la séquence suivante : « sur balcon allumage poêle venteux, même moment intérieur, extérieur venteux trajet vélo, pendant ce temps dehors sur le balcon poêle allumé depuis une heure, suite combustion et tirage minimum, suite après déconnexion intempestive ». On peut aussi citer cette autre séquence : « intérieur cuisine crêpes party l'huile de coco et pourtant avec la ventilation, intérieur cuisine puis aération de la cuisine après crêpes ; l'huile de coco effet immédiat..., intérieur cuisine lendemain de la crêpe party ». Chaque nom de session est donc propre à l'expérience et l'appropriation de la thématique par le participant.

L'analyse des tags et des noms de session permet de conclure sur l'importance et le rôle de ces deux champs. Ils assurent une complémentarité dans la caractérisation de la mesure et dans la volonté initiale du participant. Ils sont également une ressource précieuse pour le sociologue lors de l'entretien de restitution, source d'informations permettant d'enrichir les échanges. Ces deux rubriques se sont donc avérées plus un outil individuel pour les participants qu'un élément d'analyse et de classification quantitative pour Atmo. Dans l'objectif de développer davantage la notion d'observatoire citoyen,

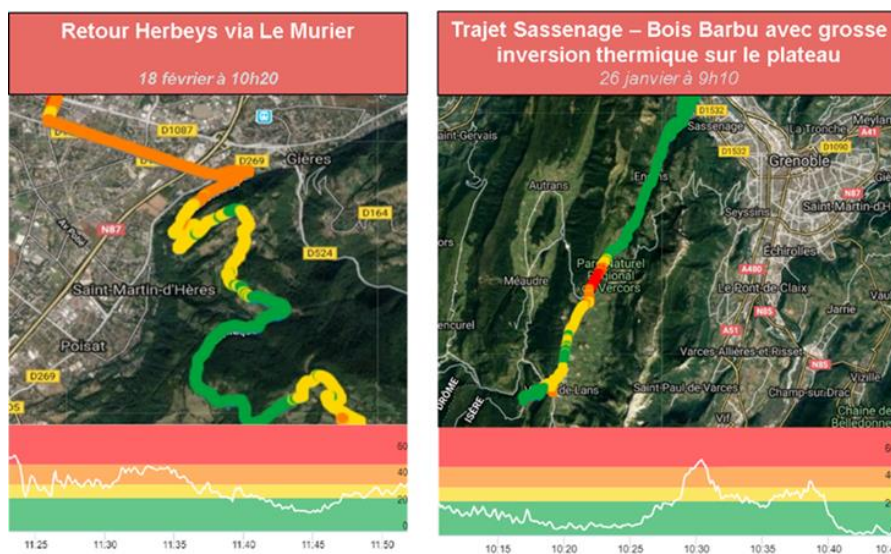
reposant sur des mesures citoyennes a minima standardisées, ce système de qualification des mesures a été repensé et adapté pour les phases 2 et 3.

4.2.1.2.3. *Des mesures pour tester des phénomènes particuliers*

Concernant la variété de contextes de mesures, les participants de la phase 1 peuvent être séparés en deux groupes : ceux qui, dans leur quotidien habituel, ont pu tester une multitude de contextes et ceux qui ont cherché à tester des situations particulières. Pour ces derniers, l'opportunité de disposer du micro-capteur les a poussés à faire des activités de loisirs particulières ou des déplacements spéciaux. Ce sont les noms de sessions ainsi que les échanges lors des entretiens semi-directifs ou de l'événement de bilan qui ont permis de prendre connaissance de ces cas d'usage spécifiques. On peut citer un vol en parapente, les sessions en ski de randonnée ou sur des sentiers de randonnées spécialement choisis pour identifier la couche d'inversion thermique.

Plusieurs participants se sont questionnés sur l'inversion thermique lors de leurs montées sur les hauteurs de Grenoble. Ce phénomène naturel est caractérisé par une stratification de l'atmosphère engendrée par une différence de température et de densité entre la couche basse de l'atmosphère et celle plus en altitude. Fréquent en hiver et particulièrement marqué dans les zones de montagne, l'inversion thermique entraîne une stagnation des polluants dans les fonds de vallées et donc une augmentation des concentrations. Visible à l'œil nu et parfois impressionnante, elle suscite souvent l'intérêt et parfois l'inquiétude des citoyens qui l'observent. L'exemple d'un participant peut être présenté (relaté en entretiens post-mesures – partie 4.4.1) qui emmenait régulièrement ses enfants dans le Vercors pour qu'ils profitent de « l'air pur ». Lors d'une sortie jusqu'à Autrans, il a d'abord observé une diminution des concentrations en lien avec la sortie de la couche d'inversion¹⁷ autour de Saint-Nizier du Moucherotte, avant de retomber dans des niveaux de particules qui remontaient autour de Lans en Vercors et Autrans bien qu'en altitude. Investiguant davantage ces résultats, il est parvenu à associer ces pics à la présence de cheminées en fonctionnement dans tous les petits hameaux alentours, en lien avec la topographie et les conditions météorologiques. Sa vision de « l'air pur » s'en est trouvée modifiée et ses balades avec ses enfants adaptées. Cet exemple illustre, à travers des thématiques annexes et en apparence dissociées, comment l'impact du chauffage au bois peut être abordé facilement par les participants à travers l'association et la confrontation des mesures du micro-capteur avec, notamment, leurs perceptions sensorielles visuelles et olfactives.

La Figure 13 illustre des mesures similaires, réalisées en roulant en voiture vers Villard de Lans (en passant par Lans en Vercors) ou vers Herbey (en passant par le hameau du Mûrier) et qui traduisent des phénomènes d'inversion thermique associés à des panaches de cheminées faisant grimper les niveaux de particules même en altitude.



¹⁷ Lorsqu'un air froid, plus lourd, s'installe au-dessus d'un air plus chaud, une situation météorologique stable, explicable par le contexte géographique.

4.2.2. Phase 2

4.2.2.1. L'exploration individuelle

Pour la phase 2, les participants étaient au nombre de trente-deux, onze sur la zone de Seyssins/Seyssinet et vingt-et-un sur le village d'Herbeys. Concernant l'étape de mesure individuelle, ils ont globalement réalisé moins de sessions de mesure à l'aide de l'Airbeam que ceux de la phase 1. Cela s'observe aussi bien sur le nombre moyen de sessions que sur les chiffres individuels et le nombre maximal de sessions produites. Cela peut être dû à la durée de possession du micro-capteur mobile légèrement plus courte sur ce second terrain, de façon à pouvoir enchaîner avec l'étape d'exploration collaborative. Les participants ont cependant montré la même motivation à tester différents contextes de mesure pour caractériser la pollution particulaire au sein de leur quotidien, aussi bien en air intérieur que dans les rues de leur quartier... Les mesures liées au trafic routier ainsi qu'au chauffage au bois ont également été très nombreuses.

Une autre hypothèse pour expliquer ce nombre de mesures moins élevé est que l'hiver 2020 a été très doux. Or, il a été constaté dans des précédentes expérimentations, et en particulier en vallée de l'Arve (Interreg Alpine Space BB-Clean), que plus les niveaux de pollution étaient élevés, plus les participants augmentaient le nombre de leurs mesures. Ou plus exactement, il est probable que les campagnes de sensibilisation liées aux niveaux de pollution élevés suscitent l'intérêt pour la question et une plus grande présence dans l'espace public et personnel, ce qui amènerait à faire davantage de mesures.

4.2.2.2. L'exploration collaborative accompagnée

Après l'étape d'exploration individuelle, la phase 2 a été l'occasion d'aller plus loin avec les participants en développant une approche collaborative impliquant une méthodologie d'animation et de dynamisation de groupe spécifique. Cette section présente de façon concise les mesures réalisées par les participants de l'étape d'exploration collaborative en lien avec les thématiques d'études choisies collectivement par les citoyens lors de l'atelier de co-conception des études qui étaient les suivantes :

- Seyssins-Seyssinet

Trois sujets ont été mis en avant lors de l'atelier de co-conception, mais seuls les deux premiers ont été investigués :

- 1) Enquête chauffage : l'impact du chauffage au bois à Seyssins-Seyssinet
- 2) Promenade comparative : enquête comparative des différentes zones du territoire, de la voie 21 de l'écoquartier de Seyssins aux berges du Drac
- 3) Prévisions Atmo Auvergne-Rhône-Alpes : comment le micro-capteur peut venir vérifier et compléter les prévisions d'Atmo ?

- Herbeys

Trois sujets ont été mis en avant lors de l'atelier de co-conception et les trois ont été investigués :

- 1) L'impact du chauffage au bois à Herbeys, mythe ou réalité
- 2) La qualité de l'air autour de l'école d'Herbeys
- 3) Comparaison de la qualité de l'air dans les différents Hameaux d'Herbeys

Les sujets ont été proposés parmi d'autres par les participants lors d'une phase ouverte de "brainstorming" ; ont été retenus ceux qui ont été plébiscités. Ils ont ensuite été légèrement reformulés par l'équipe de la Turbine.coop et d'Atmo AuRA, et ont constitué le point de départ des mesures des participants.

Pour répondre à ces problématiques, des plans d'actions détaillés ont été définis pendant l'atelier de construction de protocoles afin que chaque membre participant à l'enquête reparte de l'atelier avec un rôle, un objectif et des mesures bien précises à réaliser avec les micro-capteurs, mobiles et/ou fixes. Le tableau ci-dessous (Figure 14) présente le plan d'action mis en place pour l'enquête sur le chauffage au bois à Seyssins. Des plans d'actions similaires ont été établis pour chacune des thématiques d'enquête collaborative.

Les participants des deux territoires ont eu environ un mois pour avancer dans leur enquête. A partir du 15 mars 2020, la situation sanitaire exceptionnelle a nettement impacté la finalisation des mesures

collaboratives. Dans le temps imparti, les plans d'action définis ont néanmoins été globalement bien respectés et suivis.

Que mesure-t-on ?	Où Précisément	Mobi / Fixi	Nom site	Quand ?	Combien de fois ?	Qui s'en charge ?	Remarques
Mesures des différences entre les types de poêle	devant le poêle, à l'intérieur et à proximité à l'extérieur (dans et hors panache de fumée si possible)	Mobi		à l'allumage du poêle	3 voisins chacun	Xxxxxx XXXXXXXX	Occasion de discuter avec les voisins de l'impact du chauffage au bois. Les retours sont instructifs.
Mesures mobiles pour comparer différentes zones de Seyssins-Seyssinet	sur les zones pavillonnaires identifiées : plaine, ZAC-centre, le village mais aussi sur les berges Drac	Mobi		Mesures à plusieurs synchronisées un soir à différents endroits du territoire	10-15 min en fin d'après-midi 2 ^e semaine	Xxxxxx et XXXXXXXX dans les zones pavillonnaires XXXXXXXXXXXX sur les rues près des berges	Penser à aller voir les prévisions météo et Atmo !
Mesures dans le voisinage pour voir l'impact des cheminées en fonctionnement	aux alentours des maisons voisines une semaine côté rue, une semaine côté jardin	Fixi	Seyssins - centre laboureurs	le soir, le matin, etc		Xxxxx + voisins	
Observatoire citoyen Captothèque déployé dans différentes zones de Seyssins et Seyssine et comparé aux mesures mobiles		Fixi	Seyssins - centre laboureurs	Mesures continues	en continu, enregistrement toutes les 150 s	XXXXXXXXXX + voisins	également dans promenade pour comparaison avec les mesures mobiles
		Fixi	Seyssins - village			XXXXXXXXXX + voisins	
		Fixi	Seyssins - Rampeau			XXXXXX	
		Fixi	Seyssinet - Quirole			XXXXXXXXXX	
		Fixi	Seyssinet - la plaine?				

Figure 14 : Plan d'action pour l'étude collaborative sur le chauffage au bois à Seyssins/Seyssinet en phase 2 (vert : Airbeams de CheckBox, jaune : micro-capteurs stationnaires de la Captothèque)

De nombreuses mesures mobiles ont été réalisées pour alimenter les sujets spécifiques définis par les participants dans leurs protocoles de mesure. Ainsi, la Figure 15 présente quelques exemples de mesures réalisées dans le cadre du questionnaire sur l'impact de la pollution autour de l'école à Herbeys.



Figure 15 : Exemple de mesures réalisées pour caractériser l'air autour de l'école au moment de la dépose des enfants le matin en phase 2



Figure 16 : Exemple de cartographie réalisée dans le cadre de l'enquête « Promenade comparative » sur Seyssins/Seyssinet en phase 2



Figure 17 : Exemple d'une mesure réalisée pour cartographier la qualité de l'air d'un hameau et l'influence du chauffage au bois en phase 2



Figure 18 : Exemples de mesures réalisées pour mieux caractériser l'impact des différents paramètres de chauffe sur les émissions en phase 2

La Figure 16 illustre la cartographie de toutes les mesures réalisées pour mieux comprendre la qualité de l'air dans les différentes zones de promenades et quartiers de Seyssins/Seyssinet. Chacune de ces mailles hexagonales regroupe plusieurs points de mesure réalisés en suivant le protocole défini par les participants.

La Figure 17 montre le protocole rigoureux de quadrillage d'une zone, établi par une expérimentatrice pour mieux appréhender le périmètre d'impact des cheminées dans un hameau du village d'Herbeys. L'objectif était ensuite de comparer cette zone de mesure aux mesures des autres participants, réalisées sur les autres hameaux pour identifier des différences. Enfin, on peut noter la démarche très appliquée mise en place pour tester l'impact des différents paramètres de chauffe sur les émissions produites lors de l'utilisation d'un appareil de chauffage au bois (Figure 18).

Ces résultats sont venus enrichir la plateforme d'échange et ont fourni la base des ateliers de partage prévus pour rassembler l'ensemble des observations et établir des conclusions puis définir ensemble la suite à donner pour les valoriser. Les détails de ces ateliers seront présentés dans la partie « Résultats » sur l'accompagnement.

4.2.3. Phase 3

4.2.3.1. L'exploration individuelle

Dans la phase 3, les participants étaient au nombre de seize (l'un d'entre eux n'ayant réalisé qu'une seule mesure faute de temps), dont quatorze à Annonay Rhône Agglo et deux au Val d'Ay. Ils ont réalisé au total 364 sessions de mesures soit environ vingt-trois sessions par personne sur une période allant de mi-novembre 2020 à début janvier 2021. Les participants ont montré une réelle motivation à tester différents contextes de mesure en particulier autour du chauffage au bois. Il faut cependant noter que, compte tenu de la situation sanitaire ayant imposé un nouveau confinement et un couvre-feu, des mesures dans certains contextes habituels, comme les trajets domicile/travail, ont dû être restreintes. Les participants ont cependant eu la possibilité de réaliser des mesures lors d'épisode de pollution et hors épisode de pollution et ainsi de comparer, à leur propre échelle, l'impact de ces situations.

4.2.3.2. L'exploration coordonnée en distanciel

Dans la phase 3, la seconde étape de mesure collective, à la suite des mesures individuelles, visait à instaurer une dynamique de réflexion collective et à accompagner les participants dans la compréhension de leur environnement et de la pollution présente dans leur environnement. Toutefois le mode de distribution des micro-capteurs par voie postale, les réunions en visioconférence, le souhait des participants de ne pas s'exposer à l'extérieur pour des raisons sanitaires, tout ceci a amené à revoir l'approche des mesures collectives. Ainsi, lors de la réunion du 16 décembre 2020, avec les six participants présents, a émergé la possibilité de définir une « étude » particulière à réaliser de manière coordonnée. Des objectifs de mesures communes ont été définis, avec pour charge à chacun de les réaliser individuellement sans rencontre collective en présentiel.

Deux « études » ont été définies par les participants :

- L'impact des différents appareils de chauffage au bois et les émissions dans différentes conditions d'utilisation en s'appuyant sur les missions pédagogiques proposées sur la Captothèque (Figure 19 et Figure 20).

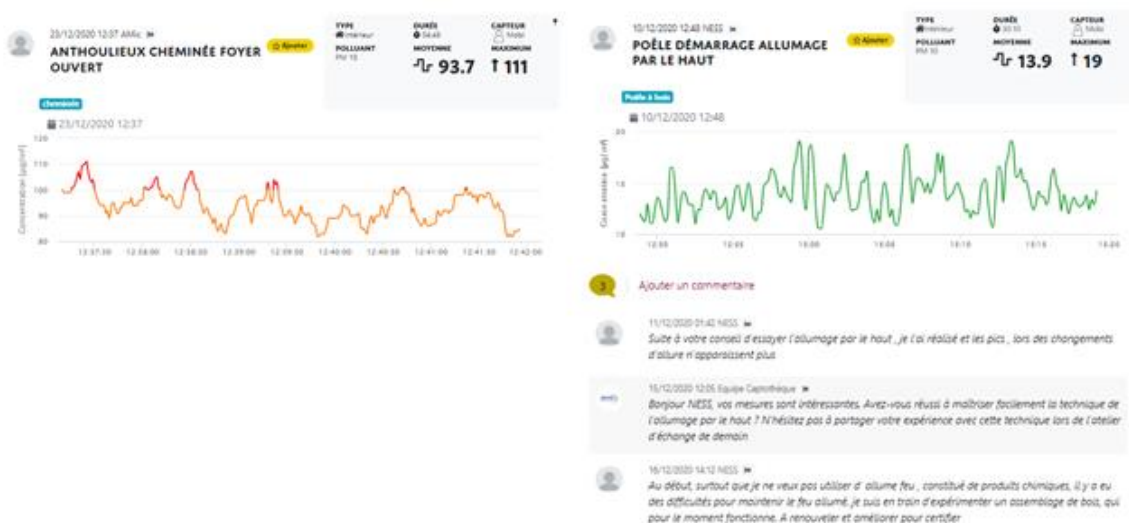


Figure 19 : Exemples de mesures réalisées en intérieur pour comprendre l'influence d'un foyer ouvert ou du mode d'allumage d'un poêle sur l'air intérieur en phase 3

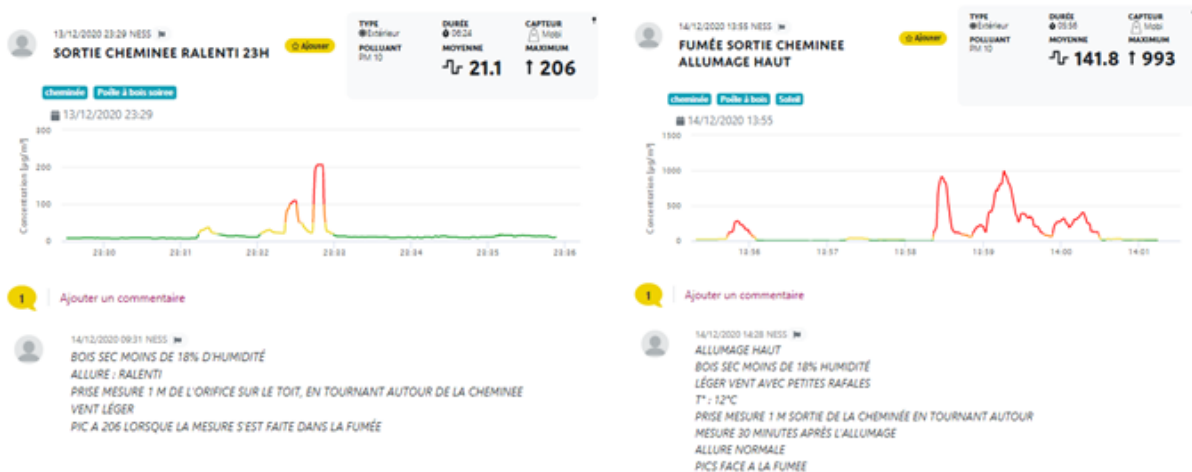


Figure 20 : Exemple de mesures réalisées pour comprendre l'influence d'un poêle sur les émissions extérieures sous différents régimes en phase 3

- L'évaluation de la variabilité spatiale de la pollution (PM) sur un parcours en plusieurs points de mesures qui partait du fond de vallée jusqu'à une zone de plateau d'Annonay afin d'appréhender l'influence des niveaux de concentrations à différentes altitudes, en lien avec la météorologie. Il s'agissait, de plus, d'un trajet régulièrement réalisé par les habitants de ce territoire. Il a donc été décidé de donner le nom de session « plateau/vallée » repris par chaque participant pour ses mesures, de façon à pouvoir les reconnaître sur le site de la Captothèque. D'après les noms de sessions enregistrés finalement sur la Captothèque, ce code a été peu utilisé même si l'étude a bien été suivie, comme cela est apparu lors des échanges pendant les focus groups. Certains ont ainsi réalisé des mesures sur leurs trajets en voiture, en ouvrant la fenêtre et en sortant le capteur alors que le véhicule était en marche tandis que d'autres ont fait des pauses sur le chemin et mesuré par petites sessions en intermittence. L'axe privilégié était Serrières (vallée)-Annonay (plateau). Cette mission a également fait l'objet de controverses autour de la comparaison, étonnante pour certains entre la faible pollution à Chanas, vers l'échangeur autoroutier, et celle à Serrières ou sur le plateau. Un participant a noté le rôle potentiel de la couverture nuageuse dans ces décalages de mesure, un détail que les participants avaient été invités à mentionner dans le titre de leur mesure. Toutefois, les focus group ont montré que cette consigne auto-définie par les participants lors de la réunion du 16 décembre, et qui correspondait à une réalité de terrain (vallée industrielle et plateau peu industriel) n'a pas suscité d'étonnement si ce n'est pour certains, le faible décalage entre le fond de vallée à Serrières, voire à Chanas au bord de l'autoroute, et sur le plateau.

4.2.4. La découverte ou redécouverte de la pollution liée au chauffage au bois au travers des mesures

Comme indiqué précédemment, dans le projet CheckBox, le parti avait été pris de ne pas orienter les participants vers une thématique de mesure plus que vers une autre. En effet, l'expérience de la mesure citoyenne a montré qu'une orientation explicite pouvait braquer certains et les enfermer dans leur a priori. Cependant, des défis individuels et collectifs leur ont été proposés au cours de l'expérimentation lorsque le sujet « chauffage au bois » était évoqué par l'un d'entre eux afin de les inciter à approfondir la thématique. Ainsi, les participants sont arrivés – et ceci est clé – par leur propre cheminement à la conclusion que le chauffage au bois était une source majeure de pollution de l'air aux particules fines. Lors des différents temps d'échange, même pour ceux qui connaissent déjà cet impact du chauffage au bois, le fait de voir les niveaux de particules fines en temps réel et dans leur environnement proche, illustrés par des couleurs vives, leur a fait prendre davantage conscience de ce que cette pollution pouvait les impacter directement.

