

Performance 2

Rapport de tâche

Tâche 1

Organisation des campagnes de mesure de la performance *in situ* des systèmes de ventilation

Le 23/07/2024

Auteur(s) : Manon Santerne, Maryse Renaud et Adeline Mélois, Cerema,
Marc Legrée et Juan Rios, Aereco,
Jérémy Depoorter, Anjos

Ce document est extrait des travaux réalisés dans le cadre du projet Performance 2
Les organismes présentés ci-dessous contribuent à ce projet :

Partenaires financiers du projet



Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Contacts : Etienne Marx, suivi technique du projet
Frédérique Bienvenu chargée des suivis administratifs et financiers

Ministère de la Transition Ecologique

Contact : Léa Garot, Cheffe de projet Acoustique et Qualité de l'Air Intérieur, DHUP/QC1

Partenaires techniques du projet



Cerema

Contact : Adeline Mélois, adeline.melois@cerema.fr



Société ANJOS Ventilation

Contact : Jérémy Depoorter, jdepoorter@anjos-ventilation.com



Société AERECO

Contact : Marc Legrée, marc.legree@aereco.com



Université Savoie Mont Blanc - Laboratoire Optimisation de la Conception et Ingénierie de l'Environnement (USMB - LOCIE)



Contact : Evelyne Gonze, Evelyne.gonze@univ-smb.fr

Rapport établi par :

Date	Version	Commentaires
06/07/2022	v1	Rédaction du rapport intermédiaire de tâche 1, Manon Santerne et Maryse Renaud, Cerema Compléments Marc Legrée et Juan Rios, Aereco, et Jérémy Depoorter, Anjos Relecture et compléments, Adeline Mélois, Cerema
11/09/2023	v2	Mise à jour Campagne 2 Manon Santerne, Cerema Compléments Marc Legrée et Juan Rios, Aereco, et Jérémy Depoorter, Anjos Relecture Virginie Dunez, Cerema Relecture et validation, Adeline Mélois et Elsa Delcombel, Cerema
23/07/2024	v3	Mise à jour Retours occupants et bailleurs, Manon Santerne, Cerema Relecture et validation, Adeline Mélois et Alexandre Bacher, Cerema

Notice analytique :

Références	Informations
Commanditaire :	ADEME 500 Route des Lucioles 06560 Valbonne
Objet de l'étude :	Retour d'expérience sur des systèmes de ventilation intelligents hygro-réglables installés dans des bâtiments occupés depuis dix ans
Résumé de la commande :	Prestations réalisées dans le cadre de l'appel à projet "Vers des bâtiments responsables à l'horizon 2020" - Edition 2020. Réponse technique et financière présentée à l'ADEME
Référence du dossier :	Convention de financement ADEME / Partenaires du projet n°2004C0014 notifiée le 08/07/2020
Communicabilité :	<input type="checkbox"/> Libre (avec acceptation du commanditaire dans le contrat) <input checked="" type="checkbox"/> Contrôlée (communiquée avec l'autorisation du commanditaire) <input type="checkbox"/> Confidentielle
Pilote du projet :	Cerema : Adeline Mélois Adeline.melois@cerema.fr
Constitution de l'équipe :	Cerema, Anjos, Aereco, USMB-LOCIE
Mots clés :	Ventilation, Performance, Evaluation, Logement

Liste des destinataires :

Contact	Adresse	Nbre et Type
Etienne Marx Frédérique Bienvenu	ADEME, 500 Route des Lucioles, 06560 Valbonne	1 (PDF)

Résumé :

L'objectif de cette tâche, coordonnée par le Cerema, est l'organisation et la tenue des campagnes de mesure hivernales et campagnes de mesure en continu dans les deux immeubles ayant fait l'objet du projet Performance 1 :

- L'immeuble de Paris Habitat à Paris : 15 logements ont été inspectés par Aereco et sont intégrés aux mesures en continu, 7 ont participé à la première campagne de mesure QAI, et 4 ont participé à la deuxième campagne de mesure QAI ;
- L'immeuble de Lyon Métropole Habitat à Villeurbanne : 7 logements ont été inspectés par Anjos et sont intégrés aux mesures en continu, 6 ont participé à la première campagne de mesure QAI, et 4 ont participé à la deuxième campagne de mesure QAI.

L'organisation de la première campagne à l'issue de l'hiver 2021-2022, a permis le développement d'une mallette de supports de mesure, qui a été développée et appliquée lors de la première campagne sur les deux sites. Elle comprend un guide méthodologique + une fiche de suivi des capteurs, un formulaire de diagnostic QAI immeuble + diagnostic QAI logement, un carnet de bord et un guide d'entretien semi-directif.

L'analyse des résultats, (tâche 3 du projet) a permis de préparer la deuxième campagne QAI, qui a eu lieu à l'hiver 2022-2023.

Les mesures en continu ont été réalisées d'octobre 2021 à mai 2024 sur le site de Paris, et de février 2022 à juin 2024 sur le site de Villeurbanne.

L'Isle d'Abeau, le 23/07/2024

SOMMAIRE

TABLE DES ILLUSTRATIONS	3
Liste des figures	3
Liste des tableaux	4
1 CONTEXTE ET POSITIONNEMENT DU PROJET	5
1.1 Objectifs de la tâche 1	8
1.2 Contractualisation avec les offices HLM et les occupants	12
1.3 Calendrier - Tâche 1	15
2 DIAGNOSTIC DES SYSTEMES DE VENTILATION	17
2.1 Site de Paris	17
2.2 Site de Villeurbanne	30
3 ACQUISITION PERMANENTE DES DONNEES	38
3.1 Site de Paris	38
3.2 Site de Villeurbanne	43
4 ORGANISATION DES CAMPAGNES DE MESURES QAI	47
4.1 Calendrier des campagnes	47
4.2 Outils méthodologiques	49
4.3 Instrumentation et caractéristiques des moyens de mesures	56
5 REALISATION DES CAMPAGNES DE MESURE DE LA QUALITE DE L’AIR INTERIEUR	58
5.1 Réinstallation des terminaux de ventilation	58
5.2 Campagnes de qualité de l’air intérieur	58
6 DIFFICULTES RENCONTREES	70
6.1 Première campagne de mesure QAI	70
6.2 Deuxième campagne de mesure QAI	73
7 RETOURS OCCUPANTS	75
7.1 Site de Paris	76
7.2 Site de Villeurbanne	77
8 CONCLUSION	78
ANNEXES	81
Annexe A : Flyer de recrutement des occupants volontaires – site de Paris	81

Annexe B : Flyer de recrutement des occupants volontaires – site de Villeurbanne	82
Annexe C : Mode opératoire pour la réinstallation de terminaux de ventilation (Aereco)	83
Annexe D : Détails des systèmes de ventilation par logement pour l'immeuble de Paris	86
Annexe E : Exemple de bouche encrassée (a) ou entretenue (b)	101
Annexe F : Mode opératoire pour la réinstallation de terminaux de ventilation (Anjos)	102
Annexe G : Détail des systèmes de ventilation du logement B21 – Immeuble Villeurbanne	103
Annexe H : Détail des systèmes de ventilation du logement B22 – Immeuble Villeurbanne	104
Annexe I : Détail des systèmes de ventilation du logement B31 – Immeuble Villeurbanne	105
Annexe J : Détail des systèmes de ventilation du logement B32 – Immeuble Villeurbanne	106
Annexe K : Détail des systèmes de ventilation du logement B42 – Immeuble Villeurbanne	107
Annexe L : Détail des systèmes de ventilation du logement B43 – Immeuble Villeurbanne	108
Annexe M : Détail des systèmes de ventilation du logement B61 – Immeuble Villeurbanne	109
Annexe N : Exemple de fiche retour occupant	110

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Liste des figures

Figure 1 : Calendrier prévisionnel du projet Performance 2.....	7
Figure 2 : Calendrier détaillé de la Tâche 1 et interactions avec la Tâche 2	15
Figure 3 : Schémas représentant une entrée d'air EHA	17
Figure 4 : Exemples de conduits peu encrassés	20
Figure 5 : Exemples de conduits encrassés	20
Figure 6 : Capteur de pression utilisé pour mesurer la pression aux bouches	21
Figure 7 : Extrait de l’Avis Technique « AVISTECH2 1401-627 V0 Hygro Bahia 2002 15mars »	21
Figure 8 : A) Représentation de l'état des bouches d'extraction dans les cuisines (Total : 15) B) Représentation de l'état des bouches d'extraction dans les WC (Total : 15) C) Représentation de l'état des bouches d'extraction dans les salles de bain (Total : 14)	27
Figure 9 : Statistique sur la conformité des installations des Bouches d'extraction (Total : 52)	28
Figure 10 : A) Représentation de l'état des entrées d'air des séjours (Total : 17). B) Représentation de l'état des entrées d'air des chambres (Total : 37)	28
Figure 11 : Statistique sur la conformité des installations des Entrées d’Air (Total : 54).....	29
Figure 12 : A) Conformité du détalonnage des portes présentes dans les cuisines (Total : 12). B) Conformité du détalonnage des portes présentes dans les WC (Total : 15). C) Conformité du détalonnage des portes présentes dans les salles de bain (Total : 14). D) Conformité du détalonnage des portes présentes dans les salles de douche (Total : 7) ; E) Conformité du détalonnage des portes présentes dans les salons (Total : 9). F) Conformité du détalonnage des portes présentes dans les chambres (Total : 37).....	30
Figure 13 : A) Composition de l'entrée d'air hygroréglable ISOLA HY 7/40. B) Capuchon de façade CE2A.....	30
Figure 14 : A) Photographie du caisson d'extraction iVEC 2500 micro-watt +. B) Performances aérauliques du caisson d'extraction iVEC 2500 micro-watt +	31
Figure 15 : Photographie représentative de l'encrassement des conduits de ventilation	33
Figure 16 : A) Représentation de l'état des bouches d'extraction dans les cuisines. B) Représentation de l'état des bouches d'extraction dans les WC. C) Représentation de l'état des bouches d'extraction dans les salles de bain.....	35
Figure 17 : Représentation de la conformité de la position bouches d'extraction.....	35
Figure 18 : A) Représentation de l'état des entrées d'air présents dans le salon (Total : 7). B) Représentation de l'état des entrées d'air présents dans les chambres (Total : 16)	36
Figure 19 : A) Conformité du détalonnage des portes présents dans les pièces de vie selon le projet Promevent (Total : 23). B) Conformité du détalonnage des portes présents dans les pièces humides selon le projet Promevent (Total : 22).....	36
Figure 20 : Carte électronique Aereco	38
Figure 21 : Étalonnage en 1 point dans une salle de bain (à gauche) et dans un séjour (à droite)	39

Figure 22 : Stations météo - Toit terrasse de l'immeuble parisien	40
Figure 23 : Bouche salle de bain avec façade WC	41
Figure 24 : Bouche WC avec façade salle de bain	41
Figure 25 : Schéma récapitulatif des câblages entre les différents produits et de leurs capteurs (en bleu clair)	44
Figure 26 : Exemple de la disposition des capteurs pour l'étalonnage en humidité	45
Figure 27 : Dysfonctionnement d'un multiplexe à cause d'un court-circuit	46
Figure 28 : Calendrier des campagnes in-situ et interaction avec la tâche 2	47
Figure 29 : Installation NEMo extérieur – Campagne n°1, Paris (Gauche : première installation du panneau solaire ; Droite : deuxième installation du panneau solaire).....	62
Figure 30 : Installation NEMo extérieur – Campagne n°2, Paris	63
Figure 31 : Installation NEMo extérieur – Villeurbanne.....	68

Liste des tableaux

Tableau 1 : Références des bouches et entrée d'air installées dans les logements.....	18
Tableau 2 : Liste des points de vérification sur le caisson et les réseaux	19
Tableau 3 : Points de vérification des appartements 12, 13 et 15 – Immeuble de Paris	22
Tableau 4 : Points de vérification des appartements 17, 18 et 19 – Immeuble de Paris	23
Tableau 5 : Points de vérification des appartements 20, 21 et 24 – Immeuble de Paris	24
Tableau 6 : Points de vérification des appartements 25, 26 et 27 - Immeuble de Paris	25
Tableau 7 : Points de vérification des appartements 28, 29 et 30 - Immeuble de Paris	26
Tableau 8 : Bouches installées par type de logement et pièce.....	31
Tableau 9 : Points de vérification pour les systèmes dans l'immeuble selon les recommandations du projet PROMEVENT	32
Tableau 10 : Points de vérification (non-conforme (rouge) ; conforme (vert)) pour les systèmes de ventilation présents dans les logements (Ch : Chambre, S : Séjour, WC : sanitaire, SdB : Salle de bain) selon les recommandations du projet PROMEVENT.....	34
Tableau 11 : Tableau d'occupation des logements et types de pièces instrumentées	42
Tableau 12 : Liste des terminaux de ventilation étudiés. (En orange, les composants instrumentés de capteurs ; en blanc les composants non instrumentés ; en gris les composants non étudiés).....	43
Tableau 13 : Caractéristiques des NEMo	57
Tableau 14 : Planning de la campagne in-situ n°1 - Immeuble de Paris	59
Tableau 15 : Planning de la campagne in-situ n°2 - Immeuble de Paris	60
Tableau 16 : Planning de la campagne in-situ n°1 - Immeuble de Villeurbanne	65
Tableau 17 : Planning de la campagne in-situ n°2 – Immeuble de Villeurbanne	67

1 CONTEXTE ET POSITIONNEMENT DU PROJET

Dans un contexte de généralisation des bâtiments basse consommation, la qualité de l'air devient un paramètre essentiel à maîtriser tant il constitue une préoccupation grandissante et un enjeu majeur de santé publique. L'objectif de ces bâtiments est de réaliser des économies d'énergie tout en préservant la qualité de l'air pour les occupants en combinant un bâtiment peu perméable à l'air et une ventilation efficace. C'est dans ce contexte que les systèmes de ventilation dits « intelligents » sont apparus en Europe et dans le monde. Ces systèmes permettent d'ajuster les débits de ventilation selon les besoins, estimés par des paramètres de l'air intérieur tels que l'humidité, le dioxyde de carbone, les polluants de l'air intérieur (COV, particules, etc.) et l'occupation. La veille scientifique et technique du bâtiment et la veille sanitaire ont notamment mis en évidence les risques pour la santé liés à la pollution de l'air intérieur. En conséquence, le cadre réglementaire évolue et la politique nationale de prévention des risques sanitaires prend dorénavant en compte le caractère sain des bâtiments et une bonne qualité de l'air intérieur. C'est en ce sens que le Plan National Santé-Environnement (PNSE) qualifie aujourd'hui la qualité de l'air comme « thème prioritaire emblématique pour le PNSE 4 »

La France est précurseur des systèmes de ventilation intelligente hygroréglable (régulée selon le niveau d'humidité) avec une utilisation à grande échelle depuis plus de 30 ans et presque généralisée dans les logements neufs. Cependant, ces systèmes de ventilation sont encore très peu connus en Europe et à l'international. Ainsi, plusieurs études ont évalué la performance énergétique à la conception alors que la performance globale reste très peu abordée dans la littérature scientifique. C'est en ce sens qu'il est nécessaire d'apporter de nouvelles connaissances quant au développement et à la caractérisation de l'intelligence de la ventilation ainsi que la pérennité de sa performance dans le temps.

C'est dans ce contexte que le projet Performance 2 s'inscrit, ayant pour objectif de produire de nouvelles connaissances issues d'un retour d'expérience inédit sur les systèmes de ventilation intelligente hygroréglable installés dans des bâtiments occupés depuis plus de 10 ans. Le projet performance 2 fait suite au projet Performance issu de l'appel à projet PREBAT (2007-2010) dont l'objectif était de déterminer les performances des systèmes de ventilation hygroréglable en termes de qualité de l'air et d'efficacité énergétique. Il s'agissait ainsi de suivre la construction de deux immeubles de logements sociaux à Paris et Villeurbanne, équipés d'un système de ventilation hygroréglable de type B ainsi que des capteurs et instrumentations de suivi embarqués. Les capteurs ont été disposés dans 31 appartements pour mesurer en continu des paramètres de confort et de confinement (humidité relative, température et dioxyde de carbone), et le fonctionnement des bouches (débit) et les entrées d'air (ouverture). Le projet Performance représentait un projet innovant car il n'existait aucune autre étude portant sur le suivi instrumenté des systèmes de ventilation sur des appartements occupés. Ainsi, l'instrumentation embarquée des deux bâtiments, qui est très rare en France et dans le monde, et toujours en état de fonctionnement 10 ans après, offre une opportunité privilégiée d'évaluer la durabilité des performances des systèmes de ventilation en produisant également de nouvelles connaissances sur leur intelligence.