Comme décrit précédemment, les participants ont, dans un premier temps, choisi d'effectuer des mesures dans leur environnement proche, notamment en air intérieur. C'est ainsi que les premiers essais autour du chauffage au bois ont été approchés : « Je voulais voir l'impact que mon poêle à bois (ou mon poêle à granulés) a sur l'air de mon logement ». Ils ont ainsi testé les concentrations en polluants à l'intérieur de leurs logements au moment de l'allumage de l'appareil, qu'il s'agisse de poêles performants, de poêles

ayant un mauvais tirage, de foyers ouverts, de poêles à granulés (avec des appareils dans la pièce mais également dans des locaux séparés) ou encore lorsqu'ils nettoyaient celui-ci (Figure 21). Comme on peut le constater sur la figure 21, les mesures de chauffage au bois en air intérieur peuvent être parfois élevées ponctuellement et générer des pics impressionnant sur les graphiques. Sur la session « Intérieur avec poêle à bois », on observe en effet une augmentation très importante des concentrations environ 20 minutes après le début de l'enregistrement. Les échanges avec le participant ayant réalisé cette mesure lors des ateliers ont permis là encore de discuter du phénomène observé mais également de préciser les limites de micro-capteurs. La mesure par micro-capteur reste en effet indicative et, si elle permet de comparer différents contextes de mesure et des variations relatives de concentrations, elle ne permet pas de quantifier les émissions d'un appareil ni de conclure à une véritable exposition individuelle à la pollution, ce que seule des mesures réalisées avec des appareils réglementaires permettrait. Ces échanges sont également nécessaires pour aborder les questions d'ordre sanitaire que soulève forcément des mesures comme celles-ci chez les expérimentateurs. L'importance de la durée de l'exposition, en parallèle des concentrations atteintes, était alors rappelée. L'allure des courbes comme celle ci-dessous nommée « session poêle qui ne tire pas au démarrage », ont naturellement orienté les participant vers l'importance de diluer rapidement ces concentrations, en aérant la pièce par exemple.

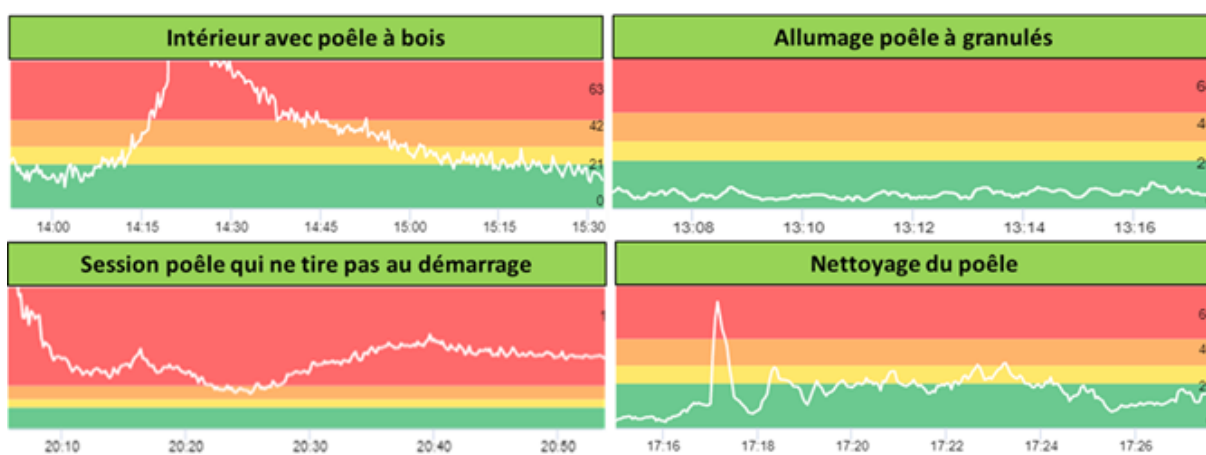


Figure 21 : Résultats de mesure de l'influence de différents chauffages au bois sur l'intérieur d'un logement (données inter-expérimentations Caphothèque sur l'hiver 2019)

Pour certains, l'expérience s'est poursuivie ensuite par des mesures en extérieur pour évaluer l'impact de leur système sur l'air ambiant. De manière surprenante, la prise de conscience de leur propre impact sur l'air extérieur n'a pas été immédiate ni partagée par tous. Pour ceux qui ne se contentaient pas de mesurer en intérieur, le premier réflexe était de tenter de « mesurer l'impact de la cheminée de leur voisin » sur l'air ambiant du quartier. Pour ceux-ci, ils ont évalué la direction du vent, certains sont montés sur le toit tandis que d'autres encore passaient le capteur par le velux, avec leur cheminée éteinte. N'allant pas jusqu'à la dénonciation de l'autre, cette démarche illustre une certaine difficulté de chacun à envisager son rôle personnel dans la pollution de l'air ambiant lors de l'utilisation de son propre poêle. Les quelques participants qui ont eu cette approche de remise en question individuelle (allant jusqu'à mesurer au niveau d'un velux ou en sortie direct de leur cheminée sur le toit) ont pu observer un impact significatif avec des niveaux parfois extrêmement élevés. Ils replaçaient cependant souvent ceux-ci dans le même cadre que les niveaux élevés issus de la cuisine et s'interrogeaient alors beaucoup sur les impacts sanitaires des différents composés présents dans cette masse de particules.

La Figure 22 présente des zooms sur différentes mesures réalisées par des participants des projets de la Caphothèque (principalement BB-Clean et CheckBox) au cours de l'hiver 2019. Il peut clairement être observé que les participants ont cherché à identifier l'influence des chauffages au bois sur l'air extérieur à différentes heures de la journée (à l'allumage le matin, le soir en se baladant dans leur quartier, ou encore directement à la sortie de leur conduit).



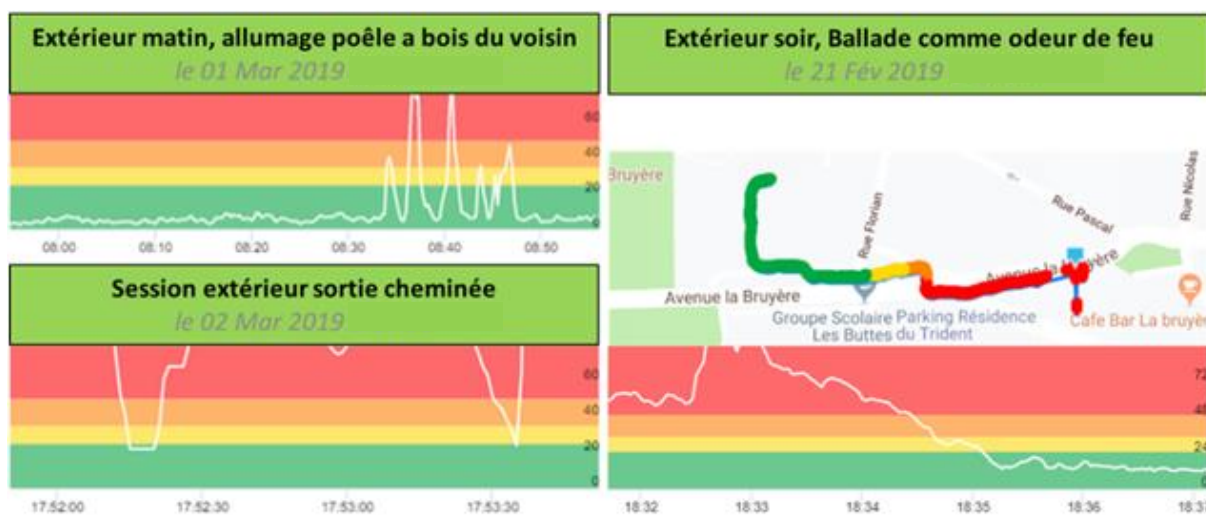


Figure 22 : Exemples de mesures réalisées par les citoyens autour de l'utilisation de chauffage au bois (données inter-expérimentations Captothèque sur l'hiver 2019)

Dans l'appréhension de la problématique, certains se sont emparés du sujet en testant différents types d'allumage des foyers. La comparaison entre l'allumage par le bas, traditionnellement pratiqué en France, et l'allumage nordique par le haut a également été effectuée par nombre d'entre eux. Après des écueils plus ou moins importants, les participants semblent tous convaincus des bénéfices à pratiquer ce dernier en termes d'émissions extérieures de particules fines.

Après avoir constaté l'impact du chauffage au bois sur la qualité de l'air extérieur, certains participants comprennent l'intérêt de la Prime Air Bois, mais ne comprennent pas pourquoi des aides ne sont pas également apportées pour changer un vieux système pour un autre type d'énergie. Ils sont en tout cas nombreux à être interpellés par l'absence de législation en matière d'utilisation des chauffages au bois, par le manque de contrôles comme c'est le cas pour les chaudières à gaz ou au fioul, ainsi que par le rôle à donner aux professionnels de la filière, notamment les ramoneurs et les installateurs de systèmes. Les disparités en termes de réglementation entre les différents pays voisins, notamment entre la France et la Suisse, ont également interpellé les participants en restitution finale.

4.3. Retour d'expérience sur l'accompagnement technique

4.3.1. L'animation

Cette section précise les différents formats et modes d'animation employés tout au long du projet en vue de tirer des enseignements sur les points forts et les limites de chacun d'entre eux.

4.3.1.1. La formation : une étape clé vers la découverte individuelle

Au cours des différentes phases du projet, plusieurs stratégies de formation des participants aux différents outils techniques du dispositif ont été testées. Elles présentent toutes des avantages et des inconvénients.

Pour les phases 1 et 2, des séances de formation collectives ont été réalisées (Figure 23). Elles visaient à présenter le projet CheckBox, à former à l'utilisation du micro-capteur et de la plateforme Captothèque, à favoriser les échanges inter-participants, à développer l'entraide et à comprendre les motivations des participants tout en optimisant les temps de personnel.

Pour la phase 1, les deux sessions de formation collectives ont été l'occasion pour les participants présentant des profils sociologiques différents (technophilie, situation professionnelle, rapport à la qualité de l'air, âge...) de ressentir un sentiment de constituer une communauté et de participer à un temps d'échange et de partage, les plus technophiles aidant les moins technophiles, tout le monde progressant ainsi en même temps, des petits groupes échangeant sur leurs projets de mesure ou leur questionnement autour de la qualité de l'air. Au cours de cette phase, une seule personne (Femme, 68 ans, retraitée) a eu besoin d'une formation un peu plus longue à l'issue de la session collective, plutôt par confort personnel et une volonté de bien faire que par réelle nécessité. Au cours d'une de ces séances, un des participants (Homme, 73 ans, retraité) est arrivé avec une démarche d'opposition vis-à-vis de la

pollution de l'air liée au chauffage au bois en disant « Je vais vous montrer que ce n'est pas le chauffage au bois qui pollue et puis il va falloir m'expliquer comment ça marche votre capteur parce que moi j'ai travaillé avec des lasers alors vous me la ferez pas à moi ». Le sujet du chauffage au bois a ainsi été abordé, dès le début de l'expérimentation par un des participants et non par l'équipe projet, challengeant ainsi les autres participants et les incitant à approfondir la thématique de leur côté pour vérifier ou infirmer ses propos. Les motivations des autres participants sont apparues très variées et principalement associées à des notions comme l'envie de se faire sa propre idée, de contribuer et d'aider à la surveillance de la qualité de l'air, de mesurer son exposition personnelle à la pollution, de comprendre son impact sur la santé.



Figure 23 : Atelier de formation lors de la phase 1

Ce format d'atelier a également permis à l'ensemble des participants de prendre connaissance des informations nécessaires à l'utilisation en autonomie des différents outils constituant le dispositif de mesure individuelle. L'assistance par mail ou téléphone proposée à la suite de cet atelier n'a été nécessaire que pour quelques-uns d'entre eux (trois ou quatre personnes) qui rencontraient des problèmes ou du fait de l'oubli de certains éléments techniques.

Lors de la formation, aucune présentation formelle sur le sujet de la qualité de l'air n'a été réalisée, et ce volontairement afin de laisser les participants découvrir et explorer le sujet par eux-mêmes de façon à pouvoir approfondir les différentes thématiques et aborder les questionnements lors des ateliers d'échange ou de bilan. Le besoin d'introduire un peu plus la thématique, notamment concernant la définition d'une particule fine, a néanmoins été exprimé par plusieurs personnes dès les temps de formation et pris en compte pour les autres phases du projet.

Dans la phase 2, des séances semblables se sont déroulées sur les deux terrains d'expérimentation. Sur Herbeys, où les participants se connaissaient tous, les deux séances se sont déroulées dans une ambiance très conviviale où les participants, de profils très variés, allant de la jeune maman aux retraités pas toujours familiarisés avec la technologie, prévoient déjà de s'entraider autour d'un verre avant même le début des séances. Sur Seyssins/Seyssinet, les profils étaient également variés, de jeunes actifs ne circulant qu'à vélo jusqu'à des retraités, mais globalement tous davantage familiarisés avec la technologie, la proximité et la prise de contact au travers de La Turbine.coop ayant sans doute favorisé ce type de profil. Bien que les participants ne se connaissent pas tous en arrivant à l'atelier, une proximité entre les membres du groupe s'est également rapidement établie.

Dans la phase 3, l'amélioration du dispositif, la situation sanitaire et la transposition sur un territoire éloigné du pôle d'Atmo AuRA ont nécessité une adaptation du format de l'atelier de formation. L'utilisation d'un guide de démarrage en format papier et la tenue d'un atelier en visioconférence (mi-novembre) présentant le projet et expliquant les fonctionnalités principales du dispositif technique ont pu ainsi être testées. Les profils des participants étaient variés et les échanges sur leurs motivations et leurs questionnements ont été riches malgré le mode distanciel. Les tutoriels imprimés ainsi que l'atelier sur les fonctionnalités ont permis une bonne prise en main du micro-capteur. Les participants ont pratiquement tous réussi à être autonomes à l'exception de quelques-uns pour lesquels un accompagnement par téléphone a été nécessaire. A noter que certains des participants de cette troisième phase ont, malheureusement, rencontré des problèmes avec l'application (indépendants de leur utilisation, liés à un défaut de mémoire de l'application et à un conflit avec l'application TousAntiCOVID) et cela a pu restreindre certains dans le nombre de mesures réalisées. Cela n'a pour autant pas freiné les participants motivés à tester différentes sources et contextes de mesures.

Le format collectif de ces séances de formation est donc jugé pertinent pour instaurer une dynamique de groupe et un engagement au projet et n'a engendré, pour aucune des trois phases, de besoin supplémentaire de la part d'Atmo en termes de support technique.

4.3.1.2. Le dialogue : de la découverte individuelle vers les échanges collectifs

Comme mentionné à différentes reprises, l'accompagnement des participants dans leur appropriation de la mesure de la qualité de l'air est nécessaire pour leur permettre d'interpréter leurs mesures dans un contexte optimal. Les ateliers proposés à la fin ou au milieu de la période de mesure peuvent remplir cette fonction tout en permettant d'apporter de la connaissance et de développer la dynamique de groupe initiée lors de la formation. Sur l'ensemble des phases du projet, et ce constat est valable sur l'ensemble des projets de prêt de micro-capteurs citoyens menés par Atmo AuRA, ces ateliers ont séduit les participants. Les échanges avec d'autres participants et experts leur ont permis de développer de nouvelles idées de mesures et de contextes à tester, d'échanger sur les astuces et pratiques concernant le chauffage au bois et de partager leur expérience de la mesure. C'est aussi lors de ces temps d'échange qu'ils ont, pour beaucoup d'entre eux, découvert la stratégie de surveillance de la qualité de l'air à l'échelle nationale ou régionale et le rôle de ses différents acteurs (AASQAs, collectivités, réglementation...).

En phase 1, l'atelier de formation a été l'unique séance collective d'échange et a également servi de bilan pour les participants. L'intervention d'un élu de GAM a permis de faire le lien avec les actions en faveur de l'amélioration de la qualité de l'air mises en place sur le territoire de la métropole, et de témoigner de la forte volonté de renforcer l'implication des citoyens du territoire sur cette thématique.



Figure 24 : Echanges avec les experts d'Atmo AuRA autour des questionnements des participants à la sortie de la découverte individuelle

En phase 2, la thématique du chauffage au bois, bien que n'étant pas le seul sujet discuté, est spontanément et notablement ressortie des échanges, avec la présentation de mesures en intérieur et en extérieur et grâce à leur valorisation par les participants eux-mêmes, qui prenaient plaisir à les commenter. Ces temps d'échanges (Figure 24) ont été renforcés par un moment de « brainstorming » visant à initier les premières réflexions sur des enjeux thématiques d'étude collaboratives.

En phase 3, l'atelier d'échange, en visioconférence, a permis, comme pour les phases précédentes, de répondre aux questionnements des participants sur leurs mesures et l'interprétation qu'ils pouvaient en faire. La tenue de cet atelier au milieu de l'étape de mesure individuelle a également permis aux participants de poursuivre leur mesure avec des informations enrichies, de nouvelles idées de mesures, des éléments clés d'interprétation, ce qui avait pu manquer aux participants des phases précédentes pour qui les échanges avaient eu lieu à la fin de l'expérimentation individuelle. En amont de l'atelier, il avait été proposé aux participants d'indiquer sur un forum dédié sur la Captothèque les thématiques qu'ils souhaitaient aborder ainsi que leurs questionnements spécifiques. Les questionnements autour de la pollution de l'air par le chauffage au bois ont, là encore, émergé plus particulièrement et ce sujet a ainsi pu être abordé sous différents angles tout au long de l'atelier : part des émissions de particules fines de ce secteur sur le territoire, contradiction entre les bénéfices de ce mode de chauffage en termes d'émissions de gaz à effet de serre et son impact significatif sur la qualité de l'air, bonnes pratiques pour une utilisation plus propre des appareils... A l'inverse des terrains grenoblois, peu de questionnements spécifiques au territoire ont été abordés lors de cet atelier sur le territoire d'Annonay. Cette différence



est intéressante à souligner et peut s'expliquer par la perception moindre de la pollution de l'air sur le territoire par les citoyens qui ne favorise pas les questionnements, parfois virulents sur des thématiques territorialisées comme des zones à enjeux spécifiques (zone d'activité industrielles, proximité d'autoroute...). Une autre hypothèse pourrait être l'intensité et la prégnance de l'action publique, ou encore la cohérence territoriale mais il ne nous est pas possible de le déterminer....

Bien que moins conviviaux et moins participatifs, les ateliers d'échange en visioconférence ont permis d'inclure des personnes qui souhaitent optimiser leurs déplacements et la gestion familiale, par exemple. Répondant aux enjeux sanitaires imposés depuis mars 2020 et dans un objectif d'optimisation des déplacements et des temps personnels, ce format d'atelier d'échange en visioconférence est utilisé régulièrement dans le cadre du déploiement du service Captothèque par Atmo AuRA sur les différents territoires partenaires. La situation sanitaire a ainsi accéléré le processus de déploiement dématérialisé du dispositif Captothèque, favorisant sa diffusion par Atmo AuRA sur des territoires éloignés de ses pôles.

La réussite et le succès de ces ateliers d'échange collectifs auprès des participants permettent d'illustrer le besoin de dialogue et de partage autour des questionnements avec des éléments de mesure à l'appui. Ils sont également nécessaires pour recontextualiser les mesures des citoyens dans le cadre plus large de la surveillance de la qualité de l'air et ainsi leur donner tous les éléments pour monter en compétence sur la thématique et pour interpréter leurs mesures au mieux.

4.3.1.3. La co-construction : vers des études collaboratives

En phase 2, un mode collaboratif a été testé afin d'étudier l'impact de la dynamique de groupe sur l'appropriation de la thématique par les citoyens. Pour cela, un atelier spécifiquement dédié à la construction des études collaboratives a été proposé aux participants afin de construire ensemble le protocole de mesures collaboratives autour des sujets mis en avant lors de l'atelier d'échange. Sur les deux territoires, seule la moitié des participants a pu se rendre disponible pour ces ateliers complémentaires, bien que tous aient indiqué leur volonté d'y participer.

La stratégie d'animation mise en œuvre lors de cet atelier visait à susciter la constitution de groupes et l'émergence de problématiques de mesures décidées collectivement. Il s'agissait ainsi de susciter le développement d'une dynamique de groupe de façon à observer son impact sur l'engagement des équipes. Mobilisant les ressources du Design de service et leur expérience des ateliers collaboratifs, La Turbine et Atmo AuRA ont proposé des séances où alternaient échanges entre pairs, travaux pratiques créatifs et transferts de compétences. Cette mise en capacité par le groupe a permis aux utilisateurs, au fil des sessions, de formuler leurs envies de mesures collectives locales et d'élaborer ensemble un protocole de mesure. Cette appropriation a rendu possible pour chacun de se sentir concerné et de s'investir dans la réalisation de mesures sur le terrain, en lien avec le thème d'enquête de son choix. Les quelques personnes qui n'ont pas participé ont néanmoins indiqué que c'était par manque de temps mais qu'elles étaient intéressées à suivre les échanges. Lors du co-développement du protocole (Figure 25), les participants se sont organisés de façon à se répartir les mesures à des heures ou sur des lieux décalés ou en se donnant rendez-vous pour des mesures synchronisées. Cette adhésion et cet engagement valident l'approche qui pourrait néanmoins être allégée en condensant le dispositif et en réduisant le nombre de séances.



Figure 25 : Tables rondes thématiques lors de la phase 2

En phase 3, des sujets de mesures collectives avaient également émergé lors de l'atelier d'échange. Cependant, la crise sanitaire et ses restrictions ne permettaient pas d'envisager la conception et la mise en place de vrais protocoles de mesures collaboratives et synchronisées, comme en phase 2. Les mesures collectives se sont donc davantage tournées vers des thématiques d'intérêt pouvant être explorées par chacun de façon individuelle puis partagées ensemble sur la plateforme ou lors d'un temps d'échange ultérieur.

Comme illustré dans la partie « L'exploration coordonnée en distanciel », la thématique de la pollution de l'air par le chauffage au bois ainsi que celle de la variabilité spatiale de la pollution entre le fond de vallée et les hauteurs du plateau ont été investiguées par les participants. Ces mesures ont fait l'objet d'échanges intéressants lors des focus group. En complément de la mesure individuelle, le mode collaboratif permet d'aller plus loin en favorisant les échanges, en se sentant appartenir à un groupe, en se rassurant, en coordonnant les mesures... Pour cette démarche, le présentiel est, de fait, à favoriser.

4.3.1.4. Le bilan : une étape essentielle

A la fin de la période de prêt du micro-capteur, et donc d'expérience de la mesure de la qualité de l'air par les citoyens, il est nécessaire de conclure l'expérience afin d'une part, de ne pas frustrer les participants (sentiment d'un projet inachevé), et d'autre part, pour les rassurer sur la finalité de leur participation (ils n'ont pas fait cela pour rien). Pour le projet Mobicit'Air, et dans le projet BB-Clean également, des temps d'échange individuels ont permis de répondre en partie à ce besoin de bilan. Dans un objectif d'optimisation des temps de personnel en vue d'un déploiement massif de ces prêts de micro-capteurs citoyens, ces temps de bilan et de clôture doivent être pensés en mode collectif.

En phase 1, ce bilan s'est réalisé lors de l'atelier d'échanges et a permis aux participants, comme indiqué précédemment, de partager leurs expériences et de poser toutes leurs questions.