Le projet Performance 2 a donc deux objectifs principaux :

- Le développement de connaissances scientifiques sur la performance globale des systèmes de ventilation hygroréglable, en intégrant performance énergétique et qualité de l'environnement intérieur (paramètres de confort et qualité de l'air intérieur) : description de la ventilation intelligente hygroréglable utilisée en France et choix d'indicateurs pertinents pour l'évaluation de la performance de ces systèmes sur la qualité de l'air,
- L'évaluation de la durabilité de la ventilation hygroréglable : pérennité technologique et robustesse à l'usage (liée à l'utilisation qui en est faite par l'occupant).

Ce projet Performance 2 implique les deux immeubles de logements sociaux à Paris et Villeurbanne, qui avaient fait l'objet d'un suivi à leur construction lors du projet Performance. Performance 2 est piloté par le Cerema et a nécessité l'implication de plusieurs partenaires dont :

- Paris habitat pour la gestion de l'immeuble de Paris,
- Lyon Métropole Habitat pour la gestion de l'immeuble de Villeurbanne,
- Aereco : industriel concerné par l'immeuble parisien,
- Anjos : industriel concerné par l'immeuble de Villeurbanne,
- L'Université Savoie Mont Blanc (laboratoire LOCIE) concernant l'inter-comparaison des capteurs de qualité de l'air intérieur.

Lors du montage du projet, il était convenu d'évaluer un effectif de 12 logements minimum pour le site de Paris et 6 logements minimum pour le site de Villeurbanne, dont on rappelle que la participation des occupants au projet reposait sur la base du volontariat. L'adhésion des locataires pour le projet Performance 2 a été obtenue en 2019 pour Paris avec la participation de 15 logements, et en 2021 pour Villeurbanne avec la participation de 7 logements. Le projet s'articule autour de 6 tâches distinctes :

- **Tâche 1** : organisation des campagnes de mesure de la performance *in situ*,
- **Tâche 2** : caractérisation en laboratoire de la pérennité technologique des performances des composants de ventilation et inter-comparaison des moyens de mesure de la qualité de l'air intérieur,
- **Tâche 3** : analyse de la durabilité des performances (entre pérennité des technologies proposées et robustesse à l'usage et l'entretien éventuel de l'occupant),
- **Tâche 4** : élaboration de préconisations techniques,
- **Tâche 5** : valorisation scientifique et diffusion,
- **Tâche 6** : coordination du projet.

Dans la suite de ce rapport, seuls les méthodologies et résultats relatifs à la tâche 1 « organisation des campagnes de mesure de la performance *in situ* » seront présentés.

Le calendrier prévisionnel des tâches est présenté en Figure 1.

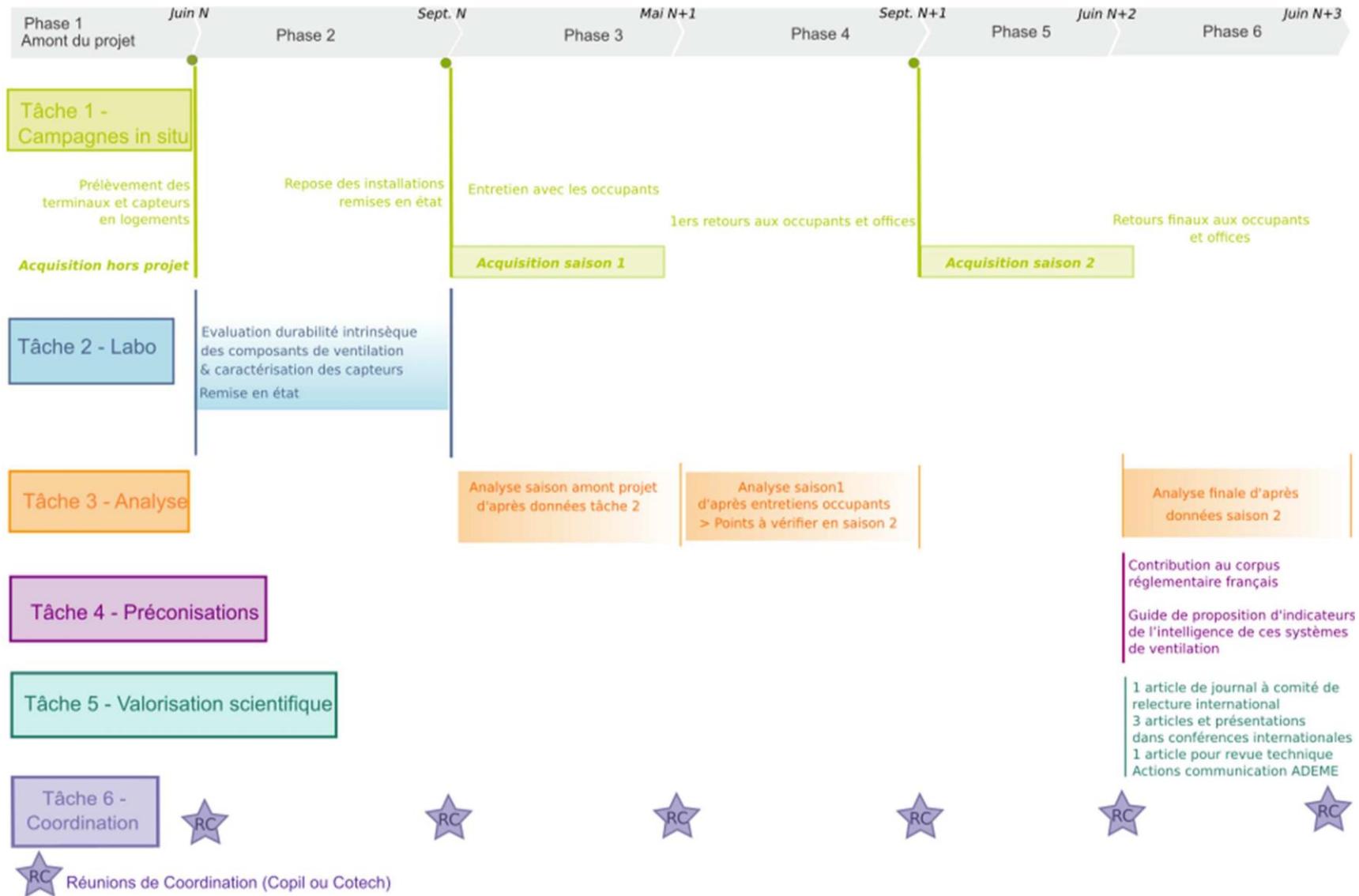


Figure 1 : Calendrier prévisionnel du projet Performance 2

1.1 Objectifs de la tâche 1

La tâche 1 porte sur l'organisation et la tenue des campagnes de mesure dans les deux immeubles ayant fait l'objet du projet Performance :

- L'immeuble de Paris Habitat à Paris,
- L'immeuble de Lyon Métropole Habitat à Villeurbanne.

L'objectif de la tâche 1 porte principalement sur l'organisation des campagnes de qualité de l'air intérieur dans les logements identifiés.

1.1.1 Instrumentation

Lors de leur construction en 2007-2009, l'équipement de ventilation mis en œuvre incluait :

- Un ventilateur centralisé en toiture,
- Un réseau de conduits de ventilation,
- Des passages de transit (détalonnage des portes) pour toutes les portes intérieures des logements,
- Des entrées d'air hygroréglables situées sur les menuiseries (dont volets roulants) dans toutes les pièces de vie (salon, chambres),
- Des bouches d'extraction hygroréglables situées dans toutes les cuisines et salles de bains,
- Des bouches d'extraction équipées de capteurs de présence dans tous les WC.

Le suivi précis de 2 ans à partir de fin 2007 avait pour objectif d'évaluer la performance initiale du système de ventilation du point de vue des consommations d'énergie et des paramètres de confort assuré pour les occupants. L'instrumentation initiale comprenait le suivi des paramètres suivants :

- Les paramètres de confort et de confinement à l'aide de capteurs installés sur des cartes électroniques murales pour suivre la température et l'humidité (pour les paramètres de confort) et le CO₂ (pour le confinement) dans le salon et les chambres (proches des entrées d'air) et les paramètres de confort dans les cuisines, salles de bain et salles d'eau (proches des bouches d'extraction),
- Les débits d'air au niveau des composants de ventilation dans les logements à l'aide de capteurs intégrés dans les entrées d'air (chambres, salon) et les bouches d'extraction (cuisines, salles de bains et/ou WC),
- Les paramètres météorologiques (température, pression atmosphérique, vitesse et direction du vent) et le dioxyde de carbone à l'aide d'une station de mesure extérieure située en toiture terrasse,
- La consommation électrique des ventilateurs dans les parties communes.

Les équipements de mesure dédiés au suivi et qui ont déjà été installés sont décrit ci-après :

- En logement
 - Capteur intégré à l'entrée d'air (chambres, salon) : capteurs à effet Hall pour monitorer l'ouverture,
 - Capteurs bouche d'extraction (cuisines, salles de bain et/ou toilettes) :
 - Capteurs à effet Hall pour monitorer l'ouverture,
 - Capteurs de pression pour mesurer la pression dans le conduit,
 - Capteurs de présence (situés sur les bouches toilettes) également monitorés,
 - Capteur mural : température, humidité relative et CO₂ dans le salon et une ou deux chambre(s) selon les logements (température et humidité relative dans les cuisines, salle de bain et salles d'eau),
- En parties communes
 - Station météo en toiture terrasse : température, humidité relative, vitesse et orientation du vent, CO₂,
 - Compteur de consommation électrique des ventilateurs,
 - Câblages pour la transmission des données des logements et de la toiture terrasse à la loge situés dans les murs, visibles dans la loge du gardien à côté du boîtier d'acquisition,
 - Acquisition des données en loge gardien : dans un boîtier au fond de la loge du gardien. Ces données sont récoltées sur un ordinateur sous clef et un système de double mot de passe a été mis en place pour se connecter, donc inaccessibles pour le gardien.

Les équipements de mesure dédiés au suivi qui seront installés en complément, uniquement dans les logements des occupants qui l'acceptent sont décrits ci-après :

- Étalonnage ou changement (si hors service) des capteurs susmentionnés, et réinstallation en phase 2. Ceci inclut également le changement des stations météo hors-service. Concernant l'immeuble parisien, les capteurs ont été changés et de nouvelles cartes électroniques ont été installées. Les capteurs de CO₂, de température et d'hygrométrie des stations météo ont également été changés et les roulements à bille des anémomètres seront ré-étalonnés pour la phase 1,
- Des capteurs de mesure en continu (capteurs NEMO de la société Ethera, licence CEA/CNRS) d'autres polluants de l'air intérieur (particules, COVI, formaldéhyde) ont été ajoutés. Ils ont été installés en deux points de chaque logement (chambre principale et salon) et en un point à l'extérieur pour évaluer le transfert de polluants (PM) de l'extérieur vers l'intérieur. Aereco a complété également ses

mesures pour avoir des capteurs de CO₂, température, humidité, COVt et PM, sur toute la durée de la campagne de mesure sur le site de Paris.

1.1.2 Interventions dans les logements des occupants volontaires

La tâche 1 du projet s'articule autour de deux campagnes de mesure hivernales (dites « campagnes QAI ») en complément de la campagne en continu, afin de pouvoir caractériser les performances de la ventilation pendant la période la plus confinée de l'année (période durant laquelle les occupants ouvrent peu ou pas les fenêtres, et où le renouvellement d'air est donc essentiellement assuré par le système de ventilation). Par conséquent, pour chaque campagne de mesure hivernale, les paramètres de confort et de qualité de l'air intérieur (température, humidité, CO₂, particules, COVI et formaldéhyde) ont été mesurés sur une durée de 15 jours par logement.

Les interventions se sont succédées suivant plusieurs phases :

- **Phase 1 (Septembre 2020 – Octobre 2021), en amont du projet** : acquisition des mesures avec les installations existantes sur une saison de chauffe pour l'immeuble parisien. Des interventions ont eu lieu depuis mars 2019 :
 - Prise de contact avec les locataires afin de recueillir les volontaires. Au moment de l'adhésion, 15 logements étaient volontaires sur le site parisien et 7 logements étaient volontaires sur le site lyonnais,
 - Remplacement des capteurs des stations météorologiques et des roulements des anémomètres, changement de l'alimentation (car défectueuse), changement de l'ordinateur permettant l'acquisition des données (car disque dur en fin de vie), changement de cartes dans 4 appartements (car communication défectueuse), changement des piles WC,
- **Phase 2 (Juillet 2020 – Novembre 2021)** :
 - Intervention dans les logements des occupants volontaires (15 à Paris et 7 à Villeurbanne) pour prélever tous les terminaux de ventilation (bouches d'extraction et entrées d'air),
 - Remplacement temporaire des terminaux de ventilation prélevés par des produits neufs le temps de leur caractérisation en laboratoire lors de la tâche 2,
 - Inspection visuelle et prise de photos de l'installation initiale,
- **Phase 3 (Septembre 2021 – Avril 2022)**
 - Dépose des entrées d'air et bouches d'extraction neuves et réinstallation des terminaux de ventilation initiaux (entrées d'air, bouches d'extraction

munies de capteurs et capteurs muraux) après la caractérisation en laboratoire (tâche 2).

Concernant l'immeuble parisien, 2/15 logements n'ont pas bénéficié de la réinstallation des terminaux de ventilation par Aereco car les locataires ont refusé les interventions

- Rédaction des documents méthodologiques pour la campagne QAI (guide méthodologique, diagnostic QAI immeuble et logement, carnet de bord, guide d'entretien semi-directif occupant, fiche de suivi des capteurs),
- Recrutement des occupants volontaires pour la campagne QAI (7/15 à Paris et 6/7 à Villeurbanne),
- Installation des capteurs NEMO pour mesurer en continu durant deux semaines les paramètres de l'air intérieur (température, humidité, CO₂, particules, COVI et formaldéhyde) dans la chambre principale et le salon de chaque logement recruté,
- Campagne d'entretien avec les occupants,
- **Phase 4 (Janvier 2022 – Mars 2023)** : premiers retours aux offices et aux occupants,
- **Phase 5 (Octobre 2022 – Avril 2023)** : acquisition sur une nouvelle saison de chauffe pour conforter les analyses et résultats, d'un point de vue du fonctionnement des systèmes de ventilation et de la qualité de l'air intérieur (comme en phase 3),
 - Modification et amélioration des documents méthodologiques de la première campagne QAI avec prise en compte des retours d'expérience, à la fois des occupants et des équipes du projet
 - Recrutement des occupants volontaires pour la seconde campagne QAI (4 à Paris et 4 à Villeurbanne),
 - Campagne d'entretien avec les occupants,
- **Phase 6 (Mai 2023 – Juin 2024)** : validation des analyses et résultats, établissement des rapports et conclusions, retours aux occupants, valorisation scientifique et technique.

Durant cette tâche 1, Anjos et Aereco ont été en charge de l'organisation de la pose et de la dépose des terminaux de ventilation ainsi que de la mesure en continu des paramètres instrumentés sur les systèmes de ventilation.

Le Cerema a été en charge de l'organisation des campagnes hivernales de mesure de polluants de l'air intérieur en lien avec les occupants. Les campagnes d'entretien réalisés en fin de campagne QAI permettront à la fois de recalibrer les résultats des mesures, comprendre le comportement des usagers et leur compréhension du fonctionnement des systèmes de ventilation.

1.2 Contractualisation avec les offices HLM et les occupants

1.2.1 Signature convention Paris Habitat et Lyon Métropole Habitat

Pour mener à bien ce projet, le Cerema s'est appuyé sur les deux offices HLM Paris Habitat et Lyon Métropole Habitat, qui ont été les premiers interlocuteurs dans ce projet et ont permis de créer les premiers contacts avec les locataires.

Afin de lancer l'acquisition des données sur la première saison de chauffe 2021-2022, les conventions ont été signées en mars 2019 pour Paris Habitat (avec avenant en 2021) et en mai 2021 pour Lyon Métropole Habitat.

Les conventions ont permis de définir les engagements des partenaires (Aereco, Anjos et le Cerema) dans le projet, notamment sur :

- Les interventions : remise en fonctionnement du système d'acquisition et de la station météorologique, prélèvement des terminaux de ventilation dans les logements des locataires volontaires et installation des terminaux temporaires, réinstallation des terminaux et capteurs muraux, installation de capteurs supplémentaires de suivi des paramètres de l'air intérieur (NEMO) et entretiens avec les locataires,
- Les obligations et interactions dans les immeubles/logements : rendez-vous individuels avec les locataires pour la signature de l'adhésion, remettre aux offices les documents d'information sur l'utilisation et la maintenance des systèmes de ventilation, inspection visuelle des systèmes de ventilation, caractériser en laboratoire les terminaux, suivre les installations et récolter les mesures pendant les 2 saisons de chauffe, récolter les données par la centrale d'acquisition, analyser les données récoltées,
- Le respect du traitement des données selon le règlement (UE) 2016/679 du Parlement Européen et du conseil du 27 avril 2016 relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données (RGPD).