Pour la phase 2, un dernier atelier avait été conçu afin de rassembler l'ensemble des observations et des conclusions des participants à l'étape d'exploration collaborative afin d'étudier ensemble comment valoriser le travail effectué et les actions pouvant en découler. La crise sanitaire liée au Covid-19 et le confinement associé n'ont pas permis la tenue de ces ateliers, de la même façon qu'elle a contraint à l'annulation des focus groupes prévus dans le cadre de l'approche sociologique. Cette situation a entraîné une baisse d'activité de la part des participants, mais certains ont tout de même prolongé leurs prises de mesure.

Un petit exercice en ligne leur a donc été proposé afin de pallier ce temps d'échanges final. Prenant la forme d'un questionnaire de type 'travaux dirigés', cet exercice était à réaliser directement sur la Captothèque et visait à aider les participants à s'interroger sur leurs mesures et à les analyser. Cet exercice comprenait les sessions de mesures effectuées dans le cadre des différentes enquêtes, sous la forme de cartes ou de graphiques ainsi que de questions qui permettaient aux participants de se poser les bonnes interrogations. Cependant, la situation sanitaire a beaucoup perturbé leur motivation à interagir en distanciel et peu de personnes ont répondu à ces questionnaires malgré les relances par mail, sms et téléphone (en notant qu'elles étaient également sollicitées à remplir des questionnaires de retours d'expériences pour la partie sociologique auxquels moins de la moitié a répondu).

Lors des échanges téléphoniques, il a cependant pu être constaté que les participants étaient en attente de rencontres en présentiel pour aller jusqu'au bout de leur démarche de découverte de la mesure et monter en compétence sur la thématique. Malgré le contexte sanitaire singulier et l'arrivée des grandes vacances, un dernier temps d'échange a finalement pu être organisé en juillet, rassemblant plus des trois quarts des participants d'Herbeys et de Seyssins/Seyssinet (Figure 26). Cela a permis de finir sur une note conviviale et de partager les retours d'expérience dans un mode d'animation mouvant et participatif. Les participants ont ainsi pu échanger sur leurs apprentissages, sur les avantages d'un tel mode de participation pour eux et pour la qualité de l'air ou sur les actions à mener en sa faveur. Ces échanges ont confirmé la pertinence d'un tel dispositif de prêt de micro-capteurs citoyens par des experts mais ont également mis en avant une certaine frustration, liée à l'interruption prématurée de l'expérience due au confinement, aux niveaux relativement faibles mesurés au cours de cet hiver particulier ou encore à la prise de conscience accrue de la complexité de la thématique dont la découverte et l'approfondissement apportent toujours davantage de questionnements... Les participants présents ont également exprimé leur volonté de continuer à mieux comprendre et de pousser citoyens et décideurs à s'emparer de la problématique. Le mode collaboratif a permis d'accroître le sentiment que chacun doit déjà agir à son échelle mais également qu'il y a des messages et des actions à faire passer de manière collective pour



pouvoir aller plus loin et lutter ensemble contre la pollution de l'air. Le message qui est clairement ressorti à l'attention des décideurs mais aussi des citoyens était : « Emparez-vous concrètement de la question de la pollution et agissez ! »



Figure 26 : Atelier Regards croisés lors de la phase 2

Pour la phase 3, ce bilan a pris la forme d'un focus group animé par les sociologues du projet avec la présence de l'ALEC 07 afin de faire le lien vers la mise en place d'actions. Comme pour les autres phases, ce moment a permis aux participants, en plus des apports sociologiques, de se retrouver une dernière fois et de conclure l'expérience dans l'échange. Une rencontre en présentiel aurait permis de rendre le moment plus convivial comme cela a été apprécié lors des phases précédentes.

L'expérience différente des trois terrains illustre l'importance, dans le cadre d'une étude de ce type, de conclure l'expérience des citoyens par un moment convivial et riche en partage. C'est l'occasion pour la plupart des participants de poser leurs dernières questions, s'ils en ont, et surtout d'établir une communauté de personnes qui « agissent » vraiment ou de faire partie d'un projet d'intérêt commun.

4.3.2. La plateforme web et l'application Smartphone

La plateforme a permis aux participants des différents territoires de comparer leurs mesures à celles d'autres citoyens. L'analyse sociologique a déjà abordé l'enjeu d'appropriation de cette plateforme qui semble dans un premier temps ne pas avoir été utilisée autant qu'il avait été envisagé – tout comme la plateforme n'avait été que peu utilisée dans Mobicit'Air en 2016. Cependant, le système décousu d'une application Aircasting et d'une plateforme Atmo AuRA n'était pas le plus incitatif. Les participants ont indiqué en entretien qu'ils seraient davantage enclins à consulter les résultats une fois le micro-capteur rendu, afin de voir ce qui avait été fait par d'autres et s'il y avait une différence avec l'avancée de l'hiver et l'approche du printemps. Le partage de cette plateforme entre les différents territoires d'expérimentation a également suscité l'intérêt affirmé des participants grenoblois pour des ateliers thématiques ou des workshops proposés sur les autres territoires.

Les nouvelles fonctionnalités offertes par la nouvelle version de la Captothèque sont allées dans le sens d'une simplification tout en offrant un élargissement (3.2.2.1). Les phases 2 et 3 ont ainsi été l'occasion de tester la prise en main de ces outils :

- Le processus d'inscription à une campagne et de réservation d'un micro-capteur a été largement amélioré mais pourrait encore être fluidifié.
- Le processus d'appairage du micro-capteur avec le téléphone a été simplifié et mieux accompagné. Cela a souvent permis une meilleure prise en main du dispositif.
- La visualisation des données uniquement sur la plateforme, une fois la mesure réalisée, a favorisé et accru la consultation des mesures des autres participants et les échanges par rapport à la phase 1.
- Le système de commentaires et de groupes de discussions entre utilisateurs de la plateforme a permis de générer des conversations sur la plateforme, mais moins qu'attendu (faute de notifications notamment).

Le dispositif technique s'est ainsi révélé simple d'utilisation et prometteur pour une diffusion à grande échelle par le biais du dispositif Captothèque d'Atmo AuRA. Le design soigné de la plateforme et l'utilisation d'une application Smartphone pour l'enregistrement des données et leur visualisation en temps réel introduisent une composante ludique dans les sessions qui renforce l'adhésion au dispositif.

Il faut néanmoins souligner que pour certaines personnes, un travail de médiation numérique reste nécessaire pour leur permettre de prendre en main les outils. La mauvaise maîtrise du téléphone mobile peut être un premier frein (comme cela a été constaté dans toutes les phases), surtout avec l'hétérogénéité des versions du système d'exploitation Android installé sur les téléphones des utilisateurs. A noter que la différenciation application mobile / plateforme web n'est pas toujours comprise non plus.

4.3.3. Le rôle d'un relais local

La gestion du dispositif en distanciel a montré son efficacité pour permettre une partie opérationnelle autonome du point de vue technique et qualité de l'air. Cependant dans certains cas, un relais local pourrait venir compléter le dispositif, notamment pour favoriser le recrutement de publics cibles mais également dans la mise en place d'actions et de bonnes pratiques pour donner suite à leur expérience. C'est le rôle qu'a joué l'ALEC 07 dans la phase 3, en diffusant la communication à ses réseaux. Le recrutement ciblé aurait pu aller plus loin comme cela a été le cas en phase 2 avec l'ALEC 38 qui avait identifié des quartiers avec une importante part de chauffage au bois : distribution de tracts dans les boîtes aux lettres, prise de contact avec les conseils syndicaux avec lesquels l'ALEC travaille ou encore identification de zones avec des public potentiellement concernés mais plus précaires...

En complément, l'ALEC 07 a permis aux participants de disposer d'un relais en capacité de répondre aux questions couplant qualité de l'air intérieur et habitat (renouvellement d'air, équipement performant...). Le relais local peut également être intéressant pour favoriser les actions et les bonnes pratiques une fois le participant conscient des enjeux. Lors des différentes phases, de nombreux participants se sont ensuite tournés vers l'ALEC 07 pour être mieux orientés dans leurs choix en matière de chauffage, sur les bonnes pratiques à avoir. L'implication de l'ALEC 07 directement dans la phase 3 de CheckBox a clairement fait remonter ce besoin, et l'agence réfléchit désormais à des actions et à l'accompagnement supplémentaire qu'elle pourrait apporter aux participants. Les conditions sanitaires n'ont pas permis de mener l'animation autour du chauffage au bois au terme de ce qui avait été envisagé mais les retours d'expérience montrent néanmoins que ces animations vont dans le sens de la demande des citoyens.

Le rôle d'un expert qualité de l'air reste indispensable notamment pour la vérification continue du matériel, pour la recontextualisation des conclusions et des interprétations et, plus largement, afin de répondre aux questionnements spécifiques et territoriaux des participants.

4.4. Analyse sociologique des retours d'expériences

Cette section présente les ressentis et les retours des participants des trois phases concernant les mesures réalisées et leur utilisation des différents services (micro-capteur, application mobile, données, carte collaborative, plateforme web). Elle traite de leur vécu de cette expérimentation, du contact rapproché avec la mesure et avec la pollution de l'air ambiant notamment en période de pic de pollution. En effet, l'expérience de la mesure a eu des impacts sur les représentations des participants, leurs connaissances et leurs pratiques, que nous présentons ci-après.

Selon les phases, ces retours d'expérience ont été identifiés et relevés via différents outils sociologiques présentés dans le chapitre 2.2 : les entretiens individuels semi-directifs, des questionnaires post-expérimentations et des focus groups.

- Les entretiens individuels semi-directifs (phase 1). Ces séances de restitution individuelle en face-à-face dans les locaux d'Atmo AuRA à Grenoble visaient à interroger les participants sur leurs expériences de mesures, leurs surprises, leurs apprentissages ainsi que sur les impacts sur leurs pratiques, et également à répondre à certaines de leurs interrogations (avec les experts d'Atmo AuRA). Du point de vue des participants, ces séances d'échanges ont été fortement appréciées et jugées nécessaires. Pour Atmo AuRA également, ces temps d'échange se sont avérés utiles pour revenir sur certains questionnements suscités par les mesures, aider les participants dans l'interprétation des résultats, obtenir des avis sur les différents outils et services proposés, mais également pour obtenir davantage d'information sur des sessions intéressantes mais parfois mal qualifiées. Ces séances ont également été l'occasion de rediscuter des conclusions des participants, parfois erronées, souvent partielles, et de repréciser certains éléments techniques et scientifiques nécessaires à la bonne interprétation des mesures. Par exemple, un participant a déclaré « *je n'aère plus en pic de pollution car c'est plus pollué à l'extérieur* », bien que les sessions de formation aient bien mis en avant le fait que le micro-capteur ne mesure que les particules fines et pas tous les polluants. C'était ainsi l'occasion d'échanger sur les problématiques de

qualité de l'air de manière plus générale et de réexpliquer les limites des mesures effectuées par les participants.

- Les questionnaires post-expérimentation (phases 2 et 3). En phase 3, un questionnaire complémentaire aux focus groups a été envoyé aux participants de la région d'Annonay pour récupérer leurs retours d'expérience sur les aspects identifiés dans les autres phases (effets des mesures, perception des sources de pollution, impacts sur les représentations et les pratiques). En plus des huit réponses obtenues par mail, ceux qui n'ont pas répondu ont été recontactés et questionnés par téléphone.
- Les focus group (phase 3) : des focus group étaient prévus en phases 2 et 3. En phase 2, ceux-ci n'ont pas pu être organisés du fait de la situation sanitaire liée à l'épidémie de COVID 19. La dynamique collective instaurée tout au long de cette deuxième phase s'est tout de même manifestée lors de l'atelier bilan « regards croisés ». A la fin de la période de mesures de la phase 3, deux focus group ont été organisés, chacun d'une durée de deux heures. Ceux-ci ont permis de constituer un nouveau temps d'échange collectif complémentaire à l'atelier dialogue ayant eu lieu en distanciel, et ainsi faire discuter des personnes qui, du fait des restrictions sanitaires liées à l'épidémie de Covid, n'avaient pas pu se rencontrer autant que prévu, tout en leur posant des questions d'intérêt pour les sociologues. Le but était de faire le bilan des approches à la fois individuelles mais aussi collectives des différents temps de l'expérimentation en phase 3. Les participants n'ont pas seulement répondu aux questions qui leur étaient posées mais, comme lors des ateliers d'échange, ont aussi parlé entre eux, s'échangeant des informations notamment sur les avantages et les mécanismes des poêles à granulés, le mode de distribution des granulés, les fournisseurs et leurs mesures... Les focus groupes ont également été l'occasion pour l'ALEC 07 de répondre à quelques questions sur les aspects chauffage et énergétiques, à défaut de pouvoir organiser un temps spécifique à cause des conditions sanitaires.

Pour ces trois outils sociologiques, les grilles de questions ont été structurées de la même manière afin de permettre une comparaison d'une phase à l'autre. Il s'agissait principalement de questionner les participants sur les perceptions de leurs expériences, de leurs mesures, les surprises, mais aussi les interactions avec le micro-capteur et l'application. Il est très vite apparu que les relations au micro-capteur et à la mesure avaient une dimension subjective, tant dans le changement de comportement que la mesure suscitait ou l'apprentissage qu'elle nécessitait pour être correctement interprétée. Cette partie aborde les éléments personnels ayant guidé l'inscription des participants dans le dispositif CheckBox. Comment les trois groupes analysés se comparent-ils en ce qui a trait à leurs relations à la qualité de l'air ? Leurs niveaux d'intérêt pour la technologie utilisée ici, leurs perceptions de leur propre connaissance en matière de qualité de l'air, leur gêne vis-à-vis de la pollution et leur perception de son impact sur la santé ont été comparés. Qu'ont-ils ressenti ? Comment ont-ils vécu l'expérimentation et la prise de mesures de la pollution ? Quels ont été les impacts sur leurs pratiques, leurs niveaux de connaissance, leurs représentations sociales relatives à la pollution et leur communication aux autres ? Comme cela a déjà été dit, les participants ne sont pas représentatifs de la population générale, mais qu'en est-il au regard des catégories recensées dans la revue de littérature ?

Trois attitudes générales ont été identifiées au sein des participants :

- i) Celle d'être démuni face aux constats des mesures et des actions possibles à mettre en place pour améliorer la qualité de l'air ;
- ii) Celle d'une réappropriation active de la mesure où les participants se promeuvent en actants à la fois sur certaines pratiques et sur la communication aux autres, en dehors du projet ;
- iii) Une attitude de dénonciation devant l'injonction intenable de la responsabilité individuelle alors que le problème est collectif (Bickerstaff et al., 2002).

Ces trois attitudes se retrouvent chez les enquêtés, la troisième souvent associée à la première.

4.4.1. Une mesure subjective

Il n'est pas possible de généraliser au-delà de notre projet, des expériences que les participants ont vécues comme fortement liées à leur ressenti subjectif et leur investissement personnel, et qu'ils considéraient comme librement consenties. Pour autant, parmi les participants, on peut repérer des tendances.

Ainsi, en ce qui concerne le ressenti, l'odorat prend, dans le cadre du chauffage au bois, un rôle prépondérant : « *Le nez est un super outil ! Il dit tout de suite s'il y a de la pollution et à chaque fois que j'avais une odeur, je pouvais confirmer avec le capteur qu'il y avait effectivement des particules* ». Soit

l'odorat est confirmé par la mesure, soit au contraire, il vient identifier la source de pollution mesurée par le micro-capteur. Une différence émerge entre les deux sources de particules principales : « *Parfois, l'odeur dit des choses pertinentes, c'est souvent corrélé et parfois, non. Surtout avec les voitures, c'est pas consistant. Et là, on se dit le capteur déconne ou quoi ? Mais avec le chauffage au bois, non* ». La signature olfactive du bois apparaît comme étant clairement qualifiée et identifiée par les participants alors que les gaz d'échappement des voitures ne dégagent pas toujours une odeur, ou alors nauséabonde. Par ailleurs, les participants (et le même phénomène avait été observé dans Mobicit'Air) identifient les bonnes odeurs à une source saine et les mauvaises odeurs à des sources malsaines, mauvaises pour la santé. Ceci joue un rôle dans la représentation sociale du chauffage au bois, avec la croyance que si « *ça sent bon, ça ne peut pas être mauvais pour la santé* », mais aussi en ce qui concerne l'encens ou les purificateurs d'air.

Cette question de l'odorat a suscité un intérêt particulier lors du second focus group de la troisième phase, en tant qu'indicateur et déclencheur de moments où réaliser des mesures. L'odeur est apparue comme aiguillant les pratiques de mesure, dont beaucoup ont été réalisées autour du domicile pour des raisons de contraintes liées à la Covid. L'odeur était notamment relevée par les participants sensibilisés à la question de l'asthme ou de l'hypersensibilité à la pollution. Certains associent la pollution à la poussière et précisent les conditions d'hygiène auxquelles la lutte contre les particules fines est associée par les asthmatiques. Ils mentionnent qu'ils ont appris à aérer le logement en milieu de journée, à la suite des mesures et conseils autour du micro-capteur : « *maintenant on aère moins la maison le matin parce qu'il y a moins de pollution en milieu de journée que le matin* ».

Un participant explique aussi que sa femme est hypersensible aux pollutions et qu'ils ont comparé ce qu'elle ressentait avec la mesure du micro-capteur : « *Sa sensibilité est en symbiose avec le micro-capteur* ». Ceci renforce à la fois la légitimité de la mesure par la technique et conforte la sensation physique. L'odeur est alors un vecteur d'alerte pour de nombreux participants : « *J'associe clairement les odeurs agréables ou désagréables à l'émission de particules* ». Une seule participante a émis des doutes sur la corrélation entre odeur et pollution particulaire, évoquant le fait que le micro-capteur était inadapté pour mesurer les pollutions odorantes, mais cette dernière travaille dans le domaine de l'environnement.

Encore plus flagrante est la connexion entre la visibilité des fumées de cheminées et le déclenchement de mesures. L'assentiment général a porté sur la reconnaissance, preuve, mesures à l'appui, que les fumées de cheminées étaient des facteurs importants de pollution. C'est même le facteur principal mesuré dans l'entourage de chez soi. Un participant dit : « *Je m'amusais à mettre mon capteur dès qu'ils [les voisins] mettaient la cheminée et cela se répercutait en quelques secondes* ». Autrement dit, si les mesures des participants pouvaient répondre à des motivations initiales diverses, elles ont très vite été menées à partir des interrogations issues des sens et du ressenti, du subjectif, intermédié par le micro-capteur technique. Le micro-capteur, en plus des consignes décrites précédemment, a été utilisé comme prolongation des sens, autant que comme instrument servant à confirmer et parfois à infirmer une représentation sociale de la pollution.

Les ressentis et les représentations de la pollution sont donc apparus comme aiguillant les pratiques de mesure. L'aération de la maison, le souci d'hygiène du lieu de vie ont été des éléments mentionnés à plusieurs reprises. Cette hygiène de vie était notamment liée aux habitant(e)s sensibilisé(e)s à la question de l'asthme ou de l'hypersensibilité à la pollution. Certains associent la pollution à la poussière et précisent les conditions d'hygiène dans lesquelles la lutte contre les particules fines s'inscrit pour des asthmatiques.

Cette formation des participants est liée au sentiment de découvrir par leur propre moyen, aidés en cela par l'encadrement de CheckBox, les sujets de mesure pertinents pour eux, pour le collectif ou pour Atmo. Ils ont bel et bien fait usage de leur liberté de mesures, dont certaines qu'ils ont qualifiées eux-mêmes d'« *hors normes* », car ne correspondant pas à leur perceptions de ce qui était attendu dans le cadre du projet. Celles-ci incluent des bougies, la vapoteuse, la cuisine mais aussi des contextes bien plus spécifiques comme le nettoyage des cages à lapins, la poussière issue du foin (« *ça a fait monter dans l'orange !* ») et la fabrication de semelles (avec coupe, ponçage, collage dans un caisson que la participante aspire ensuite). Une participante a mesuré le brûlage des déchets verts d'un voisin : « *les deux grands-mères disaient : ah ça sent bon, c'est bien* ». Je leur ai montré les mesures : *elles se sont déplacées. Mais mes mesures ont montré que ça a envahi tout le quartier. Le feu, c'était trois fois ce qui sortait du tracteur de mon pote !* ».

Un participant, très rigoureux dans ses pratiques de mesures, se pose une question méthodologique : « *les mesures sont faites chacun pour soi donc, ce n'est pas un projet de mesures citoyennes parce que les mesures sont faites pour nous-mêmes. Ensuite, les données ne sont pas validées vraiment, elles sont trop personnelles et il n'y a pas assez d'informations précises sur les tags. Mes données ne diront rien sur le territoire, donc ce n'est pas citoyen. Donc, quel enseignement ? Bon, chacun en tire quelques enseignements mais vont-ils changer de pratiques ?* ». En fait, ces mesures sont également celles qui sont, plus que le chauffage au bois ou la voiture, la source par excellence de mauvaises surprises. « *Les brûleurs d'huiles essentielles, ça fait monter, mais pourtant elles sont saines !* ». La représentation initiale que les diffuseurs sont sains est donc mise au défi par la mesure qui montre le contraire. Une participante a réalisé une session chez le coiffeur pendant qu'elle faisait une permanente et une teinture, pour constater des niveaux très élevés. Plusieurs ont réalisé des mesures en présence de bougies (« *en allumant et en éteignant la bougie ; toute la famille est venue voir ! J'étais à des années lumières de penser... et surtout de voir la lenteur à laquelle ça diminue !* ». Un autre s'exclame : « *mieux vaut l'autoroute que le barbecue !!!* ». Mais ce sont surtout les mesures associées à la cuisson, à la cuisine, qui ont suscité le plus d'émotions.

Dans un cas, le micro-capteur est venu trancher un débat de plusieurs années au sein d'un couple sur le fait que le mari faisait beaucoup trop griller son pain : « *c'était direct dans le rouge ! Ça été très efficace pour le convaincre !* ». Dans d'autres cas, la cuisson des crêpes mais encore plus la friture a provoqué beaucoup de surprises, un participant allant jusqu'à conclure : « *l'huile de coco est vraiment affreuse : on a arrêté de faire cuire les crêpes avec. On a même comparé différents types d'huile (olive et ISIO4), c'est beaucoup moins pire* ». Ce participant a été si surpris qu'il a placé le micro-capteur à l'extérieur pour vérifier qu'il fonctionnait correctement. Cette mise en doute du fonctionnement du micro-capteur est rare chez les participants qui ont plutôt tendance à lui faire confiance, à un point tel que ce sont les mesures indiquées par le micro-capteur qui deviennent pour eux, la bonne mesure, légitime, car située dans leur espace et leur temps.

Si les types de mesures sont très divers (encens, barbecue, crêpes...), ce qui retient l'attention des participants, ce sont les niveaux élevés en particules fines car ce qu'ils cherchent à mesurer avant tout, ce sont des données **significatives** pour eux, et non pas des données 'remarquables'. Pour autant, la mesure lors de pics de pollution est une des grandes options choisies, mais pas la seule, et dans ce cas elle est en grande partie favorisée par le fait que les micro-capteurs, en soi, ne sont pas censés recueillir des données en continu pendant de longues périodes.