Les offices HLM s'engageaient quant à elle à permettre aux partenaires un accès aux deux immeubles de logements sociaux, à les mettre en contact avec les locataires, à les accompagner lors de l'adhésion au projet et durant les interventions dans les logements, à communiquer les besoins et difficultés sur les installations en cours de fonctionnement, à permettre la réalisation des deux campagnes d'information préalables aux interventions sur site et des campagnes de mesure/installations sur les parties communes.

1.2.2 Recrutement des occupants volontaires

La participation active et la coopération des occupants était une partie déterminante du projet et plus particulièrement pour cette tâche. L'objectif était de recruter des occupants volontaires et impliqués essentiellement pour les phases 2, 3 et 5 qui consistaient à intervenir chez des occupants disponibles et consentants pour procéder à la dépose/repose des terminaux de ventilation, capteurs muraux et la réalisation des campagnes de mesure et entretiens. Pour ce faire, une campagne de communication à l'aide de flyers a été réalisée en 2019 à Paris (annexe A) et 2021 à Villeurbanne (annexe B) dans les deux immeubles, présentant : les différentes dates auxquelles les interventions des partenaires étaient prévues dans leurs logements, le détail des interventions, ainsi que les mesures qui devaient être réalisées. Il était notamment rappelé sur ce flyer les porteurs du projet et le caractère volontaire de la démarche.

Une fois les locataires volontaires recrutés, un formulaire d'adhésion au projet leur a été transmis pour signature précisant le projet (objectif, phases, délais, données mesurées, etc.), le traitement des données (anonymisation, durée de conservation) et leurs droits (adhésion facultative à l'expérimentation). Ainsi, les locataires s'engageaient à accepter :

- La relance des mesures et le remplacement des piles des bouches de ventilation dans les toilettes,
- L'accès à leur appartement par l'office HLM et ses partenaires pour le remplacement des terminaux de ventilation actuels par des terminaux temporaires neufs non-instrumentés, la réinstallation des terminaux d'origine, et l'installation de capteurs supplémentaires mesurant les paramètres de l'air intérieur sur une période de deux semaines,
- D'être contactés par les offices HLM et ses partenaires pour une intervention en cas de problème sur un ou plusieurs capteurs,
- De répondre à un entretien concernant leurs usages dans le logement,
- La réalisation d'une inspection visuelle et prise de photographies des bouches et entrées d'air,
- De laisser les terminaux instrumentés et les stations de mesure sur place et débranchés pour une potentielle reprise des mesures. Le cas échéant, de donner l'accès à leur logement pour remplacer les terminaux de ventilation instrumentés par des terminaux neufs non-instrumentés à la fin du projet.

Lors de leur adhésion, un mode d'emploi relatif à l'utilisation et la maintenance des systèmes de ventilation leur ont été transmis.

La campagne d'adhésion de 2019/2021 a permis de recruter 15 logements à Paris et 7 logements à Villeurbanne. Cependant, malgré cette campagne, 2 locataires de l'immeuble parisien ont refusé les interventions pour la reposition des terminaux, 8 ont refusé de participer à la première campagne de mesure QAI et 3 supplémentaires pour la seconde campagne de mesure.

Au total, pour l'immeuble parisien :

- 13/15 logements ont participé à la repose des terminaux,
- 7/15 logements ont participé à la première campagne de mesure QAI,
- 4/15 logements ont participé à la seconde campagne de mesure QAI.

Concernant l'immeuble de Villeurbanne, 1 locataire a refusé de participer à la première campagne QAI, et 2 supplémentaires pour la seconde campagne de mesure.

Au total, pour l'immeuble lyonnais :

- 7/7 logements ont participé à la repose des terminaux,
- 6/7 logements ont participé à la première campagne de mesure QAI,
- 4/7 logements ont participé à la seconde campagne de mesure QAI.

1.3 Calendrier - Tâche 1

Le calendrier détaillé de la tâche 1 est présenté en Figure 2.

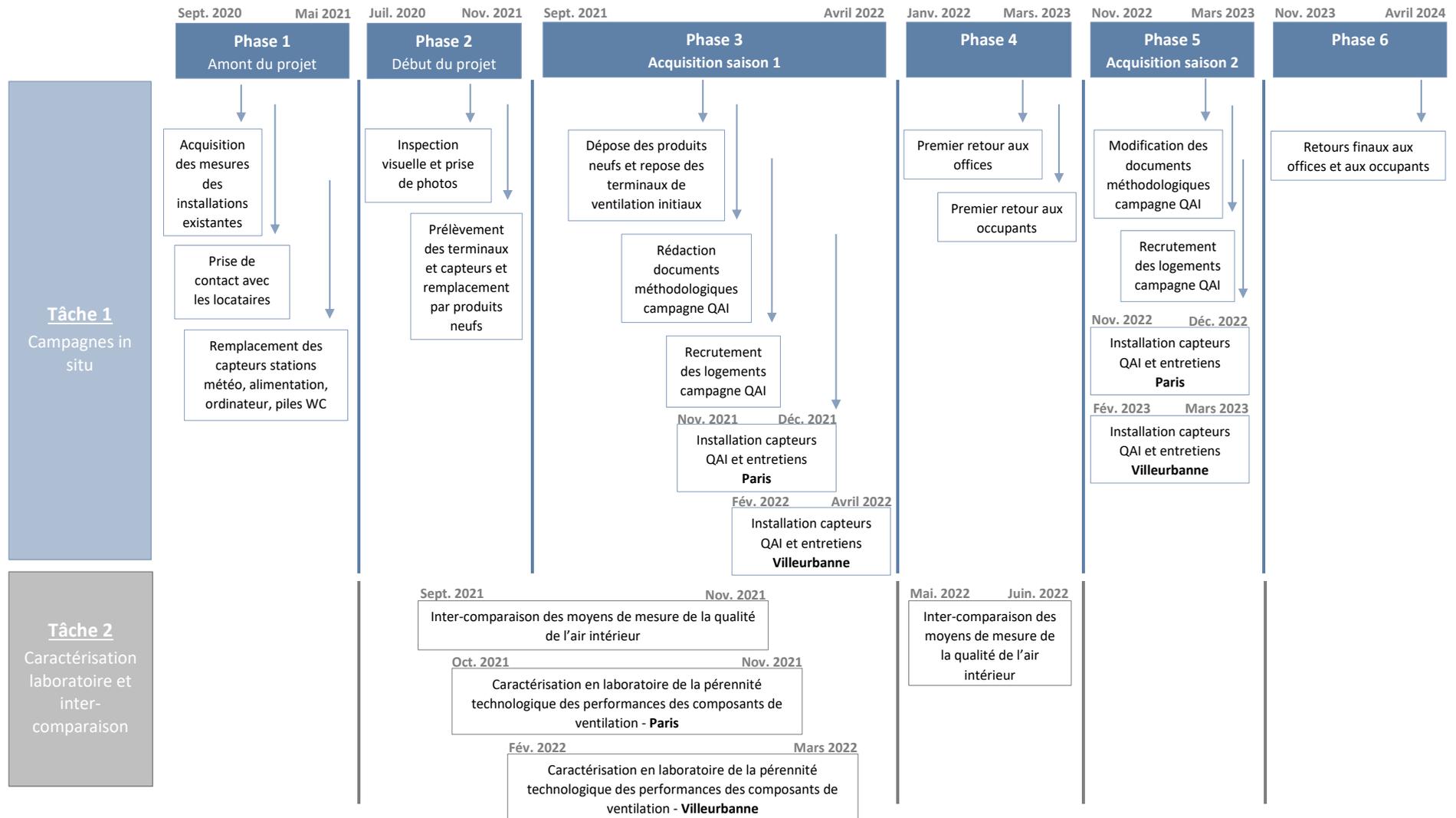


Figure 2 : Calendrier détaillé de la Tâche 1 et interactions avec la Tâche 2

La tâche 1 du projet a débuté en septembre 2020 et s'est terminée en avril 2024, par les retours et résultats finaux aux offices HLM ainsi qu'aux occupants des logements instrumentés.

La première campagne de mesure QAI a commencé en novembre 2021 par l'immeuble parisien et s'est achevée en avril 2022 par l'immeuble de Villeurbanne. Les premiers retours aux offices se sont déroulés en janvier 2022 pour Paris Habitat et en juin 2022 pour Lyon Métropole Habitat.

Les premiers retours aux locataires ont été diffusés en novembre 2022 pour l'immeuble parisien et en février 2023 pour l'immeuble de Villeurbanne, sous forme de fiche présentant les résultats relatifs à la ventilation et la qualité de l'air intérieur propres à chaque logement.

La deuxième campagne de mesure QAI a démarré en novembre 2022 par l'immeuble parisien s'est achevée en mars 2023 par l'immeuble de Villeurbanne. Les interlocuteurs de Paris Habitats ayant changé en cours de projet, un second retour a été fait en mars 2023 sur le projet dans sa totalité à l'office HLM. La restitution du projet aux occupants et aux offices a été programmée en novembre 2023 pour le site lyonnais et en avril 2024 pour le site parisien.

2 DIAGNOSTIC DES SYSTEMES DE VENTILATION

2.1 Site de Paris

2.1.1 Diagnostic partie commune

2.1.1.1 Type d'installation de ventilation

Les pièces de vie (séjour et chambre) des appartements sont équipées d'entrées d'air EHA (Figure 3). Elles se composent d'un tissu hygroscopique qui réagit au taux d'humidité dans la pièce et qui actionne l'ouverture d'un volet pour répartir la ventilation en fonction du besoin dans chaque pièce. Une mousse acoustique permet de limiter la transmission du bruit extérieur vers l'intérieur de la pièce et un socle assure la fixation du produit grâce à deux vis cachées derrière un bouchon.

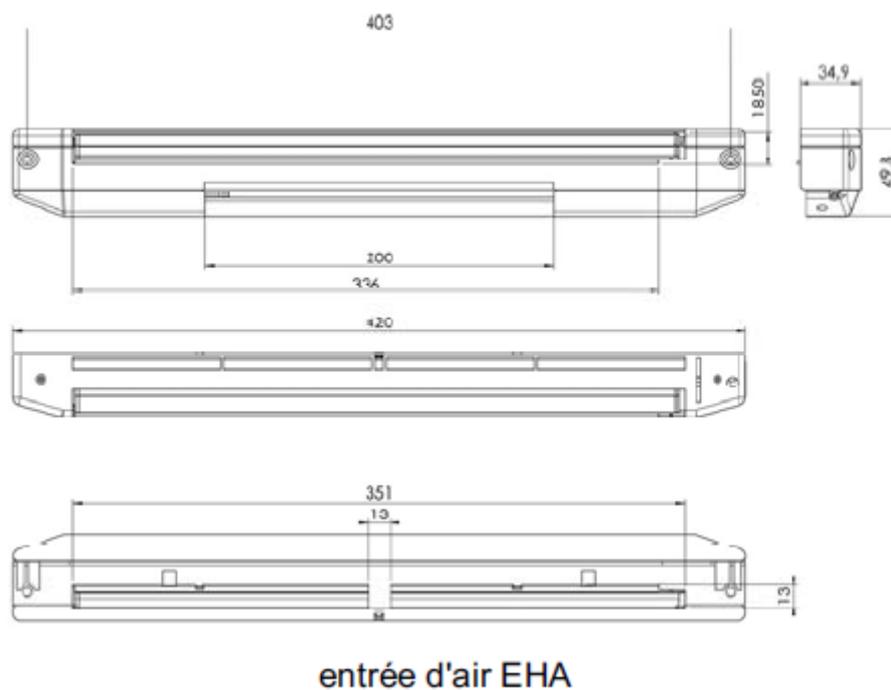


Figure 3 : Schémas représentant une entrée d'air EHA

Les modèles de bouches et entrées d'air installées dans les logements sont référencées en fonction des pièces et de la taille des logements, dans le Tableau 1 (extrait de l'Avis Technique correspondant aux systèmes installés). Pour les entrées d'air il faut considérer la ligne « EHA » et pour les bouches la ligne « BAHIA ».

Tableau 1 : Références des bouches et entrée d'air installées dans les logements

	Chambre	Séjour	Cuisine	SdB	WC	Salle d'eau
F1		2 EHA 22 ou 2 EHB 22 ou 2 EH 22	BAHIA C1-2 ou BHC 1-2	BAHIA Bain ou BHB	BAHIA WC ou BWC	BAHIA Bain ou BAHIA WC ou BHB ou BWC
F2 (SdB avec WC)	EHA 5-30 ou EHB 5-30 ou EH 5-30	EHA 5-30 ou EHB 5-30 ou EH 5-30	BAHIA C1-2 ou BHC 1-2	BAHIA Bain WC+ ou BHB WC +	/	/
F2	EHA 5-30 ou EHB 5-30 ou EH 5-30	EHA 5-30 ou EHB 5-30 ou EH 5-30	BAHIA C1-2 ou BHC 1-2	BAHIA Bain ou BHB	BAHIA WC ou BWC	BAHIA Bain ou BAHIA WC ou BHB ou BWC
F3 et F4	EHA 5-30 ou EHB 5-30 ou EH 5-30	EHA 5-30 ou EHB 5-30 ou EH 5-30	BAHIA C3-4 ou BHC 3-4	BAHIA Bain ou BHB	BAHIA WC ou BWC	BAHIA Bain ou BAHIA WC ou BHB ou BWC
F5 et plus	EHA 5-30 ou EHB 5-30 ou EH 5-30	2 EHA 5-30 ou 2 EHB 5-30 ou 2 EH 5-30	BAHIA C5+ ou BHC 5+	BAHIA Bain ou BHB	BAHIA WC ou BWC	BAHIA Bain ou BAHIA WC ou BHB ou BWC

2.1.1.2 Vérifications dans l'immeuble

Le Tableau 2, extrait de Promevent, présente les points de vérification faits ou à faire et portant sur le caisson et le réseau de ventilation du bâtiment Parisien.

Tableau 2 : Liste des points de vérification sur le caisson et les réseaux

	Points de vérification			Evaluation du critère		
				oui	non	Commentaire
	G		Général			
Vérifications fonctionnelles	G9	2.1	Les alarmes en cas de non-fonctionnement des systèmes de ventilation sont correctement localisées			NC
	G10	2.1	Les alarmes fonctionnent			NC
	C		Caisson de Ventilation			
	C13	2.4	Le ventilateur est simple d'accès depuis les parties communes	x		
	C14	2.3 et 2.4	L'accès au ventilateur est sécurisé	x		Ventilateur à l'air libre en terrasse
	C15	2.3 et 2.4	L'accès au ventilateur est éclairé		x	
	C16	2.5	Le caisson de ventilation est désolidarisé acoustiquement du bâti			NC
	C17	2.6	Les caractéristiques techniques du ventilateur correspondent au descriptif et/ou à l'étude VMC			NC
	C18	2.7	Le(les) ventilateur(s) est (sont) en fonctionnement	x		
	C19	2.7	La ligne électrique du caisson de ventilation est indépendante de tout autre circuit électrique			NC
	C20	2.8	Pour les ventilateurs alimentés en courant triphasé, le sens de rotation du ventilateur est correct			NC
	C21	2.9	La courroie du ventilateur est en bon état			NC
	C22	2.9	Une courroie de secours est disponible			NC
	C23	2.9	L'alignement des poulies est respecté			NC
	C24	2.10	Les organes de contrôle (pressostats, tubes de pression) sont en bon état			NC
	C31	2.16	Le ventilateur est raccordé au réseau par l'intermédiaire de manchettes souples			NC
	C32	2.16	Les manchettes de raccordement au caisson sont en bon état et démontables			NC
	C33	2.17	Le caisson est correctement raccordé au(x) réseau(x) : singularités à proximité du caisson			NC
	C34	2.18	Le rejet du ventilateur est raccordé sur l'extérieur	x		
C35	2.19	Le rejet est positionné pour éviter tout risque de refoulement dans les logements			NC	
C36	2.19	Le type de débouché est adapté			NC	

NC : Non Communiqué

2.1.1.3 Etat des conduits de ventilation

La phase de démontage des bouches et entrées d'air instrumentées en 2020 a été l'occasion de prendre des photos des conduits et d'observer des degrés différents d'encrassement. Les Figure 4 et Figure 5 présentent des exemples de niveaux d'encrassement faibles (Figure 4) et importants (Figure 5).



Figure 4 : Exemples de conduits peu encrassés



Figure 5 : Exemples de conduits encrassés

2.1.2 Diagnostic logement

2.1.2.1 Méthode de vérification

Les points de vérification ont été réalisés en suivant le protocole Promevent. Ils sont résumés dans les Tableau 3 à Tableau 7.

Les mesures de pression aux bouches ont été réalisées lors de phase de réinstallation entre octobre et décembre 2021. Les références et les caractéristiques principales de l'instrument de mesures sont données en Figure 6.

Fabricant : Dwyer
Modèle : 475-000-FM
Plage de mesures : 0 à 249.1 Pa
Justesse de mesures : 0.5 % PE de 15.6 °C à 25.6°C



Figure 6 : Capteur de pression utilisé pour mesurer la pression aux bouches

La caractérisation Ok/Nok (pour Non Ok) des pressions derrière les bouches a été faite sur le critère mentionné dans l’Avis Technique lié aux unités de ventilation (Figure 7). Une pression comprise entre 90 et 160 Pa permet d’obtenir une caractérisation Ok (représentée par une pression en vert). Si ce n’est pas le cas la pression mesurée dans la pièce humide est considérée comme NOK (représentée par une pression en rouge).

Le système installé, on vérifiera que la pression mesurée à la bouche la plus défavorisée se situe dans la plage de pression désirée (90-160 Pa) lorsqu’aucune des bouches n’est à son débit maximum (débit actionné manuellement ou automatiquement).

Figure 7 : Extrait de l’Avis Technique « AVISTECH2 1401-627 V0 Hygro Babia 2002 15mars »

Les pièces qui ne sont pas équipées de porte sont identifiées par “*” dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3 : Points de vérification des appartements 12, 13 et 15 – Immeuble de Paris

Liste d'appartements			Apprt 12							Apprt 13							Apprt 15										
		T	Passage de transit et équipements motorisés	Cu	Séjour	SdB	WC	Ch1	Ch2	Cu	Séjour	SdB	SdD	WC	Ch1	Ch2	Ch3	Cu	Séjour	SdB	SdD	WC	Ch1	Ch2	Ch3		
Liste des points de vérification sur le logement et les passages de transit	Vérification fonctionnelles	T3	Les passages de transit permettent d'assurer le balayage du logement	NOK	OK	OK	OK	OK	OK	OK*	OK*	OK*	NOK	NOK	NOK	NOK	OK	NOK	OK*	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
		T4	Les équipements motorisés spécifiques sont indépendants du système de ventilation générale	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
		BE	Bouches d'extraction	Cu	Séjour	SdB	WC	Ch1	Ch2	Cu	Séjour	SdB	SdD	WC	Ch1	Ch2	Ch3	Cu	Séjour	SdB	SdD	WC	Ch1	Ch2	Ch3		
Listes des vérifications à réaliser sur les bouches d'extraction	Vérification fonctionnelles	BE5	Présence d'une bouche d'extraction	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-		
		BE6	Absence d'entrée d'air et de bouche de soufflage (sauf cuisine ouverte)	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-		
		BE10	Les caractéristiques de la bouche respectent les spécifications de conception	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-		
		BE11	Les distances minimales entre chaque bouche et les parois et le sol sont respectées	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	NOK	-	-	-		
		BE12	Chaque bouche est accessible et permet sa vérification et son entretien de façon aisée	NOK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-		
		BE13	Chaque bouche n'est ni cassée, ni encrassée, ni obturée	NOK	-	NOK	OK	-	-	NOK	-	OK	OK	OK	-	-	-	NOK	-	NOK	NOK	OK	-	-	-		
		BE14	Chaque bouche est démontable	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-		
		BE15	Chaque bouche est raccordée au conduit par une manchette adaptée ou un dispositif équivalent	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-		
		BE16	Un débit est ressenti à chaque bouche	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-		
		BE17	Le sens du débit est correct	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-		
	BE18	Le cas échéant, la commande de passage en débit de pointe est accessible et fonctionnelle	NOK	-	OK	OK	-	-	NOK	-	OK	OK	OK	-	-	-	NOK	-	OK	OK	OK	-	-	-			
	Mesures fonctionnelles			*Pression mesurée (Pa) en débit de base cuisine (mini/maxi si bouche bidébit)	105	-	65	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	57	90	65	-	-	-	
			*Pression mesurée (Pa) en débit de pointe cuisine (mini/maxi si bouche bidébit)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Listes des vérifications à réaliser sur les modules d'entrée d'air	Vérifications fonctionnelles	EA	Modules d'entrée d'air	Cu	Séjour	SdB	WC	Ch1	Ch2	Cu	Séjour	SdB	SdD	WC	Ch1	Ch2	Ch3	Cu	Séjour	SdB	SdD	WC	Ch1	Ch2	Ch3		
		EA4	Présence d'une ou plusieurs entrées d'air	-	OK	-	-	OK	OK	-	OK	-	-	-	OK	OK	OK	-	OK	-	-	-	OK	OK	OK		
		EA5	Absence de bouche d'extraction (sauf cuisine ouverte) ou de bouche de soufflage	-	OK	-	-	OK	OK	-	OK	-	-	-	NOK	OK	OK	-	OK	-	-	-	OK	OK	OK		
		EA9	Chaque entrée d'air est accessible et permet sa vérification, son entretien et son nettoyage de façon aisée	-	OK	-	-	OK	OK	-	OK	-	-	-	OK	OK	OK	-	OK	-	-	-	OK	OK	OK		
		EA10	Chaque entrée d'air n'est ni cassée, ni encrassée, ni obturée	-	OK	-	-	NOK	OK	-	NOK	-	-	-	NOK	NOK	NOK	-	OK	-	-	-	NOK	OK	OK		
		EA11	La mise en œuvre de chaque entrée d'air permet de respecter les débits nécessaires et éviter toute gêne	-	OK	-	-	OK	NOK	-	OK	-	-	-	OK	NOK	NOK	-	NOK	-	-	-	NOK	NOK	NOK		

Tableau 4 : Points de vérification des appartements 17, 18 et 19 – Immeuble de Paris

Liste d'appartements			Appt 17									Appt 18						Appt 19									
		T	Passage de transit et équipements motorisés	Cu	Séjour	SdB	SdD	WC	Ch1	Ch2	Ch3	Cu	Séjour	SdB	WC	Ch1	Ch2	Ch3	Cu	Séjour	SdB	SdD	WC	Ch1	Ch2	Ch3	
Liste des points de vérification sur le logement et les passages de transit	Vérification fonctionnelles	T3	Les passages de transit permettent d'assurer le balayage du logement	NOK	OK**	NOK	OK	OK	OK	OK	OK	NOK	OK	OK	OK	OK	OK	NOK	NOK	OK	OK	OK	NOK	OK	OK	OK	
		T4	Les équipements motorisés spécifiques sont indépendants du système de ventilation générale	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
		BE	Bouches d'extraction	Cu	Séjour	SdB	SdD	WC	Ch1	Ch2	Ch3	Cu	Séjour	SdB	WC	Ch1	Ch2	Ch3	Cu	Séjour	SdB	SdD	WC	Ch1	Ch2	Ch3	
Listes des vérifications à réaliser sur les bouches d'extraction	Vérification fonctionnelles	BE5	Présence d'une bouche d'extraction	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	
		BE6	Absence d'entrée d'air et de bouche de soufflage (sauf cuisine ouverte)	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	
		BE10	Les caractéristiques de la bouche respectent les spécifications de conception	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	NOK	-	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	
		BE11	Les distances minimales entre chaque bouche et les parois et le sol sont respectées	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	-	OK	-	NOK	OK	OK	OK	-	-	-
		BE12	Chaque bouche est accessible et permet sa vérification et son entretien de façon aisée	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-
		BE13	Chaque bouche n'est ni cassée, ni encrassée, ni obturée	NOK	-	OK	OK	OK	-	-	-	NOK	-	OK	OK	-	-	-	NOK	-	NOK	NOK	NOK	NOK	-	-	-
		BE14	Chaque bouche est démontable	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-
		BE15	Chaque bouche est raccordée au conduit par une manchette adaptée ou un dispositif équivalent	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-
		BE16	Un débit est ressenti à chaque bouche	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-
		BE17	Le sens du débit est correct	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-
		BE18	Le cas échéant, la commande de passage en débit de pointe est accessible et fonctionnelle	NOK	-	OK	OK	OK	-	-	-	NOK	-	OK	OK	-	-	-	NOK	-	OK	OK	OK	OK	-	-	-
	Mesures fonctionnelles		*Pression mesurée (Pa) en débit de base cuisine (mini/maxi si bouche bidébit)	107	-	47	63	116	-	-	-	80	-	105	80	-	-	-	110	-	70	90	65	-	-	-	
			*Pression mesurée (Pa) en débit de pointe cuisine (mini/maxi si bouche bidébit)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Listes des vérifications à réaliser sur les modules d'entrée d'air	Vérifications fonctionnelles	EA	Modules d'entrée d'air	Cu	Séjour	SdB	SdD	WC	Ch1	Ch2	Ch3	Cu	Séjour	SdB	WC	Ch1	Ch2	Ch3	Cu	Séjour	SdB	SdD	WC	Ch1	Ch2	Ch3	
		EA4	Présence d'une ou plusieurs entrées d'air	-	OK	-	-	-	OK	OK	OK	-	OK	-	-	OK	OK	OK	-	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK
		EA5	Absence de bouche d'extraction (sauf cuisine ouverte) ou de bouche de soufflage	-	OK	-	-	-	OK	OK	OK	-	OK	-	-	OK	OK	OK	-	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK
		EA9	Chaque entrée d'air est accessible et permet sa vérification, son entretien et son nettoyage de façon aisée	-	OK	-	-	-	OK	OK	OK	-	OK	-	-	OK	OK	OK	-	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK
		EA10	Chaque entrée d'air n'est ni cassée, ni encrassée, ni obturée	-	NOK	-	-	-	NOK	NOK	NOK	-	OK	-	-	NOK	NOK	NOK	-	OK	-	-	-	-	OK	OK	OK
		EA11	La mise en œuvre de chaque entrée d'air permet de respecter les débits nécessaires et éviter toute gêne	-	OK	-	-	-	NOK	NOK	NOK	-	NOK	-	-	NOK	NOK	OK	-	NOK	-	-	-	-	NOK	OK	OK

Tableau 5 : Points de vérification des appartements 20, 21 et 24 – Immeuble de Paris

Liste d'appartements				Appt 20						Appt 21						Appt 24								
Liste des points de vérification sur le logement et les passages de transit	Vérification fonctionnelles	T	Passage de transit et équipements motorisés	Cu	Séjour	SdB	WC	Ch1	Ch2	Cu	Séjour	SdB	SdD	WC	Ch1	Ch2	Ch3	Cu	Séjour	SdB	WC	Ch1	Ch2	
		T3	Les passages de transit permettent d'assurer le balayage du logement	NOK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
		T4	Les équipements motorisés spécifiques sont indépendants du système de ventilation générale	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Listes des vérifications à réaliser sur les bouches d'extraction	Vérification fonctionnelles	BE	Bouches d'extraction	Cu	Séjour	SdB	WC	Ch1	Ch2	Cu	Séjour	SdB	SdD	WC	Ch1	Ch2	Ch3	Cu	Séjour	SdB	WC	Ch1	Ch2	
		BE5	Présence d'une bouche d'extraction	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	
		BE6	Absence d'entrée d'air et de bouche de soufflage (sauf cuisine ouverte)	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	
		BE10	Les caractéristiques de la bouche respectent les spécifications de conception	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	
		BE11	Les distances minimales entre chaque bouche et les parois et le sol sont respectées	OK	-	OK	OK	-	-	NOK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	
		BE12	Chaque bouche est accessible et permet sa vérification et son entretien de façon aisée	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	
		BE13	Chaque bouche n'est ni cassée, ni encrassée, ni obturée	NOK	-	NOK	OK	-	-	NOK	-	NOK	NOK	NOK	-	-	-	NOK	-	NOK	NOK	-	-	
		BE14	Chaque bouche est démontable	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	
		BE15	Chaque bouche est raccordée au conduit par une manchette adaptée ou un dispositif équivalent	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	
		BE16	Un débit est ressenti à chaque bouche	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	
	BE17	Le sens du débit est correct	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-		
	BE18	Le cas échéant, la commande de passage en débit de pointe est accessible et fonctionnelle	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-		
	Mesures fonctionnelles		*Pression mesurée (Pa) en débit de base cuisine (mini/maxi si bouche bidébit)	92	-	90	84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	-	100	86	-	-	
		*Pression mesurée (Pa) en débit de pointe cuisine (mini/maxi si bouche bidébit)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Listes des vérifications à réaliser sur les modules d'entrée d'air	Vérifications fonctionnelles	EA	Modules d'entrée d'air	Cu	Séjour	SdB	WC	Ch1	Ch2	Cu	Séjour	SdB	SdD	WC	Ch1	Ch2	Ch3	Cu	Séjour	SdB	WC	Ch1	Ch2	
		EA4	Présence d'une ou plusieurs entrées d'air	-	OK	-	-	OK	OK	-	OK	-	-	-	OK	OK	OK	-	OK	-	-	OK	OK	
		EA5	Absence de bouche d'extraction (sauf cuisine ouverte) ou de bouche de soufflage	-	OK	-	-	OK	OK	-	OK	-	-	-	OK	OK	OK	-	OK	-	-	OK	OK	
		EA9	Chaque entrée d'air est accessible et permet sa vérification, son entretien et son nettoyage de façon aisée	-	OK	-	-	OK	OK	-	OK	-	-	-	OK	OK	OK	-	OK	-	-	OK	OK	
		EA10	Chaque entrée d'air n'est ni cassée, ni encrassée, ni obturée	-	NOK	-	-	NOK	NOK	-	NOK	-	-	-	NOK	OK	NOK	-	NOK	-	-	OK	OK	
		EA11	La mise en œuvre de chaque entrée d'air permet de respecter les débits nécessaires et éviter toute gêne	-	OK	-	-	OK	OK	-	NOK	-	-	-	NOK	NOK	NOK	-	OK	-	-	OK	OK	

Tableau 6 : Points de vérification des appartements 25, 26 et 27 - Immeuble de Paris

Liste d'appartements				Apprt 25					Apprt 26					Apprt 27										
Liste des points de vérification sur le logement et les passages de transit	Vérification fonctionnelles	T	Passage de transit et équipements motorisés	Cu	Séjour	SdB	WC	Ch1	Ch2	Cu	Séjour	SdB	WC	Ch1	Ch2	Cu	Séjour	SdB	SdD	WC	Ch1	Ch2	Ch3	
		T3	Les passages de transit permettent d'assurer le balayage du logement	NOK	OK	OK	OK	OK	OK	NOK	OK	OK	OK	OK	OK	NOK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
		T4	Les équipements motorisés spécifiques sont indépendants du système de ventilation générale	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Listes des vérifications à réaliser sur les bouches d'extraction	Vérification fonctionnelles	BE	Bouches d'extraction	Cu	Séjour	SdB	WC	Ch1	Ch2	Cu	Séjour	SdB	WC	Ch1	Ch2	Cu	Séjour	SdB	SdD	WC	Ch1	Ch2	Ch3	
		BE5	Présence d'une bouche d'extraction	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	
		BE6	Absence d'entrée d'air et de bouche de soufflage (sauf cuisine ouverte)	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	
		BE10	Les caractéristiques de la bouche respectent les spécifications de conception	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	
		BE11	Les distances minimales entre chaque bouche et les parois et le sol sont respectées	NOK	-	OK	OK	-	-	NOK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	NOK	NOK	-	-	-	
		BE12	Chaque bouche est accessible et permet sa vérification et son entretien de façon aisée	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	
		BE13	Chaque bouche n'est ni cassée, ni encrassée, ni obturée	NOK	-	NOK	OK	-	-	NOK	-	NOK	OK	-	-	NOK	-	NOK	NOK	OK	-	-	-	
		BE14	Chaque bouche est démontable	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	
		BE15	Chaque bouche est raccordée au conduit par une manchette adaptée ou un dispositif équivalent	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	
		BE16	Un débit est ressenti à chaque bouche	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	
	BE17	Le sens du débit est correct	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-		
	BE18	Le cas échéant, la commande de passage en débit de pointe est accessible et fonctionnelle	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-		
	Mesures fonctionnelles		*Pression mesurée (Pa) en débit de base cuisine (mini/maxi si bouche bidébit)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		*Pression mesurée (Pa) en débit de pointe cuisine (mini/maxi si bouche bidébit)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Listes des vérifications à réaliser sur les modules d'entrée d'air	Vérifications fonctionnelles	EA	Modules d'entrée d'air	Cu	Séjour	SdB	WC	Ch1	Ch2	Cu	Séjour	SdB	WC	Ch1	Ch2	Cu	Séjour	SdB	SdD	WC	Ch1	Ch2	Ch3	
		EA4	Présence d'une ou plusieurs entrées d'air	-	OK	-	-	OK	OK	-	OK	-	-	OK	OK	-	OK	-	-	-	OK	OK	OK	
		EA5	Absence de bouche d'extraction (sauf cuisine ouverte) ou de bouche de soufflage	-	OK	-	-	OK	OK	-	OK	-	-	OK	OK	-	OK	-	-	-	OK	OK	OK	
		EA9	Chaque entrée d'air est accessible et permet sa vérification, son entretien et son nettoyage de façon aisée	-	OK	-	-	OK	OK	-	OK	-	-	OK	OK	-	OK	-	-	-	OK	OK	OK	
		EA10	Chaque entrée d'air n'est ni cassée, ni encrassés, ni obturée	-	NOK	-	-	NOK	NOK	-	NOK	-	-	NOK	NOK	-	NOK	-	-	-	NOK	NOK	NOK	
		EA11	La mise en œuvre de chaque entrée d'air permet de respecter les débits nécessaires et éviter toute gêne	-	NOK	-	-	NOK	NOK	-	OK	-	-	NOK	NOK	-	OK	-	-	-	NOK	NOK	NOK	