Ceci renvoie plus généralement aux limites de l'approche citoyenne avec des micro-capteurs et leurs caractéristiques techniques. Dans CheckBox spécifiquement, ces limites concernent i) le nombre de polluant mesurés (seulement les particules fines); ii) le mode opératoire (des mesures en mobilité, des sessions courtes, l'absence de cadre rigoureux pour les enregistrements, et donc la réalisation de mesures dans des contextes très variés, parfois difficiles à contextualiser et à interpréter); iii) le caractère individuel des mesures, réalisées dans un contexte géographique local et iv) une temporalité fine, non représentative de la pollution globale sur un territoire (à l'inverse du réseau de mesure réglementaire et normé géré par Atmo AuRA).

Parallèlement, ce sont précisément ces caractéristiques qui rendent ces mesures individuelles **significatives, personnelles, appropriables et crédibles aux yeux des participants**. C'est justement parce qu'elles sont situées dans leur quotidien que les données sont jugées légitimes et qu'elles ont un impact. Pour autant, ce particularisme entre en confrontation avec la complexité de la qualité de l'air, avec non seulement ses sources variées, ce que les participants ont en partie compris, mais aussi et surtout, ses types de pollution – ce qu'au final, les participants ont fini par interroger mais sans réellement monter en compétences. En effet, en fin d'entretiens, ils étaient nombreux à se questionner sur les autres types de pollution en extérieur et davantage encore sur la pollution intérieure. Là encore, les échanges avec les experts de la qualité de l'air s'avèrent être essentiels pour une réelle appropriation du sujet par les citoyens et pour éviter les conclusions erronées.

4.4.2. Les motivations à participer

Nous avons présenté précédemment les motivations des répondants au questionnaire de manière générale, mais qu'en est-il de celles des participants de la phase 1 spécifiquement ? En premier lieu, ils s'engagent dans une expérimentation pour mieux comprendre l'enjeu de la présence des PM dans leur environnement : travail, habitation ou transports. Ils ne se transforment pas seulement en "amateurs de mesure" au sens des sciences participatives, mais également en participants actifs, vigilants sur le

caractère plus ou moins sain de l'atmosphère grenobloise et de ses environs. Cette façon de passer par la production des données pour intervenir socialement a été appelée « data citizenship » (Gabrys et al., 2016, p. 2), ces participants, dont la motivation est celle de la création de données, sont qualifiés de technophiles. Cette motivation demeure peu explorée dans la littérature sur la qualité de l'air, ce qui n'est pas surprenant compte tenu de la nouveauté de ce type d'approche et de ce qu'elle nécessite de disposer d'instruments fiables, accessibles et utilisables. La curiosité intellectuelle semble être la première motivation des participants, mais la question sanitaire n'est jamais très loin (sans que les participants ne distinguent très bien les différences entre la qualité de l'air intérieur et extérieur). On retrouve ensuite les sportifs et ceux qui se déplacent à vélo au quotidien, qui veulent connaître leur exposition à la pollution de l'air sur leurs itinéraires. Puis vient l'exposition à domicile, la motivation la plus importante, ce qui constitue une différence avec le projet précédent Mobicit'Air. Un participant pense « *même s'acheter un micro-capteur pour tester la qualité de l'air pour un logement éventuel* ».

L'évaluation de la qualité de l'air sur le lieu de travail apparaît comme secondaire dans les discours à l'exception d'une participante, fabricante de chaussures dans son propre atelier. L'expérimentation a amélioré sa qualité de vie en partie parce qu'elle a réalisé qu'elle avait de bonnes pratiques intérieures. Si elle avait mesuré des niveaux élevés, elle aurait modifié sa manière de travailler ou aurait installé un dispositif d'aspiration sur sa machine pour évacuer les particules.

Il y a ensuite les 'bons samaritains' comme ce candidat qui voulait participer car il prend souvent part à des projets collaboratifs (« *il faut bien que des gens contribuent avec des données, sinon, ça ne marche pas* »). Un autre, technophile, était déjà très bien informé sur la qualité de l'air et voulait être en contact avec une autre méthode que la sienne. Un autre encore avait le projet de construire sa propre technologie de mesures. Il était à la recherche d'un atelier avec une association puis a vu le message concernant CheckBox. Enfin, un dernier venait d'emménager sur la région et avait lu que Grenoble était polluée. Il a donc commencé à s'informer avant même son arrivée (sa femme est asthmatique). Ne voulant pas être trop affectés par la qualité de l'air, ils avaient pensé s'installer dans le périurbain. Mais en effectuant des mesures, ils ont observé sur l'application « *que le Vercors était aussi pollué que Grenoble !* ».

Pour les participants de la phase 2, la motivation principale est de participer à un projet collectif pour six d'entre eux ; cinq veulent en apprendre plus sur la pollution et deux veulent identifier des moyens de combattre la pollution pour s'en protéger. Cette observation illustre la dimension collective qui attire et se développe naturellement lorsque l'on met en place un projet comme celui-ci à l'échelle locale d'une commune. Les participants ont davantage le sentiment de participer à une démarche concrète qui peut aboutir à de véritables actions au niveau communal.

Globalement, les motivations des participants de la troisième phase sont congruentes avec celles des précédentes, mais ils accordent une importance plus grande au chauffage au bois (rappelons le ratio plus élevé de participants utilisant un chauffage au bois sélectionnés dans cette phase). Ainsi, ils étaient curieux de connaître le niveau de pollution à l'intérieur et à l'extérieur de la maison, avec et sans chauffage au bois activé, ou encore en testant différentes pratiques d'allumage ou d'essence de bois.

4.4.3. Perceptions et mesures du chauffage au bois

Les rares participants du projet CheckBox qui n'ont pas fait de mesures associées au chauffage au bois étaient principalement non utilisateurs de ce mode de chauffage. Posséder un appareil de chauffage au bois apparaît donc très fortement corrélé à la curiosité pour tester les impacts sur la qualité de l'air. Les conditions de mesures relatives à cette thématique centrale dans le projet CheckBox ont été très nombreuses et variées : à l'intérieur et à l'extérieur du logement, à l'allumage de l'appareil, avec différents types d'appareils. Les mesures ont bien confirmé ce que beaucoup de participants pensaient du chauffage au bois : il s'agit bien d'une source d'émission de particules. Cependant ils n'ont réalisé l'ampleur des niveaux de ces émissions que grâce à leurs mesures. C'est le principal point qui ressort des entretiens en face-à-face : une meilleure compréhension de l'importance du chauffage au bois comme source de pollution de l'air extérieur.

Ces informations recourent et confirment l'analyse des tags présentée plus haut. La grande majorité des participants a déclaré savoir, avant d'avoir effectué les mesures, que le chauffage au bois était une source importante de pollution de l'air (sans préciser qu'il s'agissait de particules fines), mais peu d'entre eux ont dit connaître sa contribution majeure dans la pollution aux particules fines. A l'énoncé de ce que le chauffage au bois pouvait être à l'origine de 80 % des PM durant les pics de pollution en hiver, tous les participants ont été surpris. La représentation que le bois est naturel – et donc, sain – est présente et à l'origine de la surprise de découvrir le chauffage au bois comme source de pollution et d'impact sanitaire.

« On comprend que le chauffage au bois pollue, mais on continue d'avoir le réflexe d'accuser la voiture, parce que c'est visible, on est dans un bouchon. Et ensuite, on se reprend ».

Les participants ont aussi réalisé des mesures des concentrations à proximité directe des poêles à bois de leurs voisins, en rapprochant le capteur au plus près de la sortie des cheminées ou en passant dans des hameaux en forêt ou en montagne. Ainsi un participant de la phase 1 a déclaré avoir « la chance d'avoir un poêle classique (non performant) et une chaudière à granulés » (son mode de chauffage principal). Il a donc fait des mesures comparées entre les deux types, en extérieur et en intérieur. Son verdict : « le granulé est vraiment plus bas, surtout en mode d'allumage ! » confirmant ce qu'il pensait quant aux émissions de ce type de poêle. Il a aussi mesuré une session d'écobuage : « c'est comme si l'écobuage est en phase d'allumage tout le temps ! ». Puis, il rajoute : « n'empêche que les crêpes avec l'huile est pire ! Avec un bon 20 minutes pour que ça redevienne normal avec un grand courant d'air ! ».

Face à l'une des questions relatives au chauffage au bois abordées à travers les questionnaires post-expérimentation, les participants de la phase 2 se distinguent toutefois de ceux des autres phases. En effet, à la question « Selon vous, quel système de chauffage au bois est le plus performant pour limiter les émissions de particules fines ? », ils répondent de façon assez homogène et montrent moins d'ambiguïté. Dix répondent « poêles à granulés », deux « bois bûche » et un répond « insert ». Les répondants de la première phase offraient une diversité de réponses bien plus grande. Sur ce point, les répondants de la phase 3 s'approchent davantage de ceux de la phase 2 que de ceux de la phase 1.

Pour les participants de la phase 3, la question de l'impact du chauffage au bois sur la pollution de l'air est surtout perçue en hiver (cinq personnes le mettent en premier choix) alors qu'en été, les causes évoquées sont davantage l'industrie et les transports individuels (trois choix chacun). Cela donne une indication du rôle du chauffage au bois dans la perception des facteurs de pollution. La question du type de poêle à bois est considérée comme le vecteur le plus explicatif des performances du chauffage et aussi de sa contribution à la pollution de l'air (6 premiers choix pour la première question, celle sur la performance, et 5 pour la deuxième, celle sur la pollution). D'une manière générale, les participants de la phase 3 sont moins sensibles à la pollution de fond sur leur territoire que ceux des autres phases. Pour ces répondants, la pollution est localisée sur une petite portion du territoire, principalement associée à la ville (7 réponses donnent la ville comme le milieu le plus pollué en premier choix). La pollution est considérée comme peu liée à l'industrie, à l'exception de celle qui remonte de la vallée vers le plateau, et donc située en dehors du territoire d'Annonay Rhône Agglo et du Val d'Ay. Lors d'une discussion par téléphone, un participant s'est interrogé de la façon suivante : « Est-on impacté ou pas par l'agriculture ou par le relargage des usines de chimie de la vallée du Rhône à Salaise ? »

4.4.4. L'impact des mesures sur le comportement des participants

Afin de comprendre les facteurs pouvant jouer un rôle dans cette prise de conscience et réduire leurs incertitudes, les participants ont comparé entre différents poêles, au moment de l'allumage, après celui-ci, avec les portes de leurs poêles fermées et ouvertes mais aussi entre l'intérieur et l'extérieur et avec d'autres cheminées, voire entre l'allumage par le haut et par le bas (4 l'ont fait). Un habitant d'un village a réalisé des mesures de sa VMC durant l'utilisation du poêle à bois du voisin et un autre a effectué des mesures en extérieur lorsque son poêle à bois était allumé, en installant son micro-capteur sur le toit avec la cheminée du voisin en fonctionnement et, plus tard, lorsqu'elle ne fonctionnait pas, tout en faisant face au vent. Il en a conclu que son poêle était moins émetteur que celui de son voisin : « Les mesures, la première semaine étaient un peu tragiques, presque toujours dans le jaune jusque dans le rouge quand les vieilles cheminées des vieilles maisons fonctionnaient. Avec le vent, on avait la fumée directement dans notre maison ». Ces observations entraînent un questionnement systématique des participants sur leurs pratiques.

Si la plupart des propriétaires de poêles à bois rapportaient avoir de bonnes pratiques, même avant leur participation au projet, les mesures ont confirmé l'intérêt de certaines de celles-ci et les ont confortés dans leur choix. Leur bois est séché au moins un an (deux ans dans huit cas sur vingt-deux) et environ la moitié pratiquait l'allumage par le haut avant de participer à l'enquête. Un participant fait même une rotation de son bois sur deux endroits différents et mesure le niveau d'humidité des bûches avec un hygromètre – à la suite d'une consultation du site d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes préalable à sa participation à CheckBox. Ceux qui ont mesuré des niveaux plus élevés qu'ils ne le préoyaient avec leur poêle à bois disent vouloir en changer sans toutefois passer à l'acte – une participante admet n'avoir pas cherché davantage d'information ni sur la qualité de l'air ni sur le chauffage au bois.



En phase 3, une réponse au questionnaire papier énonce que : « *l'utilisation de l'appareil a permis de comparer différentes techniques d'allumage du feu de cheminée* ». Parmi les participants aux focus groups, quatre allumaient déjà par le haut avant de prendre part à CheckBox, et trois ont explicitement rapporté avoir commencé à allumer par le haut depuis. Si ce petit changement nécessite un apprentissage avec des ratés, il réussit à convaincre, plusieurs personnes ayant fait l'essai. « *Ça fonctionne très bien pour allumer et pour les particules* ». Un des participants est apparu aux yeux des autres comme « *l'expert de l'allumage par le haut* » et a, durant les échanges, donné son adresse mail, devenant ainsi une sorte d'ambassadeur de cette pratique, avec une proposition d'un retour d'expérience sous forme d'article.

Pour certains participants, les mesures ont également permis d'identifier un problème d'installation de l'appareil, entraînant la présence d'importants niveaux de particules fines à l'intérieur du logement, voire même de fumée. Pour un des participants de la phase 1, ce constat a déclenché une démarche de révision de l'appareil avec l'intervention d'un professionnel sur place.

La question de l'aération du logement est également omniprésente dans les questionnements des participants. Certains d'entre eux aèrent désormais leur logis plus longtemps qu'avant, mais se pose alors la question de la capacité de leur logement à les protéger de la pollution extérieure. Puis, souvent en enchaînement d'idées, ils se demandent si la pollution intérieure n'est pas plus néfaste. Ces questions sur les pratiques les amènent à des interrogations plus délicates : « *Le problème est : qu'est-ce qu'on fait de ça ? Les particules sont-elles toutes nocives ? Les particules issues du grille-pain et de l'essence, leurs effets sont-ils différents, aussi toxiques ?* » On voit ainsi une évolution des représentations des participants, exprimée par des questions plus pointues et nouvelles relativement à avant leur participation : « *les formes des particules n'ont-elles pas des effets différents sur la santé ? On peut imaginer que des formes plus rondes seraient moins abrasives* ». De telles remarques sont revenues à plusieurs reprises dans les entretiens. Ce type de changement semble commun aux projets de sciences participatives recensés qui, s'ils n'ont pas toujours d'impact sur les pratiques, semblent en avoir sur les perceptions et les représentations.

Les participants ont ainsi réalisé des mesures en intérieur avec et sans chauffage au bois, avec les fenêtres ouvertes et fermées, etc. Une participante a observé « *qu'une fois, la pollution montait alors que j'ouvrais les fenêtres pour aérer ! C'était plus pollué dehors !* ». Ce constat a été confirmé par de nombreux autres : « *avec le froid qui est arrivé, notre voisin a allumé sa cheminée qui donne sur l'une des fenêtres de chambre et donc j'ai fait le test à un moment où ça fumait assez fort et alors là à l'inverse, le niveau de pollution était assez bas dans la pièce et au moment d'ouvrir la fenêtre, c'est remonté en flèche* ». L'impact n'a pas été d'arrêter d'aérer mais plutôt de le faire à des moments différents. Trois ont ainsi commencé à aérer à midi plutôt que le matin, « *parce qu'il y a moins de pollution dehors et qu'il fait moins froid* ».

4.4.5. Anxiété ressentie à l'égard des mesures... ou des couleurs ?

Les réactions émotionnelles à des informations peuvent être un moteur mais aussi un frein au changement de pratiques, ou encore dans l'appétence à s'informer sur un enjeu, à vouloir le résoudre. Les entretiens ont abordé la question du ressenti, des réactions émotionnelles des participants à leurs mesures : la visualisation des couleurs et des mesures chiffrées les a-t-elle rassurés, surpris ou choqués ? Quel rôle peut-on attribuer à cette réaction émotionnelle dans les pratiques de chauffage ou la communication ?

Les participants de la phase 1 n'ont pas ressenti d'anxiété face aux mesures lorsque celles-ci correspondaient à leurs attentes : que la rocade soit polluée n'est pas angoissant, c'est une évidence. « *C'est vrai qu'on en prend un peu mais je sais que c'est pollué, je ne suis pas anxieux même si ça rend la pollution visible* ». Deux exceptions à cette absence d'angoisse peuvent être notées : lorsque la mesure est associée à une surprise et qu'elle ne correspond pas à une attente et ensuite, lorsque la mesure est associée à la couleur identifiant des niveaux de pollution déconnectés des taux affichés par l'application. En effet, lors des mesures, une minorité seulement regarde les valeurs (beaucoup disent n'avoir pas du tout regardé les chiffres) et durant les entretiens, ce dont les participants se souviennent, ce sont les couleurs : « *les chiffres associés aux seuils ne veulent pas dire grand-chose, ce sont les codes couleurs qui parlent (aux gens avec qui il a communiqué) et voir ces courbes sur les trajets quotidiens, sur les visites, voir les cheminées avec la fumée* ». La lenteur avec laquelle les chiffres (ou plutôt les couleurs) reviennent à leur niveau initial en intérieur est surprenante pour tous : « *j'ai fait des mesures chez mon beau-frère au moment de l'allumage (insert fermé) et les taux de particules ont pris presque trois heures pour redescendre !* » Ils ont ensuite discuté des problèmes potentiels et des changements à effectuer, dont celui de l'appareil, sans que l'on sache ce qui a été fait.

Un autre explique, évoquant la question des couleurs : « *les couleurs parlent plus que les niveaux. Ça panique un peu dès le jaune ! Il faudrait avoir une petite formation sur les impacts sur la santé pour répondre aux questions des autres* ». Un autre a fait des mesures durant un stage de cuisine : « *un scientifique était contre parce que ça augmentait la peur et que dès qu'on fait une mesure, si elle n'est pas à zéro, c'est que ça ne va pas. Les autres étaient plus curieux et voulaient mesurer la farine, le four...* ». Sa conclusion est qu'il faudrait interdire le chauffage au bois sur Grenoble. A ces quelques exceptions près, on observe peu d'anxiété chez les participants grenoblois. Les émotions repérées sont finalement minimales et concernent surtout les surprises générées par la visualisation des mesures et le manque d'anxiété exprimé.

Ces remarques renforcent ce que la littérature énonçait sur la confrontation des acteurs aux traces de leurs activités (Licoppe et al., 2013), à savoir que l'ergonomie du dispositif importe énormément et que les choix de visualisation ont un effet direct sur le sens tiré du dispositif et les attitudes qui en découlent. Il semble que s'intéresser aux chiffres implique en outre un certain niveau de compétence formelle peu accessible à la majorité et que ceux-ci n'ont finalement pas beaucoup de significations. C'est une confirmation d'un point de la littérature abordée dans le chapitre "recension" relevant que le chiffre seul peut avoir une pertinence pour l'examen des seuils, mais que l'intérêt des expérimentateurs se porte plutôt sur des tendances, d'où l'attrait pour des couleurs, et des évolutions (le passage au rouge par exemple) (Gabrys et al., 2016, p. 3).

4.4.6. Une activité d'apprentissage cadrée

Au-delà d'une meilleure compréhension des sources, les participants ont développé une réelle réflexion et une appropriation de nouvelles questions et de nouvelles conclusions sur les autres formes de pollution pour lesquelles leurs sens jouent un rôle. Ainsi, si le nez repère bien les odeurs, il n'indique pas si elles sont nocives ou non (« *j'ai appris qu'il fallait séparer l'odorat des effets nocifs : le grille-pain, le chauffage au bois, ça sent bon mais ça produit !* »). Ensuite, et ce fut une découverte – parfois choquante – pour beaucoup, monter en altitude n'est pas nécessairement synonyme de protection contre la pollution : « *Ok, Grenoble est polluée, mais en altitude aussi, même en rural !* ». Les participants parlent alors de « *plafond* », de « *phénomène d'inversion* ». Le fait que le taux de PM mesuré s'élève dans un village, en montagne, est une observation très puissante. Ceci peut avoir un impact sur la mobilité du week-end. Une participante est « *plus tentée d'aller plus haut en altitude et aux bois sur les berges* ».

Une réelle dialectique s'est ainsi instaurée entre les participants et l'innovation technique. Les mesures prises sont évaluées par rapport à des observations *in situ*, en temps réel, qui les amènent à se poser de nouvelles questions, à y répondre (parfois partiellement et parfois de manière catégorique), à évoluer dans leurs représentations de la pollution locale et en particulier de celle liée au chauffage au bois. Parfois, ils se remettent en question, à différents degrés, ce qui a aussi été mis en évidence dans le projet BB Clean, noté précédemment, avec une augmentation de la perplexité de certains, convaincus au départ d'avoir une bonne connaissance de la pollution de l'air (Michelin, 2019).

Comme le montrent les chapitres précédents, réaliser des mesures est encore plus complexe dans le cadre d'un dispositif tel que celui développé dans CheckBox et dépasse de loin de simples chiffres et des couleurs sur une application mobile ou sur une plateforme web.

On peut se demander si l'expérimentation du micro-capteur n'a pas engagé les participants dans une révision de leur attachement à l'objectivité des chiffres de pollution fournis dans la presse et les organismes officiels (Faugère, 2002). Ils sont amenés à perdre leur idée d'une pollution synthétique, moyenne et ne représentant par leur réalité située dans le temps et l'espace et leurs activités quotidiennes, et à aller davantage dans le détail de la connaissance par familles de polluants voire par polluants, dans la compréhension fine de leurs effets sanitaires, ou dans une attitude de critique méthodologique des chiffres produits par le dispositif.

La question de l'investigation personnelle ne signifie pas, même si elle se passe en dehors des protocoles techniques de mesure coutumiers des AASQAs, une activité sans encadrement, mais comme un jeu avec un cadre qui peut être défini par le participant. Lorsqu'interrogés, les participants rapportent penser ne pas pouvoir faire de mesures trop 'hors cadre' par rapport à ce qu'ils ont compris des règles et des objectifs des mesures – de la même façon qu'ils rapportent ne pas pouvoir prêter le micro-capteur à d'autres personnes. Pour autant, ces 'autres mesures' ont été, selon leur propos mais aussi suite à l'analyse, la plus grande source de surprises, source également de nouveaux questionnements. Ceci soulève la question du cadre de mesures mis en place. Si les consignes avaient été trop contraignantes, il y aurait eu le risque que les participants soient moins créatifs et spontanés dans leurs mesures, qui auraient été moins

variées. De plus, les impacts sur les représentations et les connaissances auraient probablement été plus limités. A contrario, sans cadre suffisant, il n'y aurait pas eu autant de données sociologiques sur le chauffage au bois. Les participants n'auraient pas été moins méthodiques car la rigueur dont ils ont fait preuve est liée à leur désir de produire de la « bonne donnée » (même si leurs mesures personnelles leur ont posé question en termes de représentativité territoriale des mesures). Le projet CheckBox se focalisant – non exclusivement – sur le chauffage au bois, la stratégie consistait donc à encourager les participants à réaliser des mesures, à explorer d'eux-mêmes cette source et comprendre comment ils arrivaient à leur conclusion tout en les poussant également à explorer les autres thématiques. C'est toute la question de l'adhésion au projet, de l'investissement des participants, de la confiance latente dans la mise en œuvre, de la conjonction entre une dimension relationnelle, cognitive et pratique, qui est soulevée ici.

En phase 3, certaines mesures ont suscité chez les participants des interrogations sur leur finalité. Ainsi, l'un d'eux a dit avoir été surpris, et un peu déçu, lorsqu'il a réalisé que ses mesures « n'entreraient pas dans les données AtmoAuRA » : « En fait je n'avais pas bien compris le but de l'expérience. Je pensais que cela allait servir comme pour la météo. Il y a des personnes qui ont des stations météo et leur information remonte au niveau national ». Pour autant, ajoute-t-il, si l'objectif était de « sensibiliser sur le chauffage au bois, ça a fonctionné ! ». Cette ambiguïté sur le statut de la donnée renvoie à des enjeux d'interprétations personnelles d'éléments objectifs (cf. conclusion du rapport) et avait également été relevée durant les entretiens semi directifs.

L'expérimentation visait à offrir la possibilité à des citoyens d'explorer l'air et les sources de pollution de leur environnement. Cette proposition bien que vécue par la majorité comme une réelle opportunité, a conduit d'autres à réagir en se les représentant comme une contrainte qu'ils avaient plus ou moins de mal à assumer. Une personne a en effet ressenti une pression à « mesurer, mesurer et mesurer » et s'est ainsi estimé « mauvaise élève » en considérant elle-même qu'elle n'en avait pas fait assez. Une participante exprime une certaine « orthodoxie » attendue du comportement de mesure, qui renvoie aux attentes des participants quant aux objectifs fixés, et au nombre de mesures à effectuer, plutôt qu'aux consignes d'Atmo AuRA.

Il faut évoquer ici le balancement intéressant entre une version pédagogique et de sensibilisation publique (Callon, Lascoumes et Barthe, 2001) des participants et une politisation des enjeux chez certains. La situation d'expérimentation mettait en présence des experts et des participants et son déroulement a été vécu comme un apprentissage et une sensibilisation à une connaissance faible au départ par les participants, voire contrintuitive. A minima, l'expérimentation permettrait comme le dit une intervenante qui a un métier en rapport à l'environnement « de sensibiliser un petit noyau de personnes qui en parleront autour d'elles ». Autrement dit, l'expérimentation construirait un participant ou une participante comme destinataire final de l'opération et aussi comme citoyen à éduquer par de bonnes pratiques, citoyen susceptible ensuite de devenir éducateur pour les autres.

Atmo AuRA a ainsi bien expliqué à chaque début de phase que les micro-capteurs réalisaient des mesures indicatives permettant l'exploration au plus proche de l'individu, mais que la liberté de mesure, avec des mesures comme celle d'un grille-pain ou d'un pot d'échappement, ne pouvait pas contribuer à améliorer la cartographie de la qualité de l'air. Ces mesures n'en restent pas moins « utiles » car l'appropriation des problématiques de qualité de l'air favorise également l'amélioration de celle-ci. La proposition des missions, au-delà de l'aspect pédagogique, pourrait également constituer un moyen de mieux valoriser la donnée produite sur un protocole mieux établi. Un recul plus important sur ces données est cependant nécessaire pour évaluer la rigueur des participants dans la réalisation de ces missions. En parallèle, d'autres travaux sont menés pour proposer le déploiement d'observatoires citoyens fixes, mais ce n'était pas l'objet de CheckBox. Cette tension entre la signification des mesures pour l'individu qui les réalise et la représentativité environnementale a également été évoquée à de nombreuses reprises au cours de la première phase.

4.4.7. Aspects techniques : retours sur le micro-capteur, le site et l'application

En compléments des éléments apportés dans la partie 4.3.2 sur le dispositif technique, cette partie se limite à quelques observations directement liées aux perceptions des participants, à leurs réactions et à leurs motivations, donc aux aspects sociotechniques et ce, avant les modifications apportées au dispositif technique entre cette première phase et les suivantes.

La majorité des participants est à l'aise avec les nouvelles technologies (ceci est en partie dû au thème du projet et au mode de recrutement utilisé) mais pour ceux qui l'étaient moins, la séance de formation s'est

révélée nécessaire. Son aspect collectif a été également apprécié : « *la séance de formation n'était pas nécessaire mais c'était agréable... On rencontrait d'autres personnes* ». Cette méthode de formation, en groupe, a été beaucoup plus efficace pour les gestionnaires du projet que la méthode du face-à-face individuel. La phase 2 a poussé encore plus loin cette dimension collective, comme vu dans la partie 4.2.2.

Dans toutes les phases, quelques problèmes techniques ont émergé, notamment liés à la connexion Bluetooth et au GPS. « *Le problème est que lorsqu'il n'y avait pas de géolocalisation, les mesures n'étaient pas remontables (c'est-à-dire enregistrées sur le serveur)* ». Ensuite, les participants ont aussi fait remarquer que la visualisation de la Captothèque n'était pas très bonne sur le mobile et plusieurs ont rapporté des « *problèmes de synchronisation et de visualisation des mesures, à se demander s'il n'y a pas eu de pertes* ». Ceci a amené un des participants à aller tous les deux jours sur le site pour voir si ses mesures étaient enregistrées. « *Mais même sur l'ordi, c'est pas super simple pour trouver ses propres mesures* ». L'ergonomie joue donc ici un rôle important. Cela étant, globalement, non seulement la technologie fonctionne bien mais elle a également été aisée à maîtriser par la grande majorité des participants. De plus, la nouvelle version de l'application Smartphone, utilisée en phases 2 et 3, comportait un certain nombre d'améliorations, déjà prévues en amont du projet CheckBox, mais qui n'avaient pu être développées. Le projet est venu conforter à chaque étape les développements prévus. Notamment, un indicateur de synchronisation des données a été rajouté : en un coup d'œil, le participant peut vérifier si son enregistrement a bien été transféré sur le serveur de la Captothèque. La nouvelle version de la plateforme web permet aussi à chaque participant d'accéder directement à ses propres mesures séparément, en plus de la visualisation globale et partagée avec l'ensemble des participants, mais également de réaliser des tris afin de rechercher des types et des contextes de mesure en particulier.

La plateforme numérique semble avoir été peu utilisée en phase 1. Un participant a même dit ne pas l'avoir consultée volontairement « *pour ne pas se disperser* ». Pour ceux et celles qui l'ont utilisée, il semble y avoir « *un effet cadeau de Noël* », c'est-à-dire un engouement pour une nouveauté qui amène à l'utiliser mais qui ensuite s'estompe. Les participants allaient consulter le site une ou deux fois les premiers jours sans y retourner après. Une fois le site consulté à quelques reprises, pour la majorité d'entre eux, le téléphone suffisait. La raison est simple : « *C'est là, c'est instantané, pas besoin de corrélérer avec les autres mesures* ». Cette simplicité de l'affichage du micro-capteur est liée au fait que les participants donnent au micro-capteur cette légitimité de bonnes mesures situées dans le 'maintenant' et 'l'ici', qui est pour autant sujet à interprétation et à analyse a posteriori par les participants. Ceux-ci voient aussi dans le micro-capteur une solution toute faite, facile à consulter, pratique et garantie fiable par Atmo AuRA. Enfin, un autre va plus loin sur cet aspect individualiste en disant : « *celles des autres, je m'en fous un peu* », faisant ainsi écho à de nombreuses autres observations sur les critères de comparabilité entre les participants : « *le lieu n'est pas le même* » ; « *ce n'est pas aux mêmes créneaux horaires* », « *les conditions météo varient* ». Cependant, l'analyse des conclusions des participants montre justement la pertinence de les amener à se comparer, à recontextualiser, bien que ce besoin ne soit pas initialement perçu par les participants eux-mêmes. La version modifiée du dispositif visait à pousser les participants à consulter leurs propres mesures sur la plateforme (en ne leur permettant plus de les visualiser après coup sur le téléphone) et à les comparer avec celles réalisées par les autres citoyens, sur le même territoire ou ailleurs, dans des contextes similaires ou au contraire très différents. Cette invitation à aller plus loin visait à enrichir l'expérience de la mesure pour chaque citoyen, en lui permettant d'approfondir sa propre expérience tout en partageant celles des autres.

On voit ici combien la phase 1 de CheckBox privilégiait de situer la question de la pollution dans la sphère individuelle des participants, ce qui a changé avec la phase 2... Ceci étant dit, une dizaine d'entre eux ont, dès la phase 1, consulté le site entre 10 et 12 fois mais, même dans ces cas, ils ont peu comparé leurs mesures à celles des autres. Ainsi, ce participant qui l'a « *consulté plusieurs fois par jour mais sans jouer avec les tags, simplement pour regarder le graphe plus facile à voir sur l'ordinateur* » et ce sans jamais faire de comparaison avec les autres. Ces consultations avaient d'abord pour objectif de comparer les niveaux de particules avec ceux de proches – « *qui vivent pas loin* » – de leur domicile ou à des créneaux horaires semblables, donc avec des similitudes temporelles ou géographiques. Ils ont ensuite souhaité comparer les sources de pollution identifiées par les participants en insistant sur un facteur : « *comparer des mesures était difficile parce qu'on ne sait pas toujours ce qu'on compare exactement, trop de facteurs* ». Comme le dit si bien un participant porté sur la méthodologie : « *Regarder une carte collaborative implique d'avoir besoin d'hypothèses et d'une méthode pour la comprendre, sinon, ça ne sert à rien...* ». Ici, c'est la qualité des questionnements méthodologiques qui agit comme frein à la comparaison, ce qui est plutôt pertinent.

Avec la nouvelle version de l'application, les participants de la troisième phase avaient le choix de réaliser soit des mesures libres soit des missions pédagogiques impliquant de suivre un cadre et des consignes pour la réalisation des mesures. Les missions proposées sur la Captothèque se sont avérées faciles à réaliser en termes d'insertion dans le quotidien, et cela a encouragé les participants à faire des mesures auxquelles ils n'auraient pas pensé. Les missions représentent un cadre qui a permis aux participants de s'exercer sur une dimension dont ils supposaient qu'elle était importante. Un participant, particulièrement attentif, a déclaré : « *Je suis parti des missions. J'ai regardé toutes les missions et puis je suis parti avec le capteur j'ai fait quelques mesures (rue canyon...) et après j'ai vu qu'il y avait allumage de types de bois [...] au départ je suis parti des missions. J'ai vu que certaines étaient faites comme la pollution des véhicules à chaud et à froid. Donc, c'était pas la peine de surcharger le site donc je me suis surtout impliqué sur des trucs propres à Annonay : l'altitude, l'orientation des rues et puis les odeurs de feu de bois, parce qu'il y a beaucoup de personnes qui se chauffent au bois* ».

La proposition d'effectuer des missions a pris une dimension de « consigne » dans le sens d'outillage de l'action décrit par A. Schutz (1987), qui consiste à indiquer une orientation optionnelle de la pratique à suivre à des personnes qui se trouvent invitées à les tester et qui, au final, peut ou non être interprétée comme une instruction (Amerine et Bilmes, 1990). Les missions peuvent ainsi être associées à une sorte de mode d'emploi de la mesure, pas toujours bien compris ou compris de manière différente par les participants, mais permettant d'avoir un cadre facilitant la comparaison des mesures entre elles.

Ainsi certains se sont pris au jeu de la mesure des particules à la sortie des pots d'échappement en rivalisant sur le taux obtenu, soit au sein de la famille entre les différentes voitures des parents et enfants, soit entre participants qui comparaient leur plus grosse mesure de particule à l'échappement. Un tracteur Dodge des années 1960 a battu toutes les autres mesures (« *ça a monté à 3000 !*»), ce qui a fait émerger des commentaires humoristiques lors de la discussion des focus groups.

Si pour certains, la réalisation de missions a apporté de la motivation, de nouvelles idées de mesure ainsi qu'un cadre substantiel, pour d'autres le sentiment de liberté conféré par une mesure libre a été davantage apprécié : « *Par contre, les mesures libres, c'est vrai que c'est plus facile* ». Les échanges montrent que les personnes qui ont fait ce choix avaient déjà des idées précises en amont des mesures qu'elles souhaitaient réaliser. Un des participants a ainsi évoqué le brûlage de déchets verts sur sa commune comme pratique répréhensible qu'il a mesurée, ou bien la pollution par les carcasses laissées par un abattoir, refusant d'en donner la géolocalisation pour ne pas avoir d'ennuis.

4.4.8. Communiquer aux autres ses mesures

Si les participants ont beaucoup communiqué autour d'eux, dans leurs familles, au travail et parfois avec les voisins, les entretiens ont montré qu'ils avaient moins communiqué – notamment avec des inconnus – que dans Mobicit'Air et qu'ils avaient encore moins prêté leur matériel. Quand il leur a été demandé pourquoi, ils répondaient qu'ils « *ne pensaient pas avoir le droit de le faire* ». De fait, la consigne lors de la séance de formation était qu'ils étaient responsables du matériel. Si cette manière de présenter est un élément d'explication, les entretiens ont permis de comprendre que le micro-capteur attirait moins l'attention et suscitait moins de discussions avec des inconnus que lors du projet Mobicit'Air, ce qu'une différence de consigne lors de la formation ne peut pas expliquer.

De fait, relativement peu ont été interpellés par des inconnus et ceci mérite que l'on s'y attarde, la comparaison avec Mobicit'Air prenant ici tout son sens. Un participant dit qu'un inconnu « *a refusé de discuter, en disant que de toute manière les élus ne font rien pour combattre la pollution* ». Une participante, qui laissait pendre le micro-capteur à son cou, a été surprise de voir que personne ne lui posait de questions. Elle a donc demandé à des inconnus pourquoi : « *ils pensaient que j'étais malade et par politesse, ne me demandaient rien* ». Elle a donc décidé de faire des mesures de manière plus explicite, plus ouverte, devant d'autres personnes. Quelques-uns, rares, ont posé des questions : « *ça les amusait ou ça les dégoûtait un peu de voir les niveaux mais c'est tout* ». Nombre de participants déclarent une certaine déception face à cette absence d'intérêt de la part des autres, ce qui n'avait pas du tout été identifié au cours du projet Mobicit'Air, réalisé 3 ans auparavant.

Il semble, et c'est une hypothèse qui reste à tester et valider, que le chauffage au bois relève davantage de l'ordre du chez soi, du privé, voire d'une forme d'intimité, renvoyant à l'appréhension du domestique. Un participant l'a dit explicitement : il n'a pas voulu « *aborder ses voisins sur la question du chauffage, parce que c'est délicat à aborder, c'est chez eux, quoi* ». Pour autant, cela ne demeure qu'une hypothèse car l'analyse des réponses des participants ne relève qu'une légère tendance, avec à peine un peu plus de questions posées en situation de mesures publiques que dans le cadre strict du chauffage : il faut noter

que l'intérêt plus ou moins grand envers la pollution semble être suscité par d'autres facteurs que la visualisation des mesures associées au chauffage au bois ou à la mobilité. Ceci étant, de nombreux participants en ont tout de même parlé autour d'eux.

Les familles des participants ont bien entendu été interpellées, mais moins que celles des participants au projet Mobicit'Air, pour qui le micro-capteur était devenu le jeu du mois, et moins de membres de la famille ont réalisé des mesures. « *Ma famille a demandé un peu de voir quels niveaux dans la maison mais pas plus* ». Une hypothèse, qui ne peut pas être confirmée ni infirmée, serait qu'en 2019, le micro-capteur aurait perdu en partie son attrait de nouveauté. Les discussions avec des proches ont cependant eu des effets à la fois sur les membres de la famille et sur le participant. L'un d'entre eux révèle qu'une discussion avec son frère l'a amené à penser revenir à l'électricité pour le chauffage. Un autre a réussi à convaincre quelques personnes en effectuant des mesures durant l'allumage par le haut : « *personne n'y croit au début, mais après...* ». Dans un autre cas, les gens ont « *demandé de leur montrer les mesures en cours alors qu'il y avait un traitement d'arbres fruitiers* », mais le participant a eu du mal à leur expliquer que le micro-capteur ne mesurait pas ce type de pollution.

En revanche, les participants de CheckBox ont comparativement interpellé davantage leurs collègues de travail ou dans d'autres contextes que ceux de Mobicit'Air : « *Les (collègues) étaient intéressés ; ils demandaient, comment je peux faire pour en avoir un ?* », souvent pour réaliser des mesures soit sur le lieu de travail, soit à domicile. Dans cinq cas, la communication aux autres a pris une forme plus institutionnelle ou collective (ce qui n'avait pas du tout été relevé dans Mobicit'Air). Dans le premier cas, le participant vivant dans un petit village, a annoncé à ses voisins qu'il allait participer au projet et qu'il ferait beaucoup de mesures. A la suite de quoi le maire lui a demandé de faire un retour officiel : « *Est-ce mieux dans le village qu'à Grenoble ?* » Il a alors rédigé un rapport pour l'Association de son village, dans lequel il insistait sur la sensibilisation sur le chauffage au bois. « *Il n'y pas de transports en communs, donc, on ne peut pas demander aux gens de jouer là-dessus. Le message, c'est cool et sain de vivre dans notre village, mais quand on fait du mauvais chauffage au bois, c'est pire qu'à Grenoble* ».

Un participant de la phase 1 a rédigé une lettre à la suite d'un écobuage, mesures à l'appui, pour que la Mairie relaye les résultats plus largement. « *J'en ai parlé à celui qui faisait l'écobuage. Il savait que ce n'est pas bon mais pas à ce point* ». Le troisième cas est un élu réticent qui après avoir réalisé des mesures, a décidé de mettre cette question sur l'agenda de la Commission Climat et Air de sa commune : il a « *fait des mesures avec deux collègues élus mais les deux ont ressenti une forme d'impuissance pour agir* ». Un journaliste a, quant à lui, rédigé pour le Dauphiné Libéré un article de deux pages pleines sur son expérience et son vécu quotidien. Enfin, le cinquième est conseiller info-énergie pour un bailleur social grenoblois qui désirait intégrer la question de l'air dans ses formations. Il a d'abord fait des mesures dans le quartier où il travaille, puis dans le bâtiment et dans son appartement 'témoin' qu'il a transformé en lieu pédagogique sur les consommations d'énergie, d'eau à domicile et sur le tri. Sa participation à CheckBox l'a amené à s'informer davantage afin de développer un module sur la question de la qualité de l'air pour les résidents. Pour autant, un des participants a répondu à des demandes d'amis de venir faire des mesures en raison d'odeurs senties par ces derniers, probablement liées à des activités agricoles. Mais il est le seul à avoir eu ce type d'échanges. Il dit ensuite avoir « *converti* » des utilisateurs de poêles à bois qu'il connaissait concernant l'allumage, observant que « *la vitre s'encrasse bien moins et ça brûle encore mieux et j'ai l'impression que j'ai moins de cendres* ». Un autre participant poursuit, de manière plus prudente, disant que dans son cas, ça avait surtout suscité l'intérêt des gens utilisant des poêles à bois. Ceux-ci ont posé des questions mais c'était difficile « *de leur expliquer cette histoire de particules de 10 et de 5.* » Un seul a rapporté avoir communiqué sur les réseaux sociaux.

Certaines réflexions de participants amènent à relever des significations plus politiques de l'opération et l'adoption d'un rôle de sujet, au sens sociologique du terme, d'acteur. En premier lieu, une des utilisations de l'application Smartphone a été quelque peu détournée de son caractère axiologiquement neutre. En effet, un des participants l'a utilisée pour documenter des seuils d'alerte, « *lorsque c'est dans le rouge* », et se muer en lanceur d'alerte grâce à l'outil, ce qui est une forme de communication aux autres, mais plus engagée. L'information sur la pollution particulière a également été utilisée pour susciter l'alerte dans une cour d'école : « *à côté de l'école des enfants, la cour de récré est dans la fumée. Et bien en fait il y a clairement une maison à côté de l'école qui émet énormément et c'est tellement flagrant, ça en est presque déroutant* ». Cette cour d'école deviendra d'ailleurs un point noir dans la discussion sur l'utilité des mesures. Ces dernières auront permis d'isoler une situation qui pourrait être améliorée et devrait déboucher sur une action grâce au micro-capteur. Un participant explique : « *Je pense à la cour d'école de XXX. Moi, j'étais responsable hygiène et sécurité et tant qu'on ne montre pas aux gens avec des*

appareils qu'ils sont en danger... Donc, je pense qu'il faut faire venir ces gens, prendre une mesure et leur demander d'allumer et après de constater et puis après à nous de leur dire : on peut vous proposer de faire l'allumage par le haut de trouver du bois sec mais au moins ils sont informés».

Beaucoup de projets (cf. chapitre 2) indiquent également des impacts positifs sur la communication aux autres, d'où l'émergence de termes comme « ambassadeurs de l'air » et « relais citoyens ». Cependant, ce projet fait ressortir davantage que les textes recensés que le fait de communiquer aux autres ou d'entendre davantage de messages concernant la qualité de l'air ne change pas nécessairement les pratiques. La communication est une étape parmi d'autres vers des modifications de comportements, mais elle ne garantit jamais lesdits changements.

4.5. Impact du chauffage au bois sur la qualité de l'air : de la découverte à l'action

4.5.1. Acteurs au sein de leur environnement

Concernant les actions associées aux pratiques liées à l'utilisation d'appareils de chauffage au bois, les participants ont été amenés à tester diverses « bonnes pratiques », notamment en adaptant leur technique d'allumage. Certains se sont même mis à se questionner quant à la nécessité d'abandonner leur système de chauffage au bois. Les verbatims non exploités dans le chapitre sur l'analyse des entretiens semi-directifs sont repris ici. Tout d'abord, l'utilisation du micro-capteur a permis de relier différents acteurs du secteur air/énergie/bois :

F, 65, retraitée : « Moi, je circule pas mal en vélo, j'ai du temps, c'était pour rendre service, bénévole aide à l'informatique, pas plus d'intérêt que ça sur la qualité de l'air, je regarde un peu. Mon discours avant, comme Grenoble a cette réputation d'être très polluée, mais c'est parce que c'était la première qu'a été ciblée... mais j'ai l'impression qu'il y a eu des choses qui ont été faites, j'ai l'impression que l'Arve et Lyon c'est pire. Mais là j'ai été focalisée pendant 15 jours dessus alors là ça ne m'a pas plu, et maintenant j'ai la gorge qui me gratte, c'est malin !!

J'ai un poêle à bois depuis 2010 flamme verte et tout, alors je croyais que c'était bien, là par contre, j'étais surprise [de mes mesures en intérieur], au départ c'est bien vert, j'allume, et ça monte très haut à l'allumage, je suis dans un appart au 5e et dernier étage, et donc j'ai la VMC. Je me suis dit peut-être qu'au démarrage la VMC fait ressortir les fumées, donc j'ai fermé les portes de la VMC avec des linges et donc ça a fait pareil donc ce n'est pas ça. Mais c'est à l'allumage. J'ai apporté la doc de mon poêle. Il est trop beau mais là je suis déçue.