Tableau 7 : Points de vérification des appartements 28, 29 et 30 - Immeuble de Paris

Liste d'appartements				Appt 28								Appt 29						Appt 30						
Liste des points de vérification sur le logement et les passages de transit	Vérification fonctionnelles	T	Passage de transit et équipements motorisés	Cu	Séjour	SdB	SdD	WC	Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	Cu	Séjour	SdB	WC	Ch1	Ch2	Ch3	Cu	Séjour - Ch	SdD	WC	
		T3	Les passages de transit permettent d'assurer le balayage du logement	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NOK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	-	NOK	NOK
T4	Les équipements motorisés spécifiques sont indépendants du système de ventilation générale	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
Listes des vérifications à réaliser sur les bouches d'extraction	Vérification fonctionnelles	BE	Bouches d'extraction	Cu	Séjour	SdB	SdD	WC	Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	Cu	Séjour	SdB	WC	Ch1	Ch2	Ch3	Cu	Séjour	SdD	WC	
		BE5	Présence d'une bouche d'extraction	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK
		BE6	Absence d'entrée d'air et de bouche de soufflage (sauf cuisine ouverte)	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK
		BE10	Les caractéristiques de la bouche respectent les spécifications de conception	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK
		BE11	Les distances minimales entre chaque bouche et les parois et le sol sont respectées	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	-	NOK	-	OK	OK
		BE12	Chaque bouche est accessible et permet sa vérification et son entretien de façon aisée	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK
		BE13	Chaque bouche n'est ni cassée, ni encrassée, ni obturée	NOK	-	NOK	NOK	OK	-	-	-	-	-	NOK	-	NOK	OK	-	-	-	NOK	-	NOK	OK
		BE14	Chaque bouche est démontable	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK
		BE15	Chaque bouche est raccordée au conduit par une manchette adaptée ou un dispositif équivalent	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK
		BE16	Un débit est ressenti à chaque bouche	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK
	BE17	Le sens du débit est correct	OK	-	OK	OK	OK	-	-	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	
	BE18	Le cas échéant, la commande de passage en débit de pointe est accessible et fonctionnelle	NOK	-	OK	OK	OK	-	-	-	-	-	OK	-	OK	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	
	Mesures fonctionnelles		*Pression mesurée (Pa) en débit de base cuisine (mini/maxi si bouche bidébit)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110	-	110	110	-	-	-	125	-	90	90
		*Pression mesurée (Pa) en débit de pointe cuisine (mini/maxi si bouche bidébit)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Listes des vérifications à réaliser sur les modules d'entrée d'air	Vérifications fonctionnelles	EA	Modules d'entrée d'air	Cu	Séjour	SdB	SdD	WC	Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	Cu	Séjour	SdB	WC	Ch1	Ch2	Ch3	Cu	Séjour	SdD	WC	
		EA4	Présence d'une ou plusieurs entrées d'air	-	OK	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	OK	-	-	OK	OK	OK	-	OK	-	-	
		EA5	Absence de bouche d'extraction (sauf cuisine ouverte) ou de bouche de soufflage	-	OK	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	OK	-	-	OK	OK	OK	-	OK	-	-	
		EA9	Chaque entrée d'air est accessible et permet sa vérification, son entretien et son nettoyage de façon aisée	-	OK	-	-	-	OK	OK	OK	OK	-	OK	-	-	OK	OK	OK	-	OK	-	-	
		EA10	Chaque entrée d'air n'est ni cassée, ni encrassée, ni obturée	-	NOK	-	-	-	NOK	NOK	NOK	NOK	-	OK	-	-	NOK	OK	OK	-	NOK	-	-	
		EA11	La mise en œuvre de chaque entrée d'air permet de respecter les débits nécessaires et éviter toute gêne	-	OK	-	-	-	NOK	NOK	NOK	NOK	-	NOK	-	-	OK	NOK	OK	-	OK	-	-	

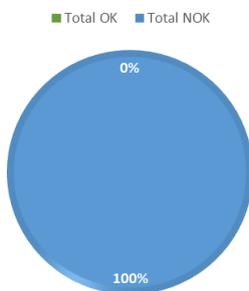
2.1.2.2 Résultats

L'entretien des bouches se fait par l'occupant en retirant la grille et la case (volet(s) et support de volet(s)) qui peuvent par exemple être mises dans le lave-vaisselle.

L'étude de l'encrassement montre qu'aucune des 15 bouches cuisines ne présente un entretien jugé comme bon (OK). Les bouches des salles de bain (14 au total) et salles de douche (8 au total) présentent un niveau d'entretien (OK) à hauteur de 21 % et 25 % des totaux respectifs. Les bouches WC sont les moins encrassées avec un bon entretien qui atteint 80% des 15 échantillons. Ces proportions sont présentées dans les graphiques de la Figure 8.

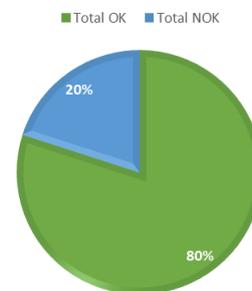
Les remarques liées à l'encrassement des bouches sont disponibles en Annexe E, échantillon par échantillon.

TOTAL CUISINES OK/NOK - ENCRASSEMENT



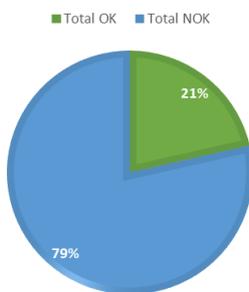
(A)

TOTAL WC OK/NOK - ENCRASSEMENT



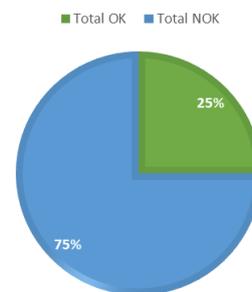
(B)

TOTAL SDB OK/NOK - ENCRASSEMENT



(C)

TOTAL SDD OK/NOK - ENCRASSEMENT



(D)

Figure 8 : A) Représentation de l'état des bouches d'extraction dans les cuisines (Total : 15) B) Représentation de l'état des bouches d'extraction dans les WC (Total : 15) C) Représentation de l'état des bouches d'extraction dans les salles de bain (Total : 14)

La proportion des bouches d'extraction à valider tous les critères BE5, BE6, BE11, BE12, BE13, BE14, BE15, BE16, BE17 et BE18 de Promevent est donnée en Figure 9. Seulement 19 % des bouches sont jugées conformes. Le détail par pièce et par appartement est donné en Annexe D.

TOTAL BE OK/NOK - PROMEVENT

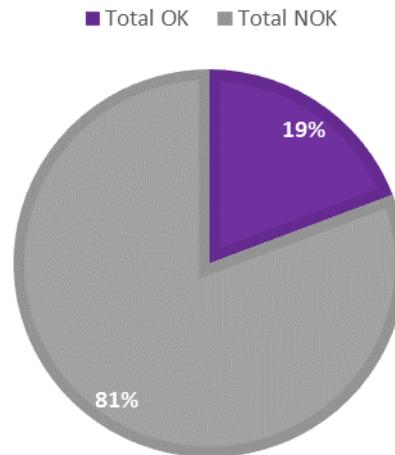
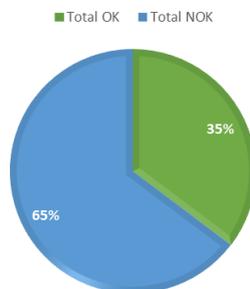


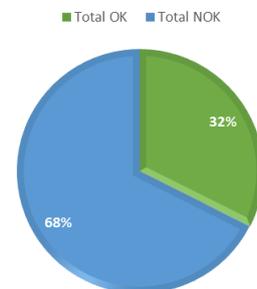
Figure 9 : Statistique sur la conformité des installations des Bouches d'extraction (Total : 52)

Un travail identique a été fait sur les entrées d'air (résultats synthétisés en Figure 10). De manière générale seulement un tiers des 54 entrées d'air ont été jugées comme ayant un bon niveau d'entretien. Il n'y a pas de différence notable entre l'encrassement des entrées d'air installées dans les chambres (32% de OK) et celles installées dans les séjours (35% de OK).

TOTAL SÉJOURS OK/NOK - ENCRASSEMENT



TOTAL CHAMBRES OK/NOK - ENCRASSEMENT



(B)

Figure 10 : A) Représentation de l'état des entrées d'air des séjours (Total : 17). B) Représentation de l'état des entrées d'air des chambres (Total : 37)

Le respect de l'installation des entrées d'air en appliquant les vérifications du protocole Promevent (EA4, EA5, EA9, EA10 et EA11) est donné dans le graphique de la Figure 11. Seulement 11 % des entrées d'air sont jugées conformes. Le détail par pièce et par appartement est donné en Annexe D.

TOTAL EA OK/NOK - PROMEVENT

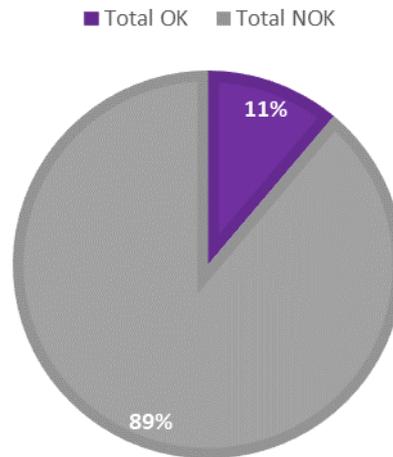
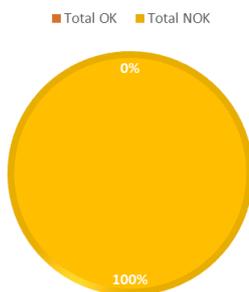


Figure 11 : Statistique sur la conformité des installations des Entrées d’Air (Total : 54)

Une étude complémentaire pourrait porter sur la répartition des entrées d’air jugées comme propres en fonction de l’orientation de l’installation : en effet, certaines entrées d’air donnent directement sur l’avenue adjacente (pollution automobile, grands arbres proches des balcons (pollens, débris, ...), ...). L’étude pourrait se faire sur l’aspect externe de l’entrée d’air mais également sur le degré de salissure interne puisque des photos ont été faites des produits désassemblés.

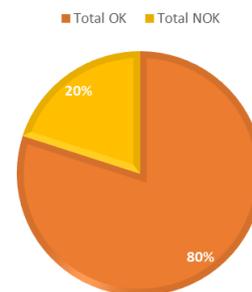
Les graphiques de la Figure 12 présentent la conformité/non-conformité (Ok/NOK) des détalonnages des portes pour chaque type de pièce. On observe que pour plus de 80% des pièces, à l’exception des cuisines, les détalonnages sont conformes aux recommandations. En revanche, aucune des 12 cuisines ne respectent le détalonnage réglementaire.

TOTAL CUISINES OK/NOK - DÉTALONNAGE



(A)

TOTAL WC OK/NOK - DÉTALONNAGE



(B)

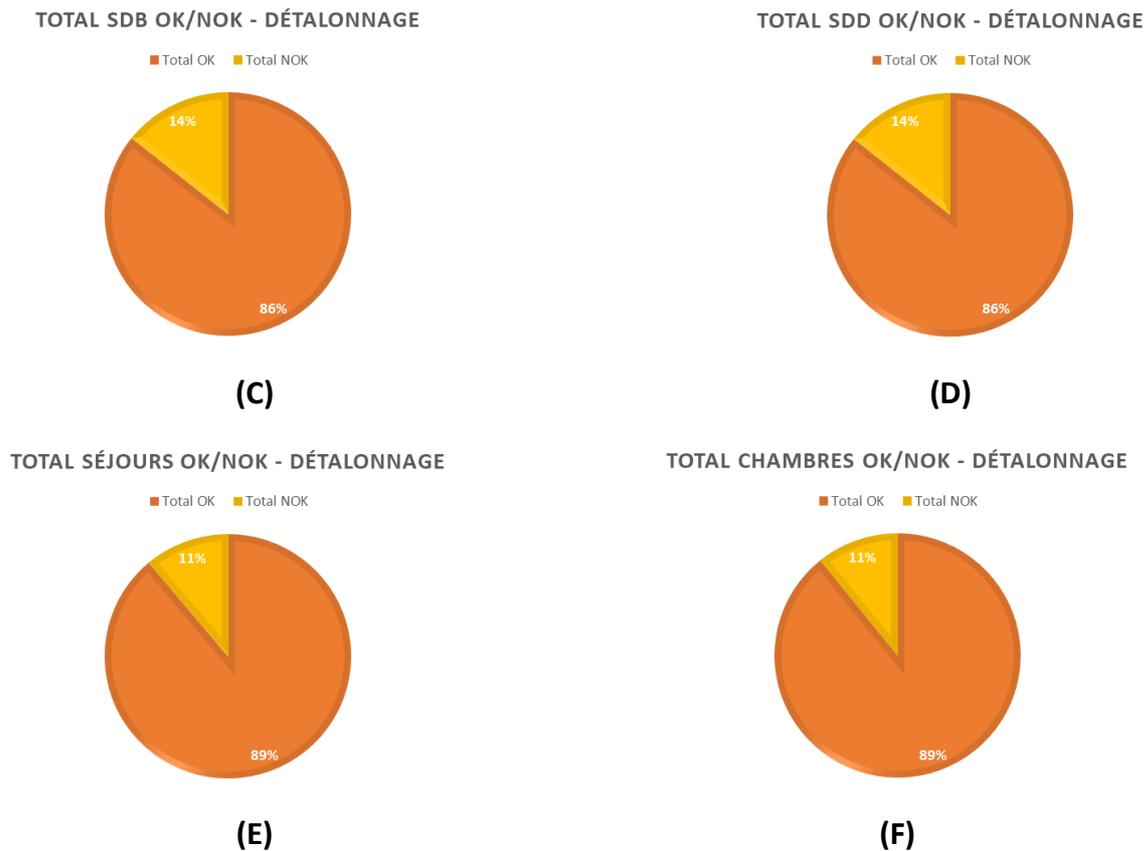


Figure 12 : A) Conformité du détalonnage des portes présentes dans les cuisines (Total : 12). B) Conformité du détalonnage des portes présentes dans les WC (Total : 15). C) Conformité du détalonnage des portes présentes dans les salles de bain (Total : 14). D) Conformité du détalonnage des portes présentes dans les salles de douche (Total : 7) ; E) Conformité du détalonnage des portes présentes dans les salons (Total : 9). F) Conformité du détalonnage des portes présentes dans les chambres (Total : 37)

Remarque : les pièces sans porte ont été exclues de l'étude.

2.2 Site de Villeurbanne

2.2.1 Diagnostic partie commune

2.2.1.1 Type d'installation de ventilation

Les entrées d'air étudiées sont de type ISOLA HY 7/40 représentées en Figure 13-A. Elles sont composées d'un volet transparent actionné par une tresse réagissant au taux d'humidité ambiant, d'une mousse acoustique située sous le canal du passage d'air et d'un socle permettant la fixation de l'entrée d'air sur la menuiserie. Un capuchon de façade est aussi décrit en Figure 13-B.

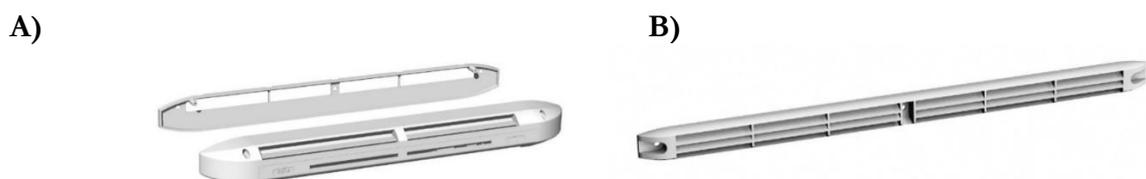


Figure 13 : A) Composition de l'entrée d'air hygroréglable ISOLA HY 7/40. B) Capuchon de façade CE2A

Les bouches d'extraction utilisées sont dépendantes du type de logement et répertoriées dans le Tableau 8.