Il y a une session pendant 3h à 80µg/m3 tout a refoulé à l'allumage. Il y a de l'aération en haut et en bas. Donc j'ai ouvert la porte fenêtre. »

Une discussion s'entame alors sur l'appareil, l'entrée d'air et l'évacuation à l'arrière.

F, 65, retraitée : « il m'a fait une entrée d'air par derrière mais c'était la norme de 2010. Comme combustible je fais livrer du bois, pour l'allumage je fais à la nordique, une grosse bûche, je mets du petit bois, un peu de papier et des en flammettes, ça démarre très doucement mais ça va. Je fais toujours rentrer mon bois un an à l'avance, donc avec les un an du propriétaire ça doit être sec. La cheminée est ramonée. »

Atmo : « On ne peut pas vous répondre comme ça. Les autres qui ont fait un test, ça monte au démarrage mais là ça dure plusieurs heures. Ce n'est pas normal. Vous connaissez le fonds air-bois ? »

F, 65, retraitée : « Oui mais je n'y ai pas le droit, mon poêle est trop récent. J'ai eu des problèmes d'étanchéité mais l'entreprise n'existe plus. »

Atmo : « Quand vous allumez votre poêle c'est comme si vous étiez en épisode de pollution. Prenez un rendez-vous avec l'ALEC et dites-leur de venir nous voir s'ils veulent voir les mesures. Ils pourront vous aider avec votre problème d'évacuation de fumée. »

A la suite de son échange avec l'ALEC, un installateur de chauffage au bois est intervenu au domicile de la personne et a constaté que le tuyau d'évacuation n'était pas correctement raccordé ce qui entraînait l'évacuation de la fumée directement dans la pièce. Un micro-capteur a été repropoé à l'expérimentatrice afin qu'elle puisse vérifier son installation après l'intervention et être rassurée (Figure 27). Ceci montre qu'en plus de sensibiliser, l'utilisation d'un micro-capteur permet d'outiller les citoyens pour mettre en place des actions directes en lien avec un relais.



F, 65, retraitée : « Ouf, je suis rassurée, les nouvelles mesures (après l'intervention de l'installateur pour reconnecter le tuyau d'évacuation) sont bonnes. Lorsque j'ai allumé mon poêle ce midi, les mesures sont restées entre le vert et le jaune toute l'heure ».

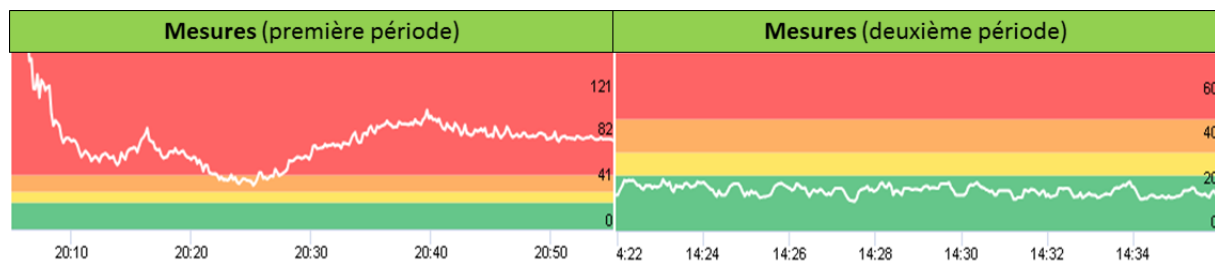


Figure 27 : Sessions de mesure du poêle à bois en intérieur avant et après l'intervention d'un professionnel installateur à la suite d'une fuite de conduit

Cette expérience démontre le potentiel de l'utilisation des micro-capteurs et du service Captothèque pour initier des échanges et liens, avec notamment les agences locales de l'énergie (recommandation, présentation du fond air bois), les professionnels d'installation de chauffage au bois (investigation de problématique et réparation) mais également de la filière bois ou les ramoneurs. Et surtout pour améliorer la qualité de l'air intérieur. Le micro-capteur permet ainsi d'outiller les habitants, mais le service de prêt apparaît aussi comme une porte d'entrée vers un conseil/une réponse plus globale.

4.5.2. Ambassadeurs de connaissance et porteurs d'initiatives collectives

Le participant qui s'est emparé de la thématique grâce à des mesures chiffrées se sent plus légitime pour jouer le rôle d'ambassadeur auprès de son entourage. Ce rôle peut être simplement un échange au sein du cercle familial ou entre collègues, mais il peut également être plus poussé et à l'origine de prise d'initiatives. L'exemple d'un participant se définissant comme « bobo écolo » et très impliqué dans la vie de son hameau peut être cité.

H, 41, cadre : « j'habite à XX, sur les hauteurs de Grenoble, et en plus je traverse tous les jours Grenoble à vélo, donc ma motivation c'était de voir s'il y avait une différence entre XX et Grenoble, et quand je traverse tout Grenoble s'il y avait des endroits plus pollués que d'autres. Ça m'a soulevé plein de questions. Je me suis permis de faire quelque chose dans mon hameau, il y a une association de quartier, j'ai communiqué sur le fait que je faisais des mesures et on m'a demandé de faire un retour. L'idée c'est d'intéresser des voisins, est-ce qu'on est mieux à XX, c'est vraiment bien d'en parler pour sensibiliser les gens. Ce qui m'a marqué, c'est l'impact des cheminées, ça m'a marqué. On est mieux qu'à Grenoble sauf quand il y a les cheminées. » Un autre ajoute : « ...Si je m'appuie sur ma propre expérience : un citoyen très motivé peut à lui seul faire changer pas mal de monde autour de lui et donc ça serait plutôt de s'appuyer sur quelques référents et ce seront eux qui pourront propager la bonne parole ».

Au-delà de ce témoignage, des échanges se sont poursuivis avec le référent territorial d'Atmo AuRA et surtout avec l'union du hameau en question. Ce hameau des hauteurs de Grenoble recoupe deux communes, dont les maires ainsi que les habitants ont tous été conviés à une réunion publique à l'initiative d'un participant de CheckBox. Les maires de ces deux communes ont été interpellés par la pertinence de l'utilisation des micro-capteurs, la possibilité et l'intérêt d'en acheter un pour les communes. La force d'un tel outil est clairement établie, mais il est important d'alerter sur la nécessité d'un accompagnement expert, sans lequel de mauvaises interprétations peuvent vite générer des contre-messages. Le suivi opérationnel de ce participant a montré qu'il avait poursuivi sa démarche en prenant part à la création d'un groupe apolitique d'initiative écologique citoyenne pour notamment proposer une charte de respect de l'écologie portée par les candidats aux élections municipales de 2020. Des propositions en matière de qualité de l'air, de sensibilisation citoyenne et de changement des systèmes de chauffage non performants en étaient l'objet.

L'analyse du projet Ambassad'air¹⁸ de Rennes (mettant en œuvre une démarche de science participative avec des micro-capteurs) montre que pour une personne qui expérimente la mesure, c'est trente personnes au total, principalement de son entourage, qui peuvent être touchées et sensibilisées – sans présumer des impacts véritables sur les pratiques. Une enquête sociologique auprès des participants de

■ ¹⁸ Voir L'Her 2021 et <http://www.wiki-rennes.fr/Ambassad%27Air>:

chacune des phases pourrait tenter de mieux appréhender et de quantifier l'impact potentiel de tels ambassadeurs. Un autre exemple marquant est celui d'un participant (H, 73 ans, retraité, équipé d'un chauffage principal au fioul et, en appoint, d'une cheminée à insert, cité précédemment), qui est arrivé à la session de formation dans une attitude d'opposition. Il a donc été mis au défi sur sa période de mesure de tester le maximum de situations pour montrer si ses croyances se vérifiaient.

Ce participant a trouvé chez Atmo un accompagnement important, en appelant ou en venant dans les locaux au moins un jour sur deux, car il ne maîtrisait pas totalement le système et avait surtout besoin d'échanger. Ces moments ont été l'occasion de suivre l'évolution de son appropriation de connaissances et ses réactions. Un jour, ce participant était venu montrer une session qu'il avait réalisée faisant état d'un pic au-dessus de la Rode. Il lui a été expliqué qu'une variation de $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ était dans l'incertitude de mesure. Cela a été l'occasion de lui demander où il en était de son challenge et la réponse a été sans équivoque « *Je suis ébranlé par mes mesures du chauffage au bois...* ». Il lui a été demandé s'il avait testé les méthodes d'allumage et il a répondu sur le ton de l'humour : « *Vous avez décidé de m'embêter jusqu'au bout aujourd'hui... Ma femme allume par le haut et moi par le bas, et il va encore falloir que j'admette que c'est elle qui a raison. Il faut arrêter de bousculer toutes mes convictions !* »

Ce participant était également membre d'un conseil municipal et est allé porter son expérience et sa volonté de faire prendre conscience à ses concitoyens de l'impact d'une utilisation non adaptée du chauffage au bois (Figure 28). Cette commune des hauteurs de Grenoble possède en effet un nombre important de maisons se chauffant au bois en mode principal (132 maisons sur 478 logements). Ce retour venait compléter la demande parallèle de la commune de connaître l'impact d'une chaufferie bois collective installée dans l'école.

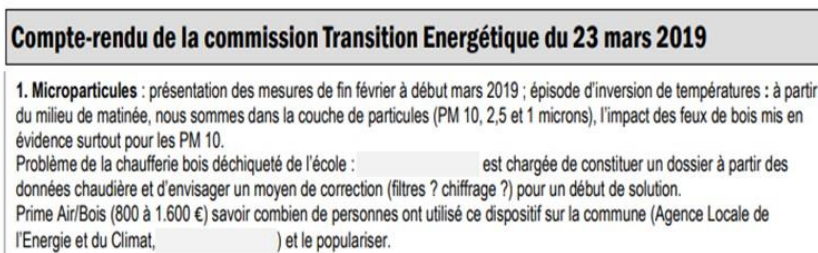


Figure 28 : Extrait du magazine communal Avril 2019

L'étape d'exploration collaborative a montré que ce territoire avait déjà initié avec Atmo Auvergne-Rhône-Alpes des démarches pour mieux en comprendre la qualité de l'air. La participation et la prise d'initiative d'un participant de cette commune lors de la phase 1 ainsi que le nombre important d'appareils domestiques de chauffage au bois sur cette commune en faisaient un territoire intéressant pour initier un projet collaboratif citoyen autour de l'influence du chauffage au bois sur la qualité de l'air. Les premiers éléments issus de l'étude autour de la chaufferie avec des stations citoyennes fixes ont constitué une base de discussion avec les habitants de la commune et la mise en place d'actions communales.

5. Conclusions

L'intérêt du projet CheckBox réside autant dans les résultats pour les sciences sociales que dans la nécessité de faire évoluer la démarche technique et d'accompagnement individuel et collectif tout au long de l'opération, donc dans l'évolution de toutes les parties prenantes. Le caractère d'innovation, à la fois technique et sociale, avec un accompagnement expert, que représente le projet CheckBox, repose sur un apprentissage collectif lié à la mise en œuvre d'un dispositif (incluant l'accompagnement expert) sans réel précédent, évolutif, se situant bien au-delà d'une adaptation.

5.1. Des participants au profils spécifiques

Les groupes de participants des trois territoires se distinguent de la population générale sur plusieurs points :

- Un très haut niveau de scolarité, avec plus des 75 % des participants déclarant un deuxième ou troisième cycle universitaire (moyenne française environ 25 %). Pour attirer d'autres types de publics, il est nécessaire mettre en œuvre une procédure spécifique beaucoup plus proactive et

ciblée, par exemple dans des quartiers sensibles ou plus exposés à la pollution particulaire, avec des bailleurs sociaux ou plus généralement dans des corps de métier plus manuels. En phase 2, sur la commune de Herbeys, la sollicitation par tractage dans les boîtes aux lettres et réunion publique sur une étude de qualité de l'air de la commune ont été des outils bien plus porteurs pour toucher des publics variés ;

- Les participants sont plus intéressés par la pollution de l'air, se sentent plus gênés et sont davantage préoccupés que la moyenne de la population tout en se sentant moins bien informés que cette dernière ;
- Ils comprennent mieux le poids et la place du chauffage au bois dans la qualité de l'air que la moyenne de la population ; le type d'appareil est considéré par les répondants comme étant le facteur le plus important (relatif à la qualité du bois ou du type d'allumage, par exemple) au regard de son rendement énergétique et de sa contribution à la pollution de l'air.
- Les participants des phases 1 et 2 se sont montrés plus préoccupés par la pollution de fond que les participants de la phase 3, davantage préoccupés des pollutions ponctuelles (sulfatage des vignes ou des cerisiers, écobuage des agriculteurs, feux de matériaux par les artisans locaux). C'est un des facteurs territoriaux relevés ;
- Les répondants de la phase 3, lorsqu'ils parlent de pollution de fond, l'associent davantage à la ville qu'à la campagne ou à l'industrie, à l'exception des pollutions qui proviendraient de l'extérieur du territoire.

5.1.1. Motivations des participants

Les motivations des participants se sont retrouvées de manière plus ou moins marquées sur les trois phases :

- Les impacts sur la santé priment sur tous les autres en tant que facteur d'attractivité pour participer à CheckBox ;
- Dans les questionnaires, les participants des deuxième et troisième phases se démarquent de ceux de la première quant à leur première motivation à participer avec dans l'ordre « le souhait d'en apprendre plus sur la pollution au quotidien », puis de « participer à un projet collectif participatif (dernière position dans la phase 1) et enfin d'« apprendre des moyens de combattre et/ou de me protéger de la pollution ». Tous ont mentionné, dans les trois phases, le fait de vouloir « se faire leur propre idée par rapport à tout ce qu'ils peuvent entendre » ;
- L'attrait pour les nouvelles technologies n'arrive pas en première position. Il occupe même la troisième position dans la phase 1.

A noter que comme dans beaucoup d'études sociologiques, la propension à répondre aux questionnaires et à des projets de recherches citoyennes dépend en partie de ce que Bourdieu (1979) appelle la bonne volonté des classes moyennes. Il ne nous est pas possible de tirer des conclusions quant à d'autres types de profils sociologiques, nous ne pouvons que souligner l'importance de développer un protocole de recherche qui permettrait justement de tenter d'intégrer des profils différents.

5.1.2. Les facteurs sociologiques et les représentations

Sur les trois terrains, seuls le genre et la « position environnementale » ont un léger effet sur les réponses relatives à l'intérêt, la gêne ressentie, la perception des impacts ou la préoccupation pour la pollution de l'air.

- Les participantes sur les trois territoires pensent plus que les hommes que la pollution de l'air a un impact sur la santé ;
- Ceux qui se chauffent au bois par conviction environnementale sont plus convaincus que les autres de « l'importance de l'enjeu de la qualité de l'air et qu'il doit être résolu » ; ils pensent plus que les autres que la qualité de l'air a des impacts sur la santé et enfin, ils se sentent légèrement plus gênés ;
- Le fait d'utiliser un chauffage au bois n'est pas corrélé (dans la limite de la taille de l'échantillon et des profils des participants) à i) l'intérêt pour la qualité de l'air ni ii) à leur perception du niveau de connaissance ni iii) à leur perceptions des impacts ;

- Le niveau d'éducation et la CSP ne sont pas corrélés à la sensation d'être informé, ni à la sensation de gêne, ni à la perception des impacts de la pollution de l'air sur la santé ;
- L'évaluation des répondants au questionnaire de recrutement du niveau d'impact de la pollution sur la santé n'est pas corrélée avec le niveau d'intérêt, de perception ou de connaissance sur le sujet ;
- Les niveaux d'inquiétudes déclarés dans le questionnaire de recrutement ne sont pas associés à la sensation de gêne ni à l'intérêt ni à la perception des impacts sanitaires de la qualité de l'air.

5.2. Les réactions des participants face aux mesures

5.2.1. Le rôle des sens dans la prise de mesure

L'odeur (fumée, cuisine, gaz d'échappements...) et l'observation (panaches, nappe en fond de vallée) suscitent et orientent les mesures. Les sens jouent également un rôle dans l'interprétation des mesures et dans l'identification des sources d'émission. Les participants évoquent en majorité les couleurs sur l'appli associée au capteur et non les valeurs chiffrées (à l'exception de certains qui ont même téléchargé leurs données pour les comparer à des données de mesures réglementaires). C'est la couleur rouge qui les pousse ensuite à regarder les chiffres (bien que certains s'alertent dès la couleur jaune).

La confrontation des sens et de la mesure provoque différentes réactions chez les participants :

- La confirmation des représentations ou à l'inverse un étonnement : ils mettent en relation les odeurs avec les couleurs qui s'affichent, ce qui les conforte parfois dans leurs représentations lorsque les deux correspondent mais les déroute dans d'autres cas, notamment lorsque senteur et mesure ne correspondent pas à leurs attentes ;
- Remise en question : le micro-capteur a été utilisé comme prolongement des sens, comme un instrument servant à confirmer ou infirmer une représentation sociale de la pollution : l'encens sent bon et est perçu comme sain et pourtant la mesure montre un niveau élevé de particules, qui remet ainsi en cause les croyances des participants ;
- Mise en doute de la fiabilité du capteur : par exemple, lorsque l'odeur de gaz d'échappement n'est pas accompagnée par des concentrations en particules élevées. L'évaluation du matériel et l'accompagnement (pour rappeler que le capteur ne mesure que les particules) se révèlent alors primordiaux.

5.2.2. Le chauffage au bois : de la surprise de son importance à la découverte des bonnes pratiques

Si la grande majorité des participants était déjà consciente du chauffage domestique au bois comme source de pollution de l'air, son importance et sa contribution majeure à la pollution particulaire hivernale ont été une découverte pour la plupart d'entre eux. Tous ont réalisé l'importance de cette source de particules fines en effectuant des mesures dans des contextes variés : intérieur et extérieur, avant et après avoir aéré, avant et pendant le chauffage en intérieur, en comparant les résultats obtenus à l'intérieur et à l'extérieur, sous une cheminée dans le vent, en voyant et en sentant la fumée, avec les portes du poêle ouvertes ou fermées...

L'expérience de la mesure et les différents échanges ayant eu lieu au cours de la période de mesure ont également permis à certains d'identifier des bonnes pratiques à mettre en place au quotidien pour diminuer la pollution due à l'utilisation de leurs appareils. Dans les trois phases, les participants ont ainsi testé différents types d'appareils de chauffage au bois et ont pu identifier des différences d'émissions de PM selon le type de poêle à bois. De nombreux participants ont également testé le mode d'allumage par le haut en l'adoptant après des échanges avec les autres participants et plus ou moins de pratique. Ces bonnes pratiques, permettant d'optimiser la combustion et donc de réduire les émissions de polluants, étaient toutefois déjà connues et pratiquée par certains des participants.

5.2.3. Le dispositif technique et le rôle des mesures citoyennes

Le dispositif de la Captothèque d'Atmo AuRA utilisé dans le projet CheckBox se composait du prêt du capteur, de l'application Smartphone proposant des mesures libres et des missions pédagogiques, d'une plateforme numérique de visualisation des données et d'échange et d'un accompagnement expert sur la qualité de l'air. Plusieurs points émergent :



- La simplicité de la prise en main de la technologie s'est révélée prometteuse pour une diffusion à grande échelle par le biais du dispositif de la Captothèque, en particulier pour des publics utilisant habituellement des Smartphones ;
- La prise en main du dispositif n'est pas toujours facile pour les moins technophiles, surtout en cas de problèmes techniques (déconnection Bluetooth, déchargement de la batterie, synchronisation des données non réalisée). Un accompagnement adapté est donc toujours nécessaire à mettre en place en parallèle ;
- La plateforme de la Captothèque a été principalement utilisée par les participants pour visualiser leurs propres données et par quelques-uns pour commenter des mesures ou poser des questions. Les notifications et les contenus pédagogiques interactifs prévus dans les développements à venir de la Captothèque devraient favoriser encore l'utilisation de la plateforme ;
- Pour les participants, les mesures associées à des « missions » se sont avérées faciles à réaliser et les ont encouragés à faire des mesures auxquelles ils n'auraient pas pensé ;
- Les « missions » apportent un cadre structurant qui permet aux participants de comparer leurs mesures (par exemple de différents pots d'échappement ou encore de différents appareils de chauffage au bois) ;
- L'évaluation, la vérification et la maintenance des micro-capteurs, avant et après chaque prêt, est indispensable pour la fiabilité du matériel, et donc des mesures, pour éviter l'usure prématurée et le rachat régulier de nouveaux appareils, incompatibles avec une démarche de développement durable ;
- L'accompagnement expert et les ateliers d'échange se sont révélés indispensables pour bien recontextualiser les mesures, éviter les contre-sens et répondre aux questionnements territoriaux des participants.

Plusieurs personnes, qui n'avaient pas regardé attentivement ce qui leur était proposé à travers le projet CheckBox, s'attendaient à participer à un projet de collecte de données de surveillance de la qualité de l'air et pas à une exploration des sources et de leur environnement. Elles ont donc été surprises de l'usage et du statut des données mesurées qui « *n'entreraient pas dans les données Atmo AuRA* », s'attendant initialement à un usage plus « utile ». Les échanges avec ces personnes, leur expliquant par exemple que des données de grille-pain n'avaient pas vocation à améliorer la surveillance de la qualité de l'air, ont permis de rappeler le contexte de découverte et de présenter plus en détails les différents travaux en cours à Atmo AuRA impliquant des données citoyennes.

5.2.4. La communication : de testeurs passifs à lanceurs d'alerte proactifs ?

Après avoir expérimenté la mesure de la qualité de l'air et être montés en compétence sur la thématique, les participants peuvent également jouer un rôle primordial d'ambassadeur et de porteur de messages ou d'initiatives. Ce positionnement vis-à-vis du sujet reste complexe aux yeux des citoyens participants. Ils se sentent cependant plus légitimes après avoir participé au projet CheckBox, ce qui suscite différents types d'interactions :

- Des réactions de communication variées : de la tenue secrète des informations obtenues (cas rares) au lanceur d'alerte militant (cercle associatif, conseils municipaux, école...) en passant par une majorité de personnes communiquant leurs découvertes à leur entourage immédiat et leurs collègues de travail ;
- Du simple « jeu » au message d'alerte : plusieurs participants mentionnent leur volonté de convaincre les personnes de leur entourage du risque sanitaire lié aux particules fines émises par le chauffage au bois, mais les réactions de l'entourage ont été parfois décevantes pour certaines alors que pour d'autres cela a été un « jeu » familial (exercice ou rituel familial partagé avec le conjoint et/ou les enfants) ;
- Des modes et types d'interactions impactées par le confinement : celui-ci a eu des effets directs importants avec la réduction des interactions sociales, familiales, professionnelles, sportives... recentrant les discussions au sein du foyer ou de la famille élargie et se focalisant sur des enjeux publics forts, comme les cours d'école.

L'appui de la visualisation des mesures en temps réel a été apprécié pour ses vertus didactiques : les courbes et les couleurs aident à faire réaliser la pollution et à la rendre concrète dans la communication à autrui.