Tableau 8 : Bouches installées par type de logement et pièce

Type de logement	Bouche Cuisine	Bouche SdB	Bouche WC
T2	Alize Hygro 5-40/90	Alize Hygro 5-40	Alize Hygro 5/30
T3-T4	Alize Hygro 10-45/120	Alize Hygro 5-40	Alize Hygro 5/30
T5	Alize Hygro 10-45/135	Alize Hygro 5-40	Alize Hygro 5/30

2.2.1.2 Caisson central utilisé

Le caisson utilisé dans le bâtiment est un caisson d'extraction C4 iVEC 2500 micro-watt+ (Figure 14-A). Aucun élément de filtration n'est présent dans le caisson central. Ce caisson a un débit pouvant aller jusqu'à 2500 m³/h et 250 Pa (Figure 14-B). A noter que le caisson de ventilation n'est cependant pas identique au caisson installé à réception lors du projet Performance 1 et par conséquent, n'est pas conforme à l'Avis Technique. L'installation est cependant conforme aux caractéristiques techniques.

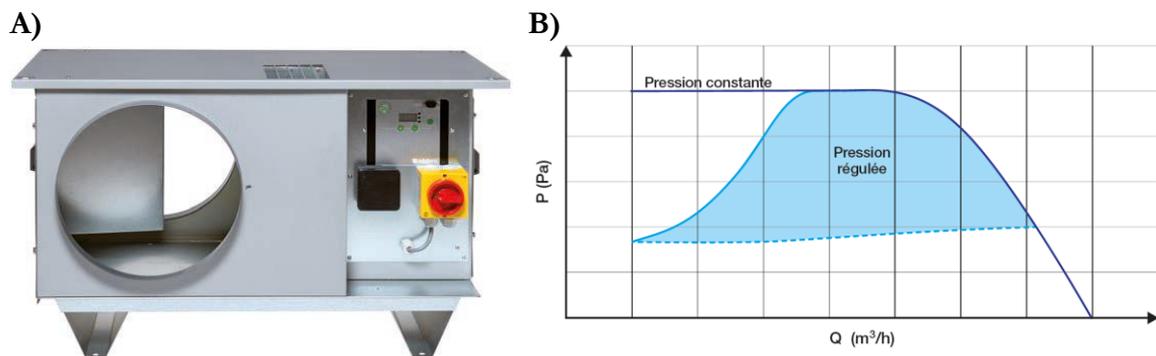


Figure 14 : A) Photographie du caisson d'extraction iVEC 2500 micro-watt+. B) Performances aérauliques du caisson d'extraction iVEC 2500 micro-watt+.

2.2.1.3 Vérifications dans l'immeuble

Des points de vérification pour les systèmes dans l'immeuble en appliquant le protocole Promevent ont été réalisés et présentés dans le Tableau 9. Ainsi, l'état général de l'immeuble et du caisson de ventilation est conforme aux réglementations et règles de l'art vérifiées par le protocole Promevent.

Tableau 9 : Points de vérification pour les systèmes dans l'immeuble selon les recommandations du projet PROMEVENT

		Points de vérification	Respect ou Donnée		
	G	Général	Oui	Non	Commentaire
Vérifications fonctionnelles	G9	Les alarmes en cas de non-fonctionnement des systèmes de ventilation sont correctement localisées	X		
	G10	Les alarmes fonctionnent	X		
	C	Caisson de Ventilation			
Vérifications fonctionnelles	C13	Le ventilateur est simple d'accès depuis les parties communes		X	
	C14	L'accès au ventilateur est sécurisé		X	
	C15	L'accès au ventilateur est éclairé		X	
	C16	Le caisson de ventilation est désolidarisé acoustiquement du bâti		X	Dans les combles
	C17	Les caractéristiques techniques du ventilateur correspondent au descriptif et/ou à l'étude VMC	X		
	C18	Le(les) ventilateur(s) est (sont) en fonctionnement	X		
	C19	La ligne électrique du caisson de ventilation est indépendante de tout autre circuit électrique	X		
	C20	Pour les ventilateurs alimentés en courant triphasé, le sens de rotation du ventilateur est correct	X		
	C21	La courroie du ventilateur est en bon état	X		
	C22	Une courroie de secours est disponible	X		
	C23	L'alignement des poulies est respecté	X		
	C24	Les organes de contrôle (pressostats, tubes de pression) sont en bon état	X		
	C31	Le ventilateur est raccordé au réseau par l'intermédiaire de manchettes souples	X		
	C32	Les manchettes de raccordement au caisson sont en bon état et démontables	X		
	C33	Le caisson est correctement raccordé au(x) réseau(x) : singularités à proximité du caisson	X		
	C34	Le rejet du ventilateur est raccordé sur l'extérieur		X	Rejet dans les combles
C35	Le rejet est positionné pour éviter tout risque de refoulement dans les logements		X		
C36	Le type de débouché est adapté		X		

2.2.1.4 État des conduits de ventilation

Lors des remplacements de terminaux de ventilation, l'état des conduits a été observé. Une représentation est donnée en Figure 15 et indique que les conduits sont encrassés et manque de maintenance. Néanmoins, il est important de noter que les mesures de débits qui sont présentés dans la suite de ce rapport démontre que les mesures de pression au niveau des bouches d'extractions sont conformes malgré cet encrassement.



Figure 15 : Photographie représentative de l'encrassement des conduits de ventilation

2.2.2 Diagnostic logement

2.2.2.1 Méthode de vérification

Le protocole Promevent inclut des points de vérifications des systèmes de ventilation pour les logements comme des vérifications ou mesures fonctionnelles. Ce protocole de vérification pour les logements a été appliqué sur les logements volontaires de l'immeuble de Villeurbanne et résumés dans le Tableau 10. Les détails correspondant à chaque logement sont présentés dans les Annexes G à M.

Les mesures fonctionnelles de pression ont été réalisées à partir d'un système autonome AMI 300 équipé d'un module MDP 500 pouvant être utilisé entre -500 et +500 Pa avec une exactitude $\pm 0.2\%$ lecture ± 0.8 Pa. Le module a été étalonné le 20/07/2021 et est en accord avec les mesures fournies par le constructeur.

Tableau 10 : Points de vérification (non-conforme (rouge) ; conforme (vert)) pour les systèmes de ventilation présents dans les logements (Ch : Chambre, S : Séjour, WC : sanitaire, SdB : Salle de bain) selon les recommandations du projet PROMEVENT

		B21	B22	B31	B32	B42	B43	B61	
	T	Passage de transit et équipements motorisés							
Vérification fonctionnelles	T3	Les passages de transit permettent d'assurer le balayage du logement	Ch1; Ch4; C	S + C	C + SdB	S + Ch1	S + Ch1 + C + SdB	Ch2 + C + WC	C
	T4	Les équipements motorisés spécifiques sont indépendants du système de ventilation générale	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	BE	Bouches d'extraction							
Vérifications fonctionnelles	BE5	Présence d'une bouche d'extraction	OK	OK	OK	c ^b + WC ^b + SdB ^b	OK	c ^b	Ch1 + Ch3
	BE6	Absence d'entrée d'air et de bouche de soufflage (sauf cuisine ouverte)				OK			
	BE11	Les distances minimales entre chaque bouche et les parois et le sol sont respectées	WC1 et WC2 + SdB	SdB	SdB + WC	WC	WC + SdB + C	OK	OK
	BE12	Chaque bouche est accessible et permet sa vérification et son entretien de façon aisée	Toilettes+WC 1+WC2	OK	OK	OK	OK	SdB encrassé	C + SdB + WC encrassé
	BE13	Chaque bouche n'est ni cassée, ni encrassée, ni obturée	C + SdB encrassé	C + SdB + WC encrassé	C + SdB encrassé	-			
	BE14	Chaque bouche est démontable	OK	OK	OK	OK			
	BE15	Chaque bouche est raccordée au conduit par une manchette adaptée ou un dispositif équivalent							
	BE16	Un débit est ressenti à chaque bouche							
	BE17	Le sens du débit est correct	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
BE18	Le cas échéant, la commande de passage en débit de pointe est accessible et fonctionnelle	C + WC							
Mesures fonctionnelles	-	Pression mesurée (Pa) en débit de base cuisine (mini/maxi si bouche bi-débit)	150	160	120	152	117	165	146
	-	Pression mesurée (Pa) en débit de pointe cuisine (mini/maxi si bouche bi-débit)	135	X	115	X	94	167	X
	EA	Modules d'entrée d'air							
Vérifications fonctionnelles	EA4	Présence d'une ou plusieurs entrées d'air	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	EA5	Absence de bouche d'extraction (sauf cuisine ouverte) ou de bouche de soufflage							
	EA9	Chaque entrée d'air est accessible et permet sa vérification, son entretien et son nettoyage de façon aisée	Ch1 obturée	OK	OK	OK	OK	OK	Ch2 cassée
	EA10	Chaque entrée d'air n'est ni cassée, ni encrassée, ni obturée							
	EA11	La mise en œuvre de chaque entrée d'air permet de respecter les débits nécessaires et éviter toute gêne	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

^aBouches sans double débit

^bBouches remplacées par d'autres systèmes de ventilation avant l'étude

2.2.2.2 Résultats

Dans l'ensemble, les terminaux de ventilation sont fonctionnels, présentant des pressions conformes à la plage indiquée par le fabricant mais peuvent être, en fonction des pièces de vies étudiées, encrassées. La Figure 16 présente le résultat de l'analyse de l'état des bouches. Cependant, 4 bouches d'extraction parmi les 22 étudiées ont été remplacées par des bouches non conformes aux recommandations du fabricant. La majorité des bouches vérifiées dans les cuisines sont encrassées et certaines ont été remplacées par des bouches non-conformes. Au contraire, les bouches d'extraction de salle de bain sont en majorité conforme et propres.

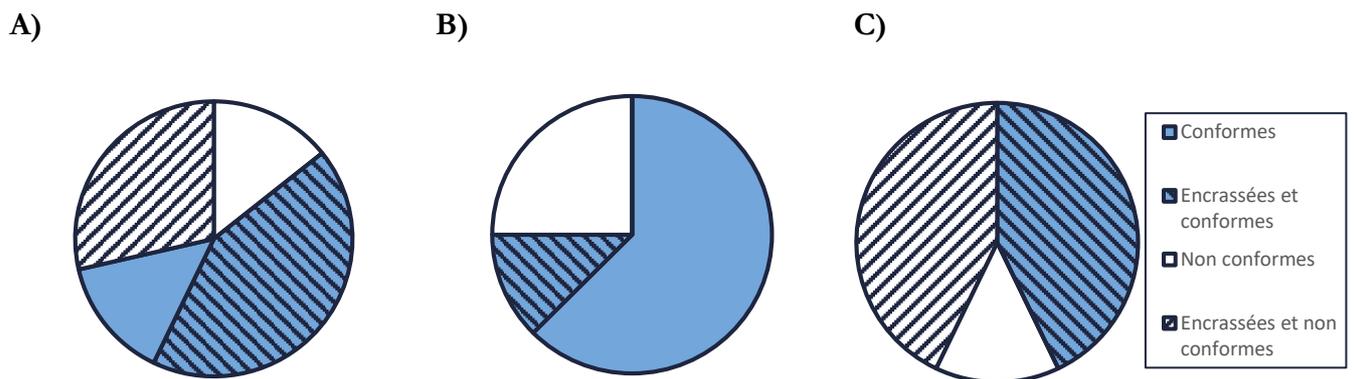


Figure 16 : A) Représentation de l'état des bouches d'extraction dans les cuisines. B) Représentation de l'état des bouches d'extraction dans les WC. C) Représentation de l'état des bouches d'extraction dans les salles de bain

La position des bouches d'extraction a ensuite été vérifiée afin que celle-ci convienne aux recommandations d'utilisation de ces dernières (distances par rapport au mur et au sol notamment). La position des 22 bouches d'extractions a été étudiée. Le résultat de cette étude est présenté Figure 17.

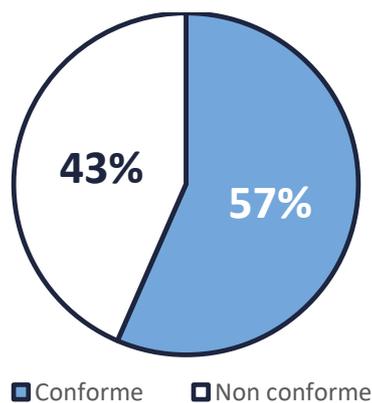


Figure 17 : Représentation de la conformité de la position bouches d'extraction

Les positions de ces bouches d'extraction sont conformes pour 57 % des bouches. Il faut ajouter que les bouches non conformes sont induites par une mauvaise disposition des

conduits qui ne permettent pas de positionner les bouches d'extractions dans des dispositions conformes aux règles de l'art.

Dans les séjours, la majorité des entrées d'air sont obturées ou déréglées voir même cassées mais sont néanmoins peu encrassées. D'autre part, cette représentation n'est réalisée que sur un faible échantillon. Pour les chambres, la majorité des entrées d'air sont conformes mais 38 % des entrées d'air sont déréglées ou cassées (Figure 18).

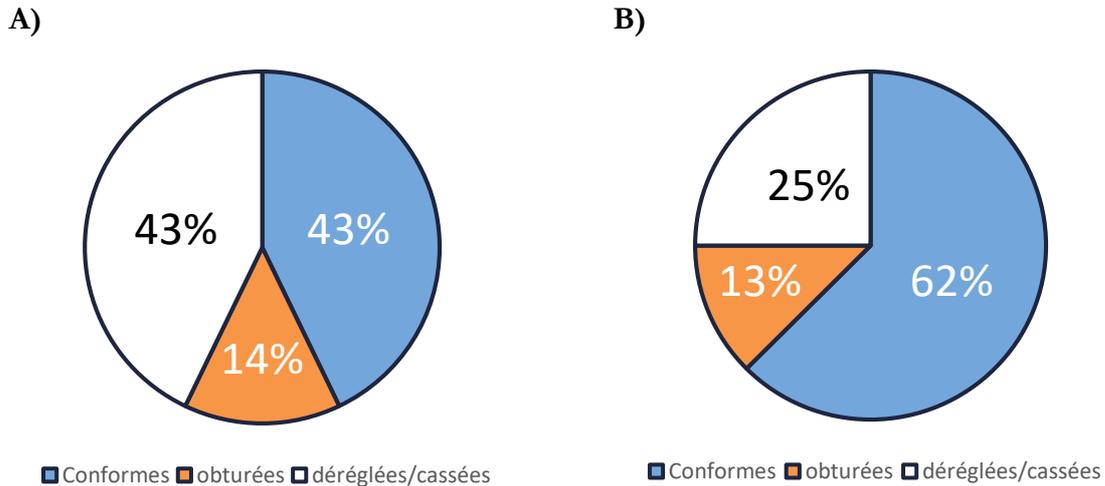


Figure 18 : A) Représentation de l'état des entrées d'air présents dans le salon (Total : 7). B) Représentation de l'état des entrées d'air présents dans les chambres (Total : 16)

Les détalonnages des portes ont été mesurés dans les pièces principales et les pièces de service. Il en résulte que pour 70 % des pièces principales, le détalonnage est conforme et permet un bon transfert d'air vers les pièces de service. Néanmoins, dans les pièces de service, le détalonnage n'est conforme que pour 45 % des portes analysées (Figure 19).

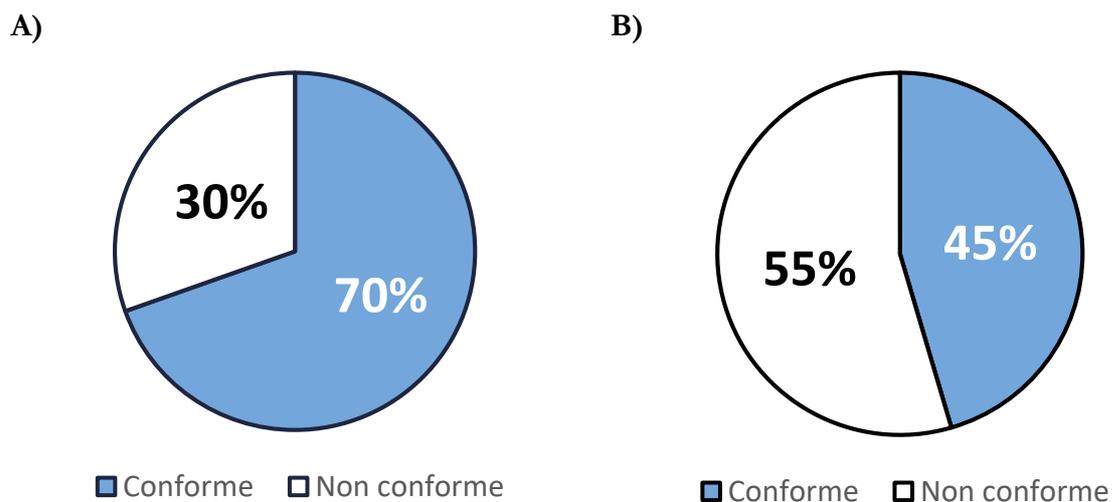


Figure 19 : A) Conformité du détalonnage des portes présents dans les pièces de vie selon le projet Promevent (Total : 23). B) Conformité du détalonnage des portes présents dans les pièces humides selon le projet Promevent (Total : 22)

En conclusion, les bouches d'extraction se trouvant dans les cuisines et salles de bain sont souvent encrassées et peuvent être non conformes pour la majorité. Ceci peut être causé par des remplacements de bouches non conformes. Dans les WC, l'encrassement est moins perçu et les bouches sont pour la majorité en état de fonctionnement. Les mesures de détalonnage dans ces pièces ainsi que les pièces de vie indiquent que la moitié n'est pas conforme aux réglementations. Il faut ajouter à cela que toutes les portes menant à la cuisine sont non conformes aux règles de l'art.

3 ACQUISITION PERMANENTE DES DONNEES

3.1 Site de Paris

3.1.1 Nouvelle carte électronique et nouveaux capteurs

Le lancement du projet Performance 2 a été l'occasion pour Aereco de réaliser une nouvelle carte électronique afin d'intégrer de nouveaux capteurs de qualité d'air intérieur (intégrant des mesures de CO₂, température, humidité, COV et PM). Elle permet en outre de réaliser les autres mesures faites sur Performance 1 (température, humidité relative, présence en WC, pression, position du volet, ...) et se met en lieu et place de l'ancienne carte dans le même boîtier blanc (en photo ci-dessous).

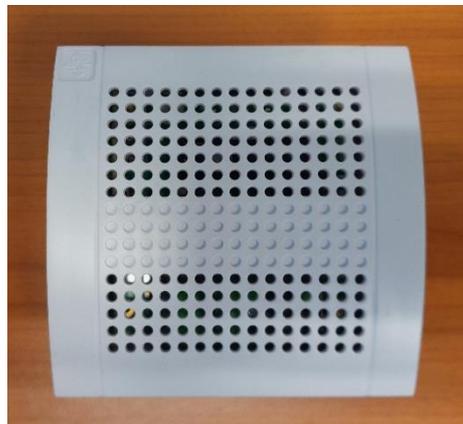


Figure 20 : Carte électronique Aereco

3.1.1.1 Mesure de température et d'humidité relative

Un nouveau modèle de capteur assure la fonction de mesure de température et d'humidité dans chaque pièce instrumentée. Il a été intégré en bas d'une carte fille qui s'enfiche sur une carte mère, afin de limiter l'effet de convection lié à certains composants du PCB qui chauffent.

Chaque capteur a été vérifié sur sa plage de fonctionnement en laboratoire et mis de côté si trop décalé. Après installation sur site, un étalonnage en 1 point a été réalisé en utilisant un thermomètre en verre (Figure 21). L'écart entre les 2 a été retranché de chaque mesure brute sous la forme d'un offset de compensation.



Figure 21 : Étalonnage en 1 point dans une salle de bain (à gauche) et dans un séjour (à droite)

3.1.1.2 Mesure de CO₂

La carte électronique Aereco intègre un nouveau capteur CO₂ basé sur la technologie NDIR à double faisceaux optiques. La mesure de CO₂ est compensée en température et en pression barométrique. Chaque capteur a été étalonné en 3 points dans le laboratoire d'Aereco et les plus décalés ont été mis de côté.

3.1.1.3 Comptage de particules

L'intégration d'un compteur de particules permet de suivre l'évolution de la concentration en particules PM_{2,5} (diamètres 0,3 à 2,5 µm) dans chaque pièce instrumentée. Ce taux peut être lié à l'activité humaine dans le logement et/ou à un air extérieur entrant et pollué. La mesure de PM_{2,5} effectuée en terrasse pourra être une indication quant à la proportion de l'une et de l'autre.

Un test avec une source de pollution a permis d'écarter les capteurs les plus décalés avant installation sur site, afin de proposer une dispersion de mesures la plus faible possible entre les capteurs installés.

3.1.1.4 Mesures de COV

L'évaluation de la QAI a été complétée par l'intégration de deux capteurs COV (ancienne et nouvelle génération). Ils permettent de suivre la variation de la qualité de l'air liée à des sources de pollution comme les produits ménagers, les parfums, la cuisson, ... Un test préalable a permis de trier les capteurs avant installation, en analysant leur réponse à une même source de pollution. Il a conduit à une relative faible dispersion des capteurs de même modèle. Les capteurs les plus décalés ont été mis de côté.

3.1.2 Stations météo

Deux cartes électroniques équipées des mêmes capteurs que dans les logements ont été placées en terrasse. Elles permettent de mesurer les mêmes grandeurs physiques que dans les pièces instrumentées avec en plus la vitesse et direction du vent.



Figure 22 : Stations météo - Toit terrasse de l'immeuble parisien

3.1.3 Consommation du ventilateur

Un équipement de mesure de la consommation du ventilateur a été installé au mois de décembre 2022.

3.1.4 Acquisition et enregistrement des données

Chacune des grandeurs physiques ci-dessous est enregistrée une fois par minute depuis octobre/novembre 2021 :

- Date/Heure
- Température
- Humidité Relative
- Concentration en CO₂
- Concentration en PM_{2,5}
- COV
- Pression
- Position du volet
- Vitesse et direction du vent
- Consommation du ventilateur.

Un fichier par jour est créé pour chaque carte électronique et contient l'ensemble des valeurs mesurées pour les grandeurs physiques associées à celle-ci.

3.1.5 Changement des piles dans les bouches WC

Une réintervention dans les appartements au mois de décembre 2022 a permis de changer les piles 9V des WC dans 11 appartements sur 13. Une pile déchargée conduit à une absence de la fonction de détection de présence dans la pièce.

Ces interventions ont été l'occasion de découvrir un problème lié à l'opération de maintenance de la ventilation faite par un sous-traitant : inversion des façades des bouches WC et Salle de bain dans 3 appartements sur 11. Dans ce cas-là, le détecteur de présence dans les WC est rendu aveugle par la façade de la bouche de la salle de bain qui n'a pas trou à cet endroit-là. Les photos ci-dessous montrent le problème d'inversion dans un même appartement.



Figure 23 : Bouche salle de bain avec façade WC



Figure 24 : Bouche WC avec façade salle de bain

Les façades et les bouches ont été réassociées correctement lors du changement de piles.

3.1.6 Occupation des logements et types de pièces instrumentées

Le remplissage des fiches des appartements ayant accueilli les balises NEMO a permis de connaître l'occupation des logements concernés. Elle est donnée dans le tableau ci-dessous. L'information sur l'occupation des autres logements (*) est issue de l'enquête de 2020 lors de la dépose des unités de ventilation. On notera que les appartements (au nombre de 7) recensés 2 fois, donnent les mêmes résultats (pas de changement de locataires).

Tableau 11 : Tableau d'occupation des logements et types de pièces instrumentées

Appartement	Type	Occupation	Pièces instrumentées
P1	F3	4 personnes	Ch1, Cu, SdB, Séjour, WC
P3	F4	2 à 3 personnes *	Ch1, Ch3, Cu, SdB, SdE, Séjour, WC
P4	F4	5 personnes	Ch1, Cu, SdB, SdE, Séjour, WC
P5	F3	2 personnes	Ch1, Cu, SdB, Séjour, WC
P6	F4	6 personnes	Ch1, Cu, SdB, SdE, Séjour, WC
P7	F3	4 personnes *	Ch1, Cu, SdB, Séjour, WC
P8	F4	4 personnes	Ch1, Cu, SdB, SdE, Séjour, WC
P9	F3	4 personnes	Ch1, Cu, SdB, Séjour, WC
P10	F3	5 personnes *	Ch1, Cu, SdB, Séjour, WC
P11	F3	4 personnes *	Ch1, Cu, SdB, Séjour, WC
P12	F4	5 personnes *	Ch1, Cu, SdB, SdE, Séjour, WC
P14	F4	4 personnes	Ch1, Cu, SdB, Séjour, WC
P15	F1	1 personne *	Cu, SdE, WC

3.2 Site de Villeurbanne

Le site de Villeurbanne est constitué de 6 niveaux (5 étages locatifs) et a été construit au départ du projet Performance 1. Ce bâtiment est un type HLM avec des logements de T2 à T5. Lors de ce projet, 7 logements (1 logement T5, 2 logements T4, 2 logements T3 et 2 logements T2) ont été étudiés.

Ainsi, un total de 22 bouches d'extractions et 23 entrées d'air ont pu être étudiées. Le Tableau 12 répertorie les différents terminaux de ventilation utilisés lors de cette étude en fonction des logements. Il est nécessaire d'ajouter que les bouches d'extraction WC ne possèdent pas la fonction hygroréglable. Cette fonction ne sera donc pas étudiée pour ces systèmes.

Tableau 12 : Liste des terminaux de ventilation étudiés (En orange, les composants instrumentés de capteurs ; en blanc les composants non instrumentés ; en gris les composants non étudiés)

Ref logement	Cuisine	SdB 1	Toilette	WC 1	WC 2	Séjour	Chambre 1	Chambre 2	Chambre 3	Chambre 4		
V1	HYGRO 10-45/135	HYGRO 5-40	HYGRO 5-40	TEMPO 5/30	TEMPO 5/30	2xISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40		
V2	HYGRO 10-45/120	HYGRO 5-40		TEMPO 5/30		ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40			
V3	HYGRO 10-45/120	HYGRO 5-40		TEMPO 5/30		ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40				
V4	HYGRO 5-40/90	HYGRO 5-40		TEMPO 5/30		ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40					
V5	HYGRO 10-45/120	HYGRO 5-40		TEMPO 5/30		ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40				
V6	HYGRO 5-40/90	HYGRO 5-40		TEMPO 5/30		ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40					
V6	HYGRO 10-45/120	HYGRO 5-40		TEMPO 5/30		ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40			
Total prod.immeuble	7	8		8		23	8	7	4	3	1	23

Les cartes d'acquisitions ont été recueillies en octobre 2021. Celles-ci ont été réalisées par AERECO lors du projet Performance 1 en 2008, et sont constituées d'un capteur de température et d'un capteur d'humidité relative. Ces cartes d'acquisition peuvent être équipées d'un capteur de CO₂, de technologie NDIR, lorsque les cartes d'acquisition sont positionnées dans un séjour ou une chambre. Ces cartes sont reliées à un multiplexe permettant l'acquisition de données toutes les minutes sur une unité centrale grâce à un logiciel fourni par Aereco et étudié lors du projet Performance 1 (Figure 25). Les données récoltées peuvent être récupérées à partir de Février 2022 jusqu'à 2024.

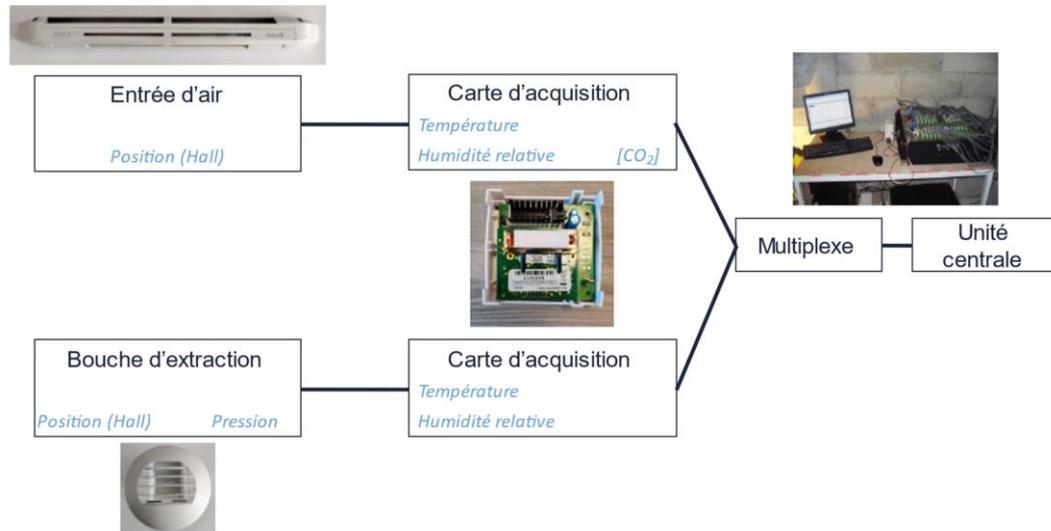


Figure 25 : Schéma récapitulatif des câblages entre les différents produits et de leurs capteurs (en bleu clair)

Les capteurs CO₂, installés lors du projet Performance 1, ont été réutilisés et intégrés aux cartes d'acquisition pour les chambres et séjours.

Les capteurs de CO₂, utilisés pour la mesure dans le séjour et les chambres, devaient être étalonnés par le CETIAT sous différentes concentrations (400, 1000 et 1700 ppm). Ces concentrations sont obtenues par dilution d'un mélange étalon unique de gaz considéré comme étalon primaire (Bouteille de CO₂ Air liquide Alphagaz N48) et dont la concentration est connue et certifiée par le fournisseur. Le banc de dilution utilisé au CETIAT est composé de mélanges étalons primaires et d'azote pur (Bouteille de N₂ Air Liquide Alphagaz 2 Azote Smartop) utilisé pour la dilution, d'un système de mesure et de régulation des débits de gaz étalon et de dilution à l'aide de débitmètres massiques régulateurs étalonnés sur le banc de débitmétrie gaz du CETIAT accrédité par le COFRAC.

Afin de pouvoir réinstaller tous les capteurs avant le début de la campagne sur site, il n'a pas été possible d'étalonner tous les capteurs au CETIAT. Ainsi, le reste de ces capteurs a été étalonné par Anjos selon le même mode opératoire ([CO₂] = 400, 1000, 1700 ppm). Les concentrations ont été obtenues par dilution d'un mélange étalon unique de gaz considéré comme étalon primaire et dont la concentration est connue et certifiée par le fournisseur. Le banc de dilution est composé de mélanges étalons primaires et d'azote pur utilisé pour la dilution, d'un système de mesure (capteur EE892) et de régulation des débits de gaz étalon et de dilution (MOD 4400, 2M Process) à l'aide de débitmètres massiques régulateurs étalonnés sur le banc de débitmétrie gaz.

L'humidité relative est quant à elle mesurée grâce à un capteur d'humidité relative-température placé sur les cartes d'acquisition. Ces capteurs ont été étalonnés dans le laboratoire hygro-aéraulique.

Les capteurs ont été étalonnés dans le laboratoire hygro-aéroulque afin de pouvoir contrôler à la fois la température et l'humidité relative. Les cartes d'acquisition ont été placées dans la salle comme présenté en Figure 26. Des sondes de température et d'humidité ont été placées au centre du cercle tandis que d'autres ont été positionnées à 20 mm des cartes d'acquisition afin de mesurer la différence de température et d'humidité entre les sondes au centre et ces dernières. Pour l'étalonnage en humidité relative, la température est fixée à 25 °C. Les paliers étalons étudiés ont été à 35, 50 et 80 % avec une durée par palier de 3 heures.



Figure 26 : Exemple de la disposition des capteurs pour l'étalonnage en humidité

La température est mesurée grâce au capteur d'humidité relative-température placé sur les cartes d'acquisition. Ces capteurs ont été étalonnés dans le laboratoire hygro-aéroulque.

Les capteurs ont été étalonnés dans le laboratoire hygro-aéroulque afin de pouvoir contrôler à la fois la température et l'humidité relative. Des sondes de température et d'humidité ont été placées au centre du cercle tandis que d'autres ont été positionnées à 20 mm des cartes d'acquisition afin de mesurer la différence de température et d'humidité entre les sondes au centre et ces dernières. Pour l'étalonnage en température, l'humidité relative est fixée à 50 %. Les paliers étalons étudiés ont été à 18, 25 et 30 °C avec une durée par palier de 3 heures.

Enfin, les capteurs de pression ont été étalonnés en imposant une pression constante (de 0 à 200 Pa par pas de 50 Pa) grâce à un générateur de pression différentiel KIMO GP500 (échelle : $-2500 \text{ à } 2500 \pm (0.15 \% + 0.8) \text{ Pa}$). Les capteurs sont reliés au multiplexe et les mesures déduites du capteur de pression permettent d'étalonner ces derniers avec précision. Dans certains cas, les capteurs de pression, déjà utilisés lors du projet Performance 1, ne fonctionnaient plus. Ainsi, ceux-ci ont été remplacés par des capteurs de pression différentiels Sensirion SDP10000-L et étalonnés selon le même protocole.

Lors d'un défaut de la carte d'acquisition, celles-ci ont été remplacées par des cartes supplémentaires fournies par Aereco. Toutes les cartes ont été numérotées et référencées par logement et pièce. D'autres ont été référencées comme étant des cartes supplémentaires en cas de défaillance lors de la réinstallation des capteurs.

Lors de ces réétalonnages, plusieurs problèmes sont intervenus. Le premier, comme discuté lors de l'étalonnage des capteurs CO₂, a été de réaliser deux campagnes d'étalonnage sur deux sites différents à cause d'un manque de temps par le CETIAT. Le second a été l'arrêt d'un multiplexe à cause d'un court-circuit comme présenté Figure 27.