5.2.5. L'impact des mesures sur la mise en place d'actions

Le projet a montré la pertinence d'un tel dispositif pour l'appropriation des problématiques de qualité de l'air liées au chauffage au bois et la mise en action de bonnes pratiques. Cette approche a permis d'identifier plusieurs effets dans les perceptions influençant les pratiques :

- « *Faire des mesures est une très bonne sensibilisation !* » quant à l'impact du chauffage au bois sur la qualité de l'air disent les participants. C'est d'ailleurs l'effet le plus important rapporté par ceux-ci ;
- Une meilleure compréhension de l'enjeu sanitaire, visible dans les retours des participants sur le chauffage au bois, mais aussi dans leur questionnement concernant les autres sources de pollution de l'air en général. La pollution de l'air intérieur intéresse en particulier mais demeure une source de doutes et de questionnements sur les polluants concernés (sources, composés), leurs impacts, la capacité à les mesurer ;
- L'allumage par le haut s'est diffusé parmi les participants qui ne le pratiquaient pas et a confirmé l'efficacité de cette pratique pour ceux et celles qui y recourraient déjà. Certains ont convaincu des proches d'adopter cette façon d'allumer le feu ;
- Les mesures en intérieur ont permis de détecter un problème de fuite sur un poêle à bois d'une participante, qui l'a ainsi fait réparer en se faisant aider par l'agence locale de l'énergie ;
- Des participants ont décidé de changer de poêle ou changé d'avis sur le type de chauffage qu'ils souhaitaient installer à la suite de mesures ;
- Beaucoup ont appréhendé la variabilité temporelle de la pollution avec la présence de cycles journaliers. Ils en sont venus à la conclusion qu'il ne s'agissait pas d'arrêter d'aérer, notamment lors d'un épisode de pollution, mais plutôt de modifier les horaires d'aération du logement en favorisant les moments de la journée où les concentrations extérieures sont les plus faibles ;
- Les mesures en air intérieur ont remis en question certaines pratiques quotidiennes comme l'usage de l'encens, des bougies, voire la cuisson des crêpes et le fait de trop faire griller son pain au grille-pain.

5.3. Les apports d'un tel dispositif

On constate un processus d'apprentissage des participants et participantes durant le projet, associé aux ajustements entre une démarche technique et ses usages. L'approche sociologique vise à suspendre le jugement du chercheur quant à la véracité scientifique des informations produites par les participants, pour se consacrer aux cheminements de ces derniers. En s'engageant dans les phases du projet CheckBox (découverte du micro-capteur, sessions de formation et ateliers d'échange, bilan...), les participants ont apporté des informations précieuses à la fois pour l'étude sociologique de la pollution de l'air et pour l'évolution permanente de la Captothèque. Ils ont appris à discerner les informations principales (comme le rôle du chauffage au bois dans la pollution particulaire) et les informations secondaires (telle l'odeur de l'encens, l'esthétique de la flambée dans la cheminée, le fait d'aérer systématiquement son logement le matin...). Ils ont pu distinguer ce qui relevait de leur perception sensorielle des informations apportées par le micro-capteur. Dans tous les cas, il ne s'agissait pas de savoir si la mesure était vraie ou fausse, mais d'intégrer cet enjeu dans le cadre général du processus d'apprentissage.

L'évaluation de la pertinence de l'utilisation de micro-capteur en tant qu'outil pour la surveillance de la qualité de l'air nécessite encore beaucoup de réflexion et fait l'objet de nombreux travaux sociotechniques menés par ailleurs. L'objectif du projet CheckBox était davantage d'identifier l'impact de la mesure de la qualité de l'air par micro-capteur sur les citoyens et sur leur appropriation de la thématique. Ce projet a permis de confirmer l'intérêt de ces nouveaux outils ainsi que celui d'un dispositif comme la Captothèque pour la sensibilisation du grand public à la qualité de l'air et pour sa montée en compétence sur cette thématique. Il a également permis de faire prendre conscience aux citoyens de la complexité globale du sujet, en particulier de la mesure de la qualité de l'air et des missions des AASQAs. Le projet CheckBox a également apporté des pistes pour faire prendre conscience du chauffage au bois comme source de PA mais aussi des modes de sensibilisation des citoyens sur les bonnes pratiques sans avoir recours aux micro-capteurs, même si ces derniers offrent un apport indéniable. Mais de toute évidence, on ne peut pas équiper toute la population française de ces appareils...



6. Les recommandations issues du projet

Afin de faciliter et de diffuser la participation citoyenne dans les efforts d'amélioration de la qualité de l'air, plusieurs types de recommandations issus de l'expérience des participants mais aussi de leur apprentissage et de leurs réflexions peuvent être proposés. Elles sont à comprendre dans le contexte de l'étude, dans ses conditions opérationnelles et de mesures quotidiennes spécifiques. Elles ont bénéficié de l'apprentissage des trois phases du projet, tant au niveau de la méthode d'inclusion des participants et d'animation de l'expérimentation que du vécu et de la signification mis en avant par l'enquête sociologique.

6.1. Communiquer sur la qualité de l'air : diversification des outils et méthodes

Les participants ont fourni de nombreuses idées sur **comment** communiquer en face-à-face et de manière collective, tout en identifiant quelques mesures et messages clés, associés aux impacts de leurs mesures. Leurs propositions dépassent la simple campagne de sensibilisation ou la lecture d'articles dans des journaux quotidiens, peu utilisés comme source d'information par les participants. L'analyse illustre bien que communiquer ne suffit pas à faire modifier des pratiques. Mais comme l'ont indiqué plusieurs participants, certains ont vu leur conviction modifiée ou renforcée. Pour provoquer des changements de pratiques, le projet CheckBox confirme l'idée que la communication doit faire **l'objet d'un accompagnement ciblé, perçu comme pertinent par la cible elle-même et en relation avec la pratique visée**. Néanmoins, la communication demeure nécessaire mais à condition d'émaner de sources reconnues comme fiables et légitimes par la population et offrant des prises pour un changement de pratique atteignable au quotidien. Les modes de communication doivent donc être multiples en termes de contenus mais aussi de formes et de médias, pour diffuser et améliorer l'intelligibilité, c'est-à-dire la perception de la pertinence de l'enjeu par le citoyen et pour amplifier son intérêt et son envie d'agir.

Il est intéressant de noter que les participants à la phase 1 du projet CheckBox, lors des entretiens, ont proposé de nombreuses perspectives pédagogiques, *sans que l'on ait eu à leur poser la question de manière explicite*, offrant des réponses imaginatives à la question : *comment communiquer et sur quoi ?* Les suggestions listées ci-après sont issues soit des participants eux-mêmes soit de l'analyse croisée de leurs réponses. Pour résumer, les participants soulignent l'attrait des méthodes innovantes et de leurs impacts potentiels plus grands, notamment au niveau collectif, c'est-à-dire intermédiaire entre les aspects psychologiques du changement d'attitude et les aspects de confiance dans l'encadrement par l'État de garanties et de droits à la santé et au bien-être des habitants (Bickerstaff, 2002).

La première des suggestions est donc de partir de la richesse et l'inventivité des retours des participants sur les suggestions d'amélioration pour inspirer des méthodes de sensibilisation qui correspondent à leurs attentes.

Dans un premier temps les participants soulignent tous la nécessité d'avoir **davantage d'informations sur la place et le rôle du chauffage au bois sur la qualité de l'air** dans les espaces publics et les médias, et ce quel que soit le territoire. Il faudrait dans une autre recherche approfondir le rôle et l'impact de l'information issue des acteurs de la qualité de l'air sur des populations vivant sur un territoire proposant un fonds air bois, en comparant avec un territoire ne disposant pas de ces outils. Le fait que tous les participants aient été surpris par l'importance de cette source de particules – alors qu'ils étaient plus intéressés par la qualité de l'air que la moyenne de la population – fait ressortir l'importance d'informer davantage, mieux et par des moyens et des médias plus variés, les populations sur l'impact du chauffage au bois sur la qualité de l'air du territoire. Les participants ont mentionné la possibilité de communiquer en intégrant des micro-capteurs permanents directement dans le mobilier urbain et en affichant les mesures en temps réel.

On trouve d'autres propositions dans les cas rencontrés, confirmés par la littérature, selon lesquels l'information peut cibler des périodes de la vie caractérisées par un changement majeur : déménagement, arrivée d'un enfant, changement de mode de transport entre habitation et travail, changement de chauffage, etc¹⁹. C'est à l'occasion de discussions en famille dans ces moments de rupture et de

¹⁹ <https://bibliothèque.ademe.fr/consommer-autrement/4622-les-evenements-de-vie-comme-opportunités-pour-encourager-des-pratiques-ecoresponsables.html>



changements que les informations sur les bonnes pratiques en matière de qualité de l'air ont le plus de chance de porter, car elles correspondent à un enjeu éprouvé par les ménages à un moment donné.

L'analyse des retours des participants montre également que si les mesures sont convaincantes pour les participants et les personnes qu'ils croisent, c'est bien grâce i) au micro-capteur et ii) parce que celui-ci est utilisé par des citoyens plutôt que par des acteurs impliqués dans les questions de qualité d'air ou des élus. Des mesures citoyennes accompagnées et une transmission des connaissances de particulier à particulier apparaissent donc comme une réponse venant en accompagnement des campagnes de communication à grande échelle qui, si elles demeurent nécessaires, n'ont pas toujours les effets optimaux souhaités. Il peut donc être imaginé qu'une manière de toucher le plus grand public possible serait de *présenter des photos ou des vidéos très courtes de participants en situation réelle avec la mesure du micro-capteur visible et une observation/commentaire du type identifié dans les verbatims*. Les associations, les collectivités territoriales ou les AASQAs pourraient ainsi réaliser des vidéos courtes, des reportages sur différents médias audiovisuels. Ceci permettrait d'ancrer le message dans l'environnement proche du public et lui fournir une figure à laquelle s'identifier plus facilement. Peuvent être pris en exemple la vidéo de promotion du service Captothèque, celle de la valorisation de l'expérimentation BB-Clean ou celle du projet d'observatoire lycéen dans la vallée de l'Arve.

6.2. Vers une montée en compétence de nouveaux publics cibles

Si le mode de recrutement initial visant à obtenir une diversité de participants avait une utilité et un objectif méthodologique sociologique, le passage à l'action visant à susciter des changements de pratiques nécessite une approche plus ciblée vers des professions spécifiques, des quartiers... Le mode de recrutement utilisé dans le projet CheckBox a montré toute la difficulté d'attirer des citoyens moins enclins à participer à des projets de sciences participatives et, plus spécifiquement, sur la qualité de l'air. A ce propos, Atmo AuRA mène des projets en direction de ces différents publics. On peut en lister ici certains et les milieux particuliers qu'il serait intéressant de toucher :

- Le milieu scolaire

Le premier public cible qui émerge des discussions est les élèves en milieu scolaire (il s'agit d'une suggestion exprimée par des participants), les écoles étant des points focaux de l'attention à avoir en matière de qualité de l'air. Certains des participants plus portés vers la pédagogie – enseignants en fonction ou à la retraite – ont souligné la richesse et l'intérêt de réaliser des mesures dans un cadre scolaire dans les matières suivantes : technologie, physique-chimie, SVT, mathématiques, mesures, géographie (cartographie).

De nombreux outils à destination des milieux scolaires sont déjà disponibles (ex : l'Air et Moi, Justin peu d'Air, les kits de Monde Pluriel...). Ici la question du micro-capteur est abordée pour un public scolaire. Les objectifs visés seraient néanmoins importants à définir en amont : il ne suffit pas de construire un micro-capteur pour être sensibilisé à la problématique. Comme pour les adultes, l'accompagnement des élèves sur la compréhension des données est primordial.

- Le monde associatif

Des associations, notamment de santé et environnementale ou d'autres acteurs de l'Économie Sociale et Solidaire (ex. SCOP) pourraient enrichir les animations et compléter le dispositif de Captothèque. De la même manière, il est intéressant de travailler étroitement avec les collectivités pour favoriser le déploiement local ou encore de faire appel à des relais pour la mise en place d'actions.

- Les professionnels

La sensibilisation à travers les professionnels de la filière bois ou d'autres acteurs en lien avec les problématiques connexes (logement, santé, enseignement...) semble également essentielle et prometteuse. Des formations adaptées à ces corps de métiers seraient alors nécessaires pour accompagner ces différents acteurs tout au long de leur démarche de sensibilisation auprès de leurs clients ou publics :

- Les ramoneurs ;
- Les vendeurs dans les magasins de bricolage ;
- Les installateurs de chauffage ;
- Les Agences Locales de l'Énergie et du Climat ;
- Les enseignants et accueils d'enfants ;



- Les conseillers « énergie » des bailleurs sociaux ;

Une approche géographique, « par quartier ou région urbaine », a été explorée dans la phase 2 et a montré le fort potentiel d'une démarche sur un territoire de vie commune. Une entreprise locale ou une association sportive pourrait également permettre ce lien territorial.

Les relais publics tels que les mairies et les communautés de communes sont également intéressants pour inciter les citoyens à explorer la qualité de l'air de leur territoire. Comme décrit dans la phase 2, la mairie peut jouer un rôle – frein ou moteur – dans la promotion d'un dispositif citoyen de mesures de qualité de l'air auprès de ses administrés. En phase 2, la participation fédératrice de la mairie, l'expertise apportée par Atmo AuRA ainsi que l'animation assurée par la Turbine ont permis la mise en place d'une véritable dynamique collective permettant la réalisation d'une étude collaborative portée par les citoyens et répondant à une problématique locale complexe.

6.3. Un socle technique et un accompagnement expert

Le projet CheckBox confirme qu'il est préférable que l'utilisation de micro-capteur se fasse dans le cadre d'un dispositif global et encadré afin d'amener les citoyens vers des conclusions robustes.

L'accompagnement par Atmo AuRA dans le cadre du projet CheckBox utilisant son dispositif de Captothèque a permis :

- Un échange direct avec un expert de qualité de l'air du territoire, ce qui était très attendu des participants ;
- Une recontextualisation des mesures et le recentrage des appropriations ;
- Une évaluation du matériel avant chaque prêt et, dans le cas des mesures fixes, le déploiement de mesures environnementalement recalées ;
- La connexion des mesures citoyennes avec l'observatoire réglementaire afin d'essayer de les valoriser ;
- Un contact direct avec des professionnels pour expliquer aux citoyens les problématiques de la qualité de l'air (polluants, sources, etc.).
- Il serait intéressant aux vues des demandes d'un certain nombre d'AASQA, de permettre un déploiement du dispositif Captothèque incluant l'accompagnement. Le frein majeur est le modèle économique autour du déploiement d'un tel dispositif et service.

Si d'autres projets de prêt de capteurs aux citoyens ont été expérimentés par d'autres AASQAs (les Ambasad'Air à Rennes ou encore Air Citizen à Paris), le dispositif Captothèque d'Atmo AuRA, intégrant à la fois l'ensemble du socle technique nécessaire à la prise de mesure individuelle mais également l'accompagnement expert est unique en France. L'impact significatif et positif d'un tel dispositif sur la montée en compétence des citoyens sur la thématique de la qualité de l'air ainsi que sur la mise en place d'action en faveur de son amélioration est désormais reconnu par de nombreux acteurs du domaine. Pour autant, le modèle économique complexe et les ressources nécessaires à son fonctionnement restent des freins majeurs pour un déploiement massif sur d'autres territoires.

6.3.1. Un parc de capteurs à enrichir avec l'évolution de la technologie et des problématiques

Le micro-capteur est un outil technique qui permet aux citoyens d'être acteurs de la mesure de qualité de l'air. Certaines pistes d'amélioration peuvent être envisagées et sont décrites ci-dessous. A noter cependant que le micro-capteur est un objet connecté ayant un impact environnemental non négligeable (matériaux entrant dans sa construction), surtout s'il est très peu utilisé. Le dispositif déployé dans CheckBox avec prêts et réparations du matériel vise cependant à optimiser son utilisation et sa durée de vie.

- **Amélioration des capteurs actuels**

Au-delà du critère de fiabilité de la mesure du micro-capteur, indispensable pour rassurer et conforter les participants sur leurs mesures, leurs retours d'expérience ont montré que certaines améliorations des micro-capteurs seraient intéressantes :

- Avoir un micro-capteur communiquant avec la majorité des types de Smartphone (Android comme iOS) ;
- Avoir un témoin de charge ;

- Avoir une application qui soit simple, en français (ce qui a été réalisé entre les phases 1 et 2).
- **Mesurer d'autres polluants**

Les enquêtés en entretiens semi directifs, forts de leur recherche de sources, s'intéressent maintenant à comprendre quels sont les autres polluants émis et par quelles sources, ce que nous avons également noté dans le projet Mobicit'Air. Ainsi, a été avancée la possibilité de mesurer des polluants intérieurs, notamment les COV, qui demeurent mal connus, ou encore les oxydes d'azote, polluants majoritaires du trafic routier.

A noter cependant qu'actuellement les évaluations de capteurs, pour ces autres polluants, n'ont pas permis de trouver des capteurs stables, fiables et dans des gammes de prix permettant un déploiement citoyen.

- **Observatoire citoyen**

Les micro-capteurs ont des objectifs différents : les capteurs mobiles sont orientés vers la découverte des sources et des environnements et les capteurs fixes sont utilisés dans le cadre d'observatoires citoyens.

Tous les participants en phase 1 à qui la question a été posée ont indiqué leur intérêt pour approfondir leur expérience de la mesure avec un autre type de micro-capteur, stationnaire celui-ci. De par son utilisation en position fixe et une caractérisation des mesures moins complexes, ce type de micro-capteur peut ainsi permettre la mise en place d'observatoires citoyens, c'est-à-dire un réseau de mesures fixes (à l'image du réseau de surveillance réglementaire piloté par Atmo-AURA) géré par les citoyens, avec l'accompagnement d'Atmo-AURA. En phase 2, les participants ont d'ailleurs pu bénéficier de la mise en œuvre d'un tel réseau micro-capteur fixe (cf. partie 4.2.2.2). L'intérêt des citoyens pour un tel dispositif est multiple et renvoie aux aspects suivants :

- Avoir « son propre capteur » et produire de la donnée (discours purement technophile) ;
- Mieux comparer les niveaux de pollution dans l'espace (entre quartiers ou communes) et dans le temps. L'enjeu sanitaire est ici fortement présent : « *on veut connaître les endroits les plus pollués et ceux préservés* » ;
- Générer davantage de données d'intérêt (utiles à Atmo) et contribuer à l'amélioration des connaissances scientifiques, notamment en affinant la modélisation et la prévision de la qualité de l'air grâce à des données plus locales et plus fines.

Nombre de participants se sont également montrés « *éventuellement* » intéressés par des ateliers de construction de micro-capteurs avec des degrés différents de motivations, certains préférant un capteur déjà construit.

6.3.2. Un dispositif technique en constante évolution pour un réel complément à l'accompagnement

La plateforme web de la Captothèque a été complètement repensée au fil des phases successives du projet, avec l'apport des retours d'expérience des participants à CheckBox, mais aussi à partir des autres projets citoyens réalisés sur le territoire régional. Les retours des utilisateurs ont notamment été pris en compte dans les évolutions du dispositif sur plusieurs points :

- Pouvoir commenter, échanger autour des mesures ;
- Suivre des missions pédagogiques ;
- Avoir un design permettant une appropriation facile des outils ;
- Avoir un système d'inscription encore plus fluide ;
- Avoir des tutoriels vidéo ;
- Fournir toujours plus d'informations sur la QA.

6.3.3. Un accompagnement par des professionnels de la qualité de l'air

L'accompagnement expert est essentiel pour assurer le suivi technique et les questionnements territoriaux autour des mesures. Cela évite les mauvaises interprétations. Le dispositif Captothèque permet déjà, du fait de ses améliorations continues, de faciliter la compréhension notamment par le biais

des missions pédagogiques et des challenges, qui aident les participants à recontextualiser, à poursuivre leur apprentissage en autonomie et à poser leurs questions sur l'espace collaboratif.

Des sessions d'échange viennent compléter ce dispositif numérique et un mode collectif est à favoriser en présentiel, lorsque cela est possible, pour rendre ces échanges plus conviviaux et riches. C'est l'occasion pour les participants de faire un bilan de leurs mesures, de les confronter aux autres, de revenir sur des conclusions erronées, de créer des liens, d'échanger avec des experts de la qualité de l'air du territoire, de trouver de nouvelles idées de mesures... Pour cette dernière raison, de tels temps d'échanges sont à favoriser en milieu de période de mesure.

Dans le cadre de ce type de projet de mesures de qualité de l'air par des citoyens assistés de capteurs, animer d'entrée de jeu des sessions de formation collectives avec des publics variés permet d'instaurer d'emblée une dynamique de groupe et un engagement au projet. Cela favorise également l'entraide et les échanges en cours de projet.

6.3.4. Service en distanciel

Le déploiement du service de la Captothèque à plus grande échelle et sur des territoires éloignés des pôles d'Atmo AuRA nécessite de repenser la logistique des prêts, notamment en développant le distanciel. C'est ce qui a été exploré et pratiqué lors de la phase 3 avec réussite.

Lors de la phase 1, les participants avaient été interrogés sur la question. Tous semblaient avoir la même réaction initiale : « *oui, une petite vidéo de formation semble suffisante pour apprendre comment s'en servir, c'est assez intuitif* ». Cette première réaction était presque immédiatement suivie chez la majorité par une autre, plus prudente, soulignant de plusieurs façons une limite, celles des personnes moins à l'aise avec les nouvelles technologies. Un participant à la phase 1 avait d'ailleurs réfléchi à voix haute : « *Ok pour le service d'envoi par la poste. Le tuto visuel ou écrit serait suffisant mais (ma femme) ne serait pas motivée par la partie techno même si elle le serait pour la partie « mesure ». En même temps, les gens qui seraient intéressés par ce genre de projet devraient être motivés et se sentiraient capables de le faire, donc, ça ne devrait pas poser problème* ».

Toucher des publics variés impose de réunir des personnes avec des motivations et des capacités techniques diverses. C'est ainsi que pour anticiper ces problématiques, Atmo AuRA a porté une attention particulière à l'accompagnement de ces personnes en phase 3, au cours de laquelle tous les participants ont réussi à s'approprier les outils bien qu'ayant des niveaux d'aisance différents avec les technologies et ne bénéficiant pas d'une rencontre en présentiel au moment de la prise en main.

En termes d'animation et d'échanges, les visioconférences et les outils d'animation numériques disponibles ont permis aux participants de recontextualiser leurs mesures relativement à leur territoire. Cependant, bien que pour certains le mode en distanciel ait permis de faciliter la gestion d'un quotidien déjà très chargé, pour d'autres, des rencontres en présentiel restent à privilégier.

Un juste équilibre est donc à trouver suivant la finalité de l'exercice (service, étude...) et les lieux de déploiement pour proposer, lorsque cela est possible, des rencontres en présentiel.

6.4. Le collaboratif pour favoriser la compréhension et le passage à l'action

Pour faciliter l'implication citoyenne en matière de pollution de l'air, première étape vers le changement de pratiques, plusieurs modes d'animations et d'accompagnement collectifs et collaboratifs (c'est à dire mobilisant les participants dans des projets de mesures communes) sont possibles. On pourra, à titre d'exemple, noter les suivants :

- **Les missions de la Captothèque**

Celles-ci ont permis d'encourager les participants à réaliser des mesures auxquelles ils n'auraient pas pensé spontanément, mais ont également apporté un cadre structurant plus collectif permettant de comparer des mesures (par exemple entre différents pots d'échappement ou encore différents appareils de chauffage au bois) grâce à l'outillage de la Captothèque.

- **La co-construction d'études locales**

L'accompagnement de la définition et de la conduite d'études collaboratives par les participants a également un intérêt et ce d'autant plus à l'échelle de territoires d'expérimentation délimités (communes, villages). Il montre que cette co-construction permet de :

- S'approprier le sujet petit à petit, à la fois à travers les échanges avec Atmo AuRA mais aussi avec les autres participants, leur permettant de cheminer de la découverte générale de la thématique à la proposition de "sujets" pertinents à mesurer sur leur territoire et à la co-construction des protocoles de mesures adéquats.
- Mobiliser les participants sur la durée ; au-delà de la période parfois courte de la mesure individuelle, cette approche leur permet d'aller plus loin dans leur compréhension du sujet et les rend co-constructeurs d'un projet commun, sur leur territoire de vie. Une réflexion et une réalisation de mesures collectives permettent également de traiter la thématique de manière coordonnée afin de minimiser les efforts individuels et d'optimiser les résultats en les mettant en commun.
- Se sentir plus légitimes à porter les résultats auprès de décideurs par exemple.
- D'inclure les personnes les plus éloignées des technologies en les intégrant dès le début au groupe, et en valorisant leur participation à travers d'autres caractéristiques telles que leur force de proposition ou leur mobilisation citoyenne sur le sujet.

6.5. L'apport d'un relai local

L'intérêt d'un relai local pour un tel dispositif est d'être associé à une structure déjà ancrée territorialement, de pouvoir faire le lien avec des problématiques connexes à celle de la qualité de l'air, par exemple celle du logement ou des bonnes pratiques d'utilisation du chauffage au bois et d'aller plus loin avec les participants sur la mise en place d'actions au niveau individuel. Son rôle peut être tourné autour de deux missions :

- Recrutement : une approche intéressante qui pourrait permettre de mieux cibler des personnes dans des quartiers avec une part de chauffage au bois conséquente ;
- Accompagnement à la mise en place de bonnes pratiques, les mesures à l'aide du micro-capteur déclenchant parfois de véritables étonnements ou remises en question en matière de pratiques au quotidien. Les participants ont exprimé une forte demande d'accompagnement à la mise en place d'actions au quotidien. Le relai peut donc présenter un réel apport dans la période « post-mesure » à travers un accompagnement individualisé sur la mise en place d'actions par les particuliers.

Pour conclure, le type de dispositif d'accompagnement et d'exploration de la qualité de l'air par des citoyens aidés par les nouvelles technologies montre que les mesures, situées dans la réalité quotidienne des participants, ont des effets sur leurs perceptions, leurs représentations sociales, sur leurs pratiques et leur communication.

L'apprentissage collectif pour les sociologues, la Turbine et Atmo AuRA tout au long du projet CheckBox montre que pour toucher les personnes dans leur quotidien, il est utile et enrichissant d'adopter une méthode expérimentale : on n'y délivre pas une expertise toute faite mais les cadres de l'expérimentation sont ajustés en permanence au fur et à mesure que s'éprouvent les retours d'expériences, les modifications des interfaces techniques, tout autant que des choix organisationnels. CheckBox est un exemple de dispositif apprenant où le souci d'intégration de la mesure et du changement dans le quotidien des personnes suppose une didactique de découverte dynamique expérimentale à la fois entre les participants et l'équipe du dispositif.

Ces dispositifs rejoignent l'engouement actuel pour les sciences participatives en général et témoignent, dans ce cadre, d'une nouvelle orientation de l'action individuelle et collective assise sur un socle de collecte citoyenne de données. Les expérimentations issues de CheckBox soulignent un tournant participatif de la vigilance environnementale et sanitaire qui bénéficie de nouvelles technologies de capteurs miniatures, du web 2.0, de l'accompagnement expert des AASQAs et du rôle de l'analyse sociologique dans ce processus. Ces expérimentations pointent dans la direction d'une montée en compétence, activement recherchée et encadrée par les AASQAs, des citoyens qui, du coup, ajoutent à leur statut de victime et d'émetteurs de pollution la capacité réflexive d'être aussi producteurs de données qu'ils interprètent et ancrent dans leur quotidien sur ce qui les affecte.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bibliographie

- AGENCE EUROPEENE DE L'ENVIRONNEMENT, 2018, Air quality in Europe - 2018 report
- AKRICH Madeleine, 1992. « The De-scription of Technical Objects ». In Bijker W. E., Law J. (eds), Shaping Technology/Building Society. Studies in Sociotechnical Change, pp. 205-224, <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00081744>.
- ALEC, Bilan Prime Air Bois - Grenoble Alpes Métropole - Année 2, 2018.
- ANSES. 2022. Micro-capteurs pour le suivi de la qualité de l'air intérieur et extérieur. Volume 2. Mesures citoyennes de qualité de l'air. Figures, Savoirs, Actions (saisine 2018-SA-00271), Maisons-Alfort, Anses, 106 p.
- BALES Elizabeth, NIKZAD Nima, ZIFTCI Celal, QUICK Nick, GRISWOLD Walt et PATRICK Kevin, 2019. "Personal Pollution Monitoring: Mobile Real-Time Air-Quality in Daily Life". Computer Science and Engineering. UC San Diego, Technical Report CS2014-1005, pp. 309-328.
- BARRY Andrew, 2001. "Political chemistry", in BARRY Andrew, Political machines: Governing a technological society, London Ahtlone Press, pp. 153-174.
- BICKERSTAFF Waltley, 2002. "Responsibility and blame. An analysis of vocabularies of motive in air-pollution(ing) discourses", *Environment and Planning*, vol. 34, pp. 2175-2192.
- BOURDIEU Pierre, 1970. La distinction, Paris, Ed. Minit.
- BOUTARIC Franck, 2005. L'information sur la qualité de l'air ; dispositif et constructions sociales, *Mouvements*, 37, pp. 100-108.
- BOUTARIC Franck. 2020. L'art de gouverner la qualité de l'air, Rennes, Presses Univ. de Rennes.
- CALLON Michel, LASCOUMES Pierre, BARTHE Yannick, 2001. Agir dans un monde incertain, Paris, Seuil.
- CASTELL Nuria, KOBERNUS Mark, LIU Hai-Ying, SCHNEIDER Peter, LAHOZ William, BERRE Arne, NOLL Josef, 2015. "Mobile technologies and services for environmental monitoring: The Citi-Sense-MOB approach", *Urban Climate*, Volume 14, Part 3, December 2015, pp. 370-382.
- CHARLES Lionel, LE NIR Géraldine, 2012. « Exposition à la pollution atmosphérique urbaine en situation de proximité en Ile-de-France : approche métrologique et sociologique », *Pollution Atmosphérique*, n° 216, oct-déc., pp. 367-382.
- CHARLES Lionel, 2017. Attentes et perception de la technologie RSD par les acteurs de la qualité de l'air en France. Un regard sociologique. Rapport réalisé dans la cadre du projet Aact-Air MEET-PAMPA, Paris, Fractal, 68 p.
- CHARLES Lionel, RAMBAUD Jean-Marie, ROUSSEL Isabelle, 2015. « Analyse des résultats de l'appel à proposition de recherches du programme Primequal-Predit « L'évaluation et la perception de l'exposition à la pollution atmosphérique : une interrogation sociétale » », *Natures Sciences Sociétés* 19, pp. 158-164.
- CHARVOLIN Florian, MICOUD André, NYHART Lynn, 2007. Des sciences citoyennes ?, La Tour d'Aigues, Éditions de l'Aube.
- CHARVOLIN Florian, FRIOUX Stéphane, KAMOUN Léa , MELARD François, ROUSSEL Isabelle, 2015. Un air familier ? Socio-histoire de la pollution de l'air, Paris, Presses de l'école des mines.



- CHARVOLIN Florian, 2018. Le ressenti du confort thermique en nord-Ardèche, Rapport pour l'ALEC 07, 35 p.
- CHARVOLIN Florian, 2019. Les sciences participatives au secours de la biodiversité, Paris, éditions Rue d'Ulm.
- CHATEAURAYNAUD Francis, TORNAY Didier, 1999. Les sombres précurseurs, Paris, Presses de l'EHESS.
- COUVET Denis et TEYSSEDE Anne, 2014. « Sciences participatives et biodiversité : de l'exploration à la transformation des socio-écosystèmes », *Cahiers des Amériques latines* [Online], 72-73, pp. 49-64.
- DAB William et ROUSSEL Isabelle, 2001. L'air et la ville, Paris, Hachette.
- DASTON Lorraine, GALISON Peter, 2012. Objectivité, Bruxelles, Les presses du réel.
- DUCHE Sarah, 2013. La pollution de l'air en région parisienne : exposition et perception sur les sites touristiques. Thèse de doctorat, sous la direction de G. Beltrando et de G. Najjar, Paris 7, 258 p.
- DELOITTE-ADEME, 2017. Liens entre données individuelles, changement de comportement et mise en œuvre de pratiques favorables à la qualité de l'air. Quel apport des micro-capteurs ?, 2017, 102 p.
- EU Directive européenne "2008/50/ce du parlement européen et du conseil du 21 mai 2008".
- FAUGERE Elsa, 2002. Percevoir ou mesurer ? Approche anthropologique de la qualité de l'air, *Europea*, n°VIII-1, 21 p.
- FRERE Séverine, 2020, Du changement de comportement au concernement : un questionnement de l'individualisation du problème de la pollution atmosphérique, Mémoire d'HDR, Dunkerque, ULCO, soutenue le 7 juillet.
- GABRYS Jenifer, PRITCHARD Helen, BARRATT Benjamin, 2016. "Just good enough data: Figuring data citizenships through air pollution sensing and data stories", *Big Data and Society*, July-December, pp. 1-14.
- HASENFRATZ David, SAUKH Olga, STURZENEGGER Silvan, THIELE Lothar, 2012. « Participatory air pollution monitoring using smartphones », In Proceedings of Mobile Sensing conference 2012, 5 p.
- HEALTH EFFECTS INSTITUTE, 2018. State of global air/2018 a special report on global exposure to air pollution and its disease burden, 24 p.
- IRWIN Alan, 1995. Citizen Science, Londres, Routledge.
- JAMES William, 2011. Le pragmatisme, Paris, Flammarion.
- JODELET Denise (dir.), 2012. Les représentations sociales, Paris, Presses universitaires de France.
- LA BRANCHE Stéphane, 2016. « Étude sociologique sur la pollution due au chauffage au bois dans l'agglomération grenobloise : synthèse des principaux résultats », *Pollution atmosphérique*, n° 228.
- LA BRANCHE Stéphane, 2015. Biomasse et qualité de l'air. Élaboration d'un plan d'actions pour réduire les émissions de particules liées au chauffage individuel au bois et au brûlage à l'air libre des déchets verts, Rapport (convention ADEME n°13c0042), 33 p.



- LA BRANCHE Stéphane et CHARLES Lionel, 2012. « Étude d'acceptabilité sociale de la ZAPA de l'agglomération grenobloise : synthèse des principaux résultats », *Pollution Atmosphérique*, n° spécial Particules, nov. pp. 226-230.
- LA BRANCHE Stéphane (dir), 2012. L'acceptabilité sociale de la ZAPA sur le territoire de la Métro grenobloise, rapport de recherche, 73 p.
- LAND-ZANDSTRA Anne M. et al., 2016. Citizen science on a smartphone. Participants' motivation and learning, *Public Understanding of Science*, vol 25-1, pp. 45-60.
- LASCOUMES Pierre, 2007. Les instruments d'action publique, traceurs de changement : l'exemple des transformations de la politique française de lutte contre la pollution atmosphérique (1961-2006), *Politique et sociétés*, n°26, 2-3, pp. 73-89.
- L'HER Gwendoline, 2021. Les mesureurs de la Ville. Ethnographie des métrologies participatives intégrées à l'action publique environnementale, thèse de l'École Centrale de Nantes.
- LICOPPE Christian, DRAETTA Laure, DELANOE Alexandre, 2013. « Des "smarts grids" au "quantified self". Technologies réflexives et gouvernement des traces, une étude de cas sur la consommation électrique en milieu domestique », *Intellectica*, n° 59, 1, pp. 267-290.
- MADELIN Malika, DUCHE Sarah et DUPUIS Vincent, 2016. "Participatory measurements of individual exposure to air pollution in urban areas", EGU General Assembly, Vienne.
- MICHELIN Louise, 2019. Rapport d'analyse sociologique de l'expérience du projet Interreg Alpine Space BB-Clean, https://www.ccpmb.fr/uploads/2015/06/BB-Clean_Rapport-sociologique_MyUsages.pdf, 223 p.
- OTTINGER Gwen, 2009. "Epistemic fencelines: air monitoring instruments and expert-resident boundaries", *Spontaneous generations: a journal for the history and philosophy of science*, vol. 3, n° 1, pp. 55-67.
- PARASIE Sylvain, DEDIEU François, 2019. "A quoi tient la crédibilité des données citoyennes. L'institutionnalisation des capteurs citoyens de pollution de l'air en Californie", *Revue d'anthropologie des connaissances*, vol. 13, n° 4, pp. 1035-1062.
- PATE Baptiste, ANDREO Kévin et HINSCHBERGER Laura, 2016. Grenoble Respire, Rapport d'Étude pour la Ville de Grenoble, Ville de Grenoble.
- RUMPALA Yannick, 2004. De l'objectivation des risques à la régulation des comportements, *Réseaux*, vol. 126, n° 4, pp. 177-212.
- SANTE PUBLIQUE FRANCE, 2016. EQIS 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, 162 p.
- SIRBU Alina, BECKER Martin, CAMINITI Saverio, DE BAETS Bernard, ELEN Bart, FRANCIS Louise, GRAVINO Pietro, HOTHO Andreas, INGARRA Stefano, LORETO Vittorio, 2015. "Participatory patterns in an international air quality monitoring initiative", *PLOS*, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136763>
- SCHUTZ Alfred, 1987. *Le Chercheur et le quotidien*, Paris, Méridiens Klincksieck.
- WILLETT Wesley, AOKI Paul, KUMAR Neil, SUBRAMANIAN Sushmita, WOODRUFF Allison, 2010. "Common Sense Community: Scaffolding Mobile Sensing and Analysis for Novice Users", *Pervasive Computing, Lecture Notes in Computer Science*, Springer, pp. 301-318.



Nettographie

- Aircasting : <http://aircasting.org/>
- AirProbe International Challenge : <http://www.everyaware.eu/APIC/>
- AirQualityEggs : <http://airqualityegg.com/>
- Clarity : <https://clarity.io/>
- CitiSense : <https://sosa.ucsd.edu/confluence/display/CitiSensePublic/CitiSense>
- Citi-Sense-MOB : <http://cwi.unik.no/wiki/CSM:Home>
- Conseil Général ardèche <https://www.ardeche.fr/531-chauffage-au-bois-buche.htm>
- Common Sense : <https://www.communitysensing.org/>
- FooBot : <https://foobot.io/>
- <https://www.ecologie.gouv.fr/gouvernement-publie-plan-daction-reduire-50-emissions-particules-fines-du-chauffage-au-bois>
- Market Research Future : <https://www.marketresearchfuture.com/reports/air-quality-sensor-market-10699>.
- <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000045441771>
- « Quel est ton air ? » : <http://www.pmclab.fr/wiki/dokuwiki/doku.php?id=wiki:projets:open-air>
- Safecast : <http://blog.safecast.org/>
- Sensor community: <https://sensor.community/fr>
- Smart Citizen : <https://smartcitizen.me/>
- Tera Environnement : <http://www.tera-environnement.com/>
- Tzoa : <https://www.tzoa.com/>

Textes et vidéos sur Internet

<https://librairie.ademe.fr/consommer-autrement/4622-les-evenements-de-vie-comme-opportunités-pour-encourager-des-pratiques-ecoresponsables.html>

http://www.air-rhonealpes.fr/sites/ra/files/atoms/files/dp-airrhonealpes-qualite_air_oct_2015.pdf

https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/sites/ra/files/atoms/files/rapport_mobicitair_lot2_light.pdf

<https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/actualite/de-quoi-parle-ton-quand-parle-de-pollution-de-fond>

<https://www.inegalites.fr/niveau-de-diplome-de-la-population>

http://revues.mshparisnord.org/lodel/disparues/docannexe/file/864/vol6_n4_article2.pdf

http://www.themavision.fr/jcms/rw_315984/comment-mesurer-et-predire-les-usages-vers-des-solutions-de-mobilite-acceptees-et-appropriees

Promotion de la Captothèque : <https://www.youtube.com/watch?v=2hsnpebzLxA>

Retour d'expérience d'un lycéen : <https://www.youtube.com/watch?v=7SuwquZT5oY>

<https://www.santepubliquefrance.fr/presse/2021/pollution-de-l-air-ambiant-nouvelles-estimations-de-son-impact-sur-la-sante-des-francais>

Valorisation de l'expérimentation BB-Clean : <https://www.youtube.com/watch?v=Slq4Z3tfbq8>



INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES

TABLEAUX

Tableau 1 : Tableau comparatif des participants aux trois phases	39
--	----

FIGURES

Figure 1 : Déroulé technique des différentes phases du projet CheckBox	9
Figure 2 : Parcours d'un participant en phase 1.....	10
Figure 3 : Schéma du déroulé de l'expérimentation en phase 2.....	11
Figure 4 : Schéma du déroulé de l'expérimentation en phase 3.....	12
Figure 5 : Photo de l'Airbeam V2 (ONG Habitat Map).....	24
Figure 6 : Intercomparaison des concentrations en PM ₁₀ [µg/m ³] des Airbeams de la phase 1.....	25
Figure 7 : Visuels d'affichage des mesures sur l'application Caphotothèque.....	26
Figure 8 : Exemple de visualisable du groupe collaboratif à Herbeys sur la Caphotothèque.....	28
Figure 9 : Cartographie de la répartition des participants sur les différentes phases du projet	38
Figure 10 : Récapitulatif des statistiques de mesures réalisées lors des 3 phases.....	42
Figure 11 : Proposition d'ordonnement des tags pour la phase 1.....	44
Figure 12 : Nombre d'occurrences de chaque tag de session en phase 1.....	45
Figure 13 : Graphique et tracé de mesure des participants de la phase 1	50
Figure 14 : Plan d'action pour l'étude collaborative sur le chauffage au bois à Seyssins/Seyssinet en phase 2.....	51
Figure 15 : Exemple de mesures réalisées pour caractériser l'air autour de l'école au moment de la dépose des enfants le matin en phase 2.....	51
Figure 16 : Exemple de cartographie réalisée dans le cadre de l'enquête « Promenade comparative » sur Seyssins/Seyssinet en phase 2.....	51
Figure 17 : Exemple d'une mesure réalisée pour cartographier la qualité de l'air d'un hameau et l'influence du chauffage au bois en phase 2	52
Figure 18 : Exemples de mesures réalisées pour mieux caractériser l'impact des différents paramètres de chauffe sur les émissions en phase 2.....	52
Figure 19 : Exemples de mesures réalisées en intérieur pour comprendre l'influence d'un foyer ouvert ou du mode d'allumage d'un poêle sur l'air intérieur en phase 3.....	53
Figure 20 : Exemple de mesures réalisées pour comprendre l'influence d'un poêle sur les émissions extérieures sous différents régimes en phase 3.....	54
Figure 21 : Résultats de mesure de l'influence de différents chauffages au bois sur l'intérieur d'un logement (données inter-expérimentations Caphotothèque sur l'hiver 2019).....	55
Figure 22 : Exemples de mesures réalisées par les citoyens autour de l'utilisation de chauffage au bois (données inter-expérimentations Caphotothèque sur l'hiver 2019).....	56
Figure 23 : Atelier de formation lors de la phase 1.....	57
Figure 24 : Echanges avec les experts d'Atmo AuRA autour des questionnements des participants à la sortie de la découverte individuelle.....	58
Figure 25 : Tables rondes thématiques lors de la phase 2.....	59
Figure 26 : Atelier Regards croisés lors de la phase 2.....	61
Figure 27 : Sessions de mesure du poêle à bois en intérieur avant et après l'intervention d'un professionnel installateur à la suite d'une fuite de conduit	75
Figure 28 : Extrait du magazine communal Avril 2019.....	76



SIGLES ET ACRONYMES

Ademe	Agence de l'environnement et de la Maîtrise de l'Energie
ALEC	Agence Locale de l'énergie et du climat
ASQAA	Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air
Atmo AuRA	Association de surveillance de la qualité de l'air de la région Auvergne-Rhône-Alpes
COV	Composés Organiques Volatiles
CSP	Catégories socio-professionnelles
PM	Particulate Matter (=particules fines)
NO _x	Oxydes d'Azote
QA	Qualité de l'air



L'ADEME EN BREF

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

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

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

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

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

LES COLLECTIONS DEL'ADEME



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

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



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



CHAUFFAGE AU BOIS ET QUALITÉ DE L'AIR, USAGE ET IMPACTS DES MICRO-CAPTEURS

Ce projet développe une approche sociotechnique innovante, par le biais de micro-capteurs couplés à un accompagnement expert sur la qualité de l'air, visant à comprendre l'impact d'une telle technologie sur l'appropriation des problématiques de qualité de l'air liées au chauffage domestique au bois et la mise en pratique d'actions.

Plus de soixante-dix citoyens ont emprunté un micro-capteur de particules fines et exploré la qualité de l'air de leur quotidien pendant plusieurs semaines.

Les mesures, couplées à l'odorat et au visuel, leur ont permis de réaliser l'importance du chauffage au bois comme source de particules fines. Le mode d'animation collaboratif ainsi que les outils numériques pédagogiques sont venus renforcer la compréhension des phénomènes et l'impact des différents facteurs d'influence (mode d'allumage, type d'appareil...). Les mesures ont ainsi eu des impacts positifs pour la mise en place d'actions (changement d'un appareil, réparation de fuite) et de pratiques, notamment l'allumage par le haut qui a été appréhendé par les participants comme une découverte ou un confortement.

Les participants ont communiqué et sont devenus rapidement des ambassadeurs voire, pour certains, des lanceurs d'alerte.

Lors de l'utilisation de micro-capteurs de mesure de la qualité de l'air, un accompagnement expert est indispensable afin de vérifier le matériel, de recontextualiser les mesures et de répondre aux questions des participants.

Le dispositif Captothèque d'Atmo AuRA permet une diffusion à grande échelle et en distanciel avec un accompagnement expert adapté aux profils des citoyens.

Des missions pédagogiques et des études collaboratives favorisent la compréhension et le passage à l'action, en impliquant des publics divers