Figure 27 : Dysfonctionnement d'un multiplexe à cause d'un court-circuit

Ensuite, alors qu'aucune intervention n'est répertoriée, le caisson du logement a été remplacé par un caisson ALDES iVEC micro-watt +, présenté dans la partie 2.2.1.2 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Ainsi, bien que le caisson soit correctement dimensionné pour l'installation, aucune donnée de puissance fournie par le caisson ne pourra être obtenue.

Il a été constaté que pour les capteurs, datant de 2008, certains cessaient de fonctionner pendant l'acquisition sans explication. Heureusement, il est arrivé que parfois, ceux-ci reprennent l'acquisition après plusieurs heures.

Enfin, à cause d'une tension rémanente inconnue dans les câbles reliant la carte d'acquisition de la station météo et le multiplexe, la carte de fonctionnement de la station météo a grillé, rendant l'utilisation de la nouvelle station météo impossible.

4 ORGANISATION DES CAMPAGNES DE MESURES QAI

4.1 Calendrier des campagnes

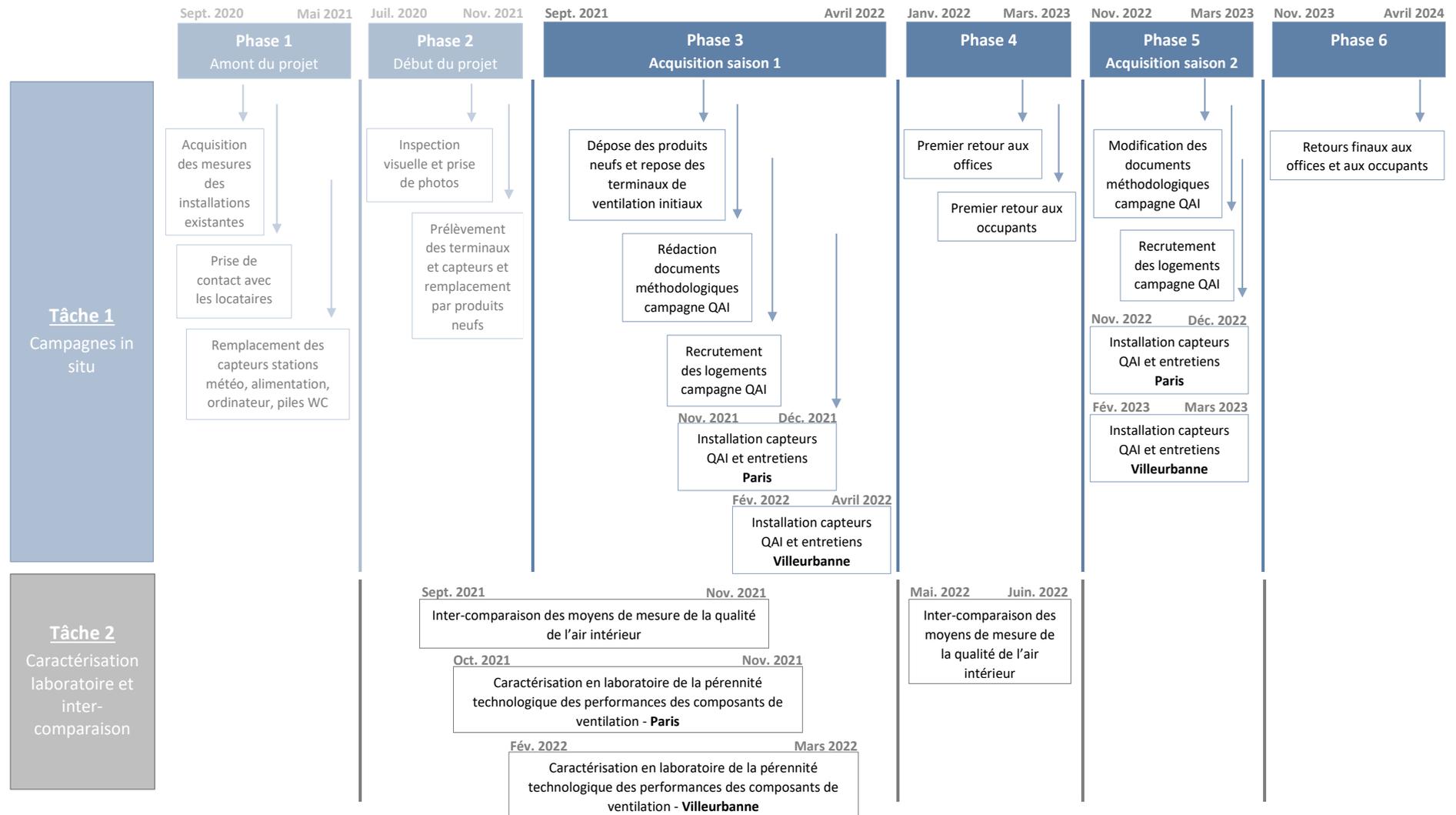


Figure 28 : Calendrier des campagnes in-situ et interaction avec la tâche 2

Comme indiqué par la Figure 28, les campagnes de mesure QAI hivernales dans les logements, ont débuté par l'élaboration des outils méthodologiques (partie 4.2) permettant d'organiser les campagnes *in situ* et la collecte d'informations quant aux sources potentielles de pollution à l'intérieur des logements.

Les étapes des deux campagnes de mesure sont décrites ci-après :

1. Remplissage des fiches diagnostics QAI immeuble et logement en amont des interventions (étape réalisée uniquement pour la première campagne de mesure),
2. Prise de rendez-vous avec les locataires pour la première intervention : rappel succinct du projet et des deux interventions, explication des campagnes de mesure (durée, nombre et emplacement des capteurs, etc.), informations sur la durée et description du rendez-vous (pose des capteurs, réalisation du diagnostic logement, présentation du carnet de bord),
3. Pose du capteur extérieur en toit terrasse,
4. Réalisation du diagnostic immeuble (étape réalisée uniquement pour la première campagne de mesure)
5. Première intervention dans les logements : pose des capteurs QAI pour une durée de deux semaines dans le salon et la chambre principale de chaque logement, réalisation du diagnostic logement avec l'occupant si besoin (uniquement pour la première campagne de mesure), présentation du carnet de bord,
6. Prise de rendez-vous avec les locataires pour la deuxième intervention : informations sur la durée et description du rendez-vous (reprise des capteurs QAI, réalisation de l'entretien QAI avec les locataires),
7. Deuxième intervention dans les logements : reprise des capteurs QAI et du carnet de bord, enregistrement des données des capteurs, réalisation de l'entretien avec l'occupant, et informations sur leur implication pour la deuxième campagne de mesure (information communiquée uniquement pour la première campagne de mesure),
8. Dépose du capteur extérieur et enregistrement des données.

4.2 Outils méthodologiques

La campagne de mesure QAI a nécessité la réalisation de plusieurs outils méthodologiques permettant d'organiser les campagnes *in situ* et de collecter un nombre suffisant d'informations quant aux sources potentielles de pollution à l'intérieur des logements. Pour ce faire, le Cerema a élaboré une mallette de 6 outils méthodologiques, appliqués sur les deux bâtiments d'habitation, avec notamment les compétences de l'équipe de recherche Psycap pour leur compétence en psychologie sociale. Cette mallette est jointe à ce rapport et comprend :

- Un guide méthodologique,
- Un diagnostic immeuble et logement,
- Un carnet de bord,
- Un guide d'entretien semi-directif,
- Une fiche de suivi des capteurs.

Les outils méthodologiques ont par ailleurs été modifiés pour la seconde campagne de mesure en tenant compte des retours d'expérience, à la fois des occupants et des équipes du Cerema, recueillis après la première campagne de mesure.

Une fiche retour occupant (Annexe N), présentant les résultats de la ventilation et de la qualité de l'air intérieur propres à chaque logement, a également été élaborée suite à la première campagne de mesure afin de transmettre les résultats de la première campagne aux occupants.

4.2.1 Guide méthodologique

Le guide méthodologique est un outil dédié aux équipes du Cerema sur l'organisation des campagnes *in situ*. Il comprend :

- Un rappel des étapes *in situ* : nombre et description des visites,
- Les éléments à préparer en amont des interventions afin de réduire le temps d'intervention sur site,
- Un rappel des informations sur la façon d'interagir avec les occupants notamment lors de la présentation du projet et du carnet de bord, ainsi que lors de l'entretien de fin de campagne,
- Un rappel des éléments à emporter pour chacune des interventions,
- Les informations relatives à l'installation/utilisation des capteurs QAI et extérieur notamment sur leurs modes de fonctionnement, les conditions d'utilisation, la conservation des badges permettant la mesure du formaldéhyde, la récupération des données, la mise en service des capteurs, leur étalonnage, leurs mises à jour, et le montage du capteur extérieur.

Le guide méthodologique est un outil qui a également été utilisé lors de la deuxième campagne de mesure. Il a été mis à jour à l'issue des retours de la première campagne et adapté en prévision de la deuxième.

4.2.2 Diagnostic QAI immeuble

Le diagnostic immeuble est un outil méthodologique permettant de récolter des informations sur les sources potentielles de pollution liées aux parties communes des deux bâtiments. Il permet ainsi de recueillir des informations concernant :

- Le stockage de produits chimiques/d'entretien (localisation),
- Le nettoyage des parties communes (techniques, produits, fréquence),
- La localisation des locaux techniques (garage, local poubelle, etc.).

Le diagnostic immeuble était à remplir par les équipes du Cerema avec l'aide, si nécessaire, des gardiens et des offices HLM des deux immeubles d'habitation.

Le diagnostic immeuble est un outil qui a été supprimé pour la deuxième campagne de mesure, les éléments de réponse de la première campagne étaient identiques pour la seconde campagne.

4.2.3 Diagnostic QAI logement

Le diagnostic logement est un outil méthodologique permettant de récolter des informations sur les sources potentielles de pollution liées aux logements instrumentés. Il permet de recueillir des informations concernant :

- Le logement en général : emplacement et nombre d'occupants,
- Les événements exceptionnels : dégât des eaux, rénovation, travaux, pulvérisation d'insecticide, etc.,
- Le chauffage et appareils à combustion : chauffage collectif ou individuel, type de chauffage, éléments de distribution, température de consigne/réglage du chauffage,
- La cuisine, le salon et la chambre instrumentée :
 - Nombre, orientation, menuiseries, types de vitrage et ouverture etc. des fenêtres,
 - Type de menuiserie des portes fenêtres et baies vitrées ainsi que leur nombre donnant sur l'extérieur ou les parties communes,
 - Caractéristiques et date de pose des revêtements de sol, plafonds et murs.

Le diagnostic logement était à remplir par les équipes du Cerema avec l'aide des locataires, si nécessaire, lors de la pose des capteurs QAI lors de la première campagne de mesure.

Le diagnostic logement est un outil qui a été utilisé pour la première campagne. Pour la deuxième campagne, les éléments fournis étant les mêmes, seule la question relative aux événements exceptionnels a été intégrée au guide d'entretien (la réponse pouvant différer d'une année à l'autre).

4.2.4 Carnet de bord

Le carnet de bord est un outil dédié au recueil des données lors des campagnes de mesures QAI. Il s'agit d'un document à remplir exclusivement par les occupants des logements instrumentés, durant les semaines de mesure, qui pourra éventuellement permettre l'interprétation des résultats des mesures durant la période d'instrumentation des logements.

Cet outil a été remis aux occupants lors de la première intervention du Cerema, en même temps que la pose des capteurs QAI, et était à compléter quotidiennement pendant la période de mesure.

Le carnet de bord aborde 5 thématiques :

- La préparation des repas : mode de cuisson utilisé (vapeur, friture, four, brûlé) à chaque repas, avec la durée de cuisson,
- Les tâches ménagères : activités pratiquées (lessive, aspirateur, balai, nettoyage des vitres, etc.) dans chacune des pièces du logement (cuisine, chambre instrumentée, salle de bain, salon),
- L'usage de la salle de bain : soins d'hygiène pratiqués (bain, douche, lavabo) et la durée pour chaque occupant du logement, ainsi que les produits cosmétiques utilisés avec l'heure de début,
- L'aération du logement : pièces du logement aérées avec l'heure et la durée,
- Les activités de bricolage, de loisirs, de bien-être : activités pratiquées avec l'heure, la durée et les pièces concernées.

Le retour d'expérience de précédentes campagnes qualité de l'air intérieur ont permis d'identifier la difficulté d'obtenir des informations complètes à partir de cet outil tant il concerne l'intimité des occupants. Le carnet de bord a donc nécessité un important travail de réflexion, notamment avec l'appui des compétences de l'équipe de recherche Psycap, afin d'introduire les thématiques délicates et les formuler de façon bienveillante pour recueillir un nombre suffisant de réponses. Il a également nécessité un travail de réflexion sur le visuel pour le rendre plus ludique/agréable à remplir.

À la suite de la première campagne QAI, le retour d'expérience a révélé que le carnet de bord était jugé trop intrusif et chronophage sur les deux sites de mesure. Il a donc été amélioré en tenant compte des remarques des locataires et des données essentielles à conserver pour l'analyse.

Le carnet de bord, qui était initialement structuré par thématique, a été réorganisé pour un suivi quotidien. Les cinq thématiques (un tableau par thématique) du carnet de bord initial ont été maintenues et regroupées sur une feuille recto verso à compléter chaque jour. Des sous-catégories ont également été ajoutées pour chaque thématique afin que les locataires puissent simplement indiquer les heures de début et de fin de chaque activité quotidienne.

Un tableau d'occupation a également été ajouté au carnet de bord pour la seconde campagne de mesure afin de croiser les données collectées avec le suivi d'occupation des différentes pièces instrumentées.

Le carnet de bord pour la seconde campagne de mesure se présentait comme suit :

- 1 Présentation des 5 thématiques principales (préparation des repas, tâches ménagères, usage de la salle de bain, aération du logement, et activités de bricolage) et consignes pour remplir les tableaux des différentes thématiques,
- 2 Tableau d'occupation : tableau hebdomadaire suivant l'occupation des différentes pièces, à cocher selon les tranches horaires suivantes : matin, midi, après-midi, soir,
- 3 Tableaux journaliers des activités ménagères et domestiques : feuille recto verso rassemblant les cinq tableaux d'activité. Seules les heures de début, ou de début et de fin, étaient à renseigner.

4.2.5 Guide d'entretien semi directif

Le guide d'entretien semi-directif est un outil permettant aux locataires de s'exprimer librement tout en évitant d'orienter leur réponse. Il s'agit d'un outil complémentaire au carnet de bord sous forme d'entretien afin de récolter des informations ne figurant pas dans ce dernier. L'entretien était à réaliser par les équipes du Cerema lors de la seconde intervention dans les logements, à la dépose des instruments de mesure. Il durait entre 30 min et 1h par logement.

Les sujets à aborder lors de l'entretien étaient les suivants :

- La qualité de l'air : l'objectif était de recueillir leur connaissance sur le sujet, leur ressenti sur la qualité de l'air de leur logement, etc.,
- Les généralités sur leur logement : date d'emménagement, nombre d'occupants, la présence ou non d'animaux de compagnie, leurs habitudes concernant la cigarette dans le logement, leur ressenti sur le chauffage, les événements exceptionnels qui se sont déroulés durant leur occupation,
- Les produits chimiques, d'entretien, les parfums : produits utilisés durant les activités de nettoyage, d'hygiène, de loisirs et bricolage (bougies, encens, huiles essentielles, etc.),
- L'état des revêtements et meubles : équipements/activités influençant la qualité de l'air intérieur (tapis, rideaux, voilages neufs, nettoyage à sec des textiles, entrepôt de matériaux de décoration, etc.),
- Activités de cuisine : ouverture des fenêtres/fonctionnement de la ventilation/hotte lors de la préparation des repas, vaisselle à la main ou au lave-vaisselle,
- Linges et douches : nettoyage, séchage des vêtements,
- Aération/ventilation : type, fréquence, durée d'ouverture des fenêtres, sensations de courant d'air, présence ou non de rideaux devant l'ouverture des

fenêtres, connaissance sur le fonctionnement de la ventilation et gênes particulières,

- Confort général: ambiance ressentie dans chaque pièce du logement (température, odeurs, désagréments).

Le guide d'entretien a été ajusté pour la deuxième campagne de mesure. Plusieurs modifications ont été apportées afin de réduire la durée des entretiens avec les locataires en fin de campagne, tout en tenant compte des données cruciales nécessaires à l'analyse :

- 23 questions ont été supprimées dont les réponses étaient identiques à la première campagne de mesure,
- Une question a été ajustée concernant l'apparition d'un dégât des eaux depuis la première campagne de mesure,
- Le script a été adapté en fonction des retours d'expérience des équipes du Cerema ayant réalisé les entretiens de la première campagne de mesure à Paris et Villeurbanne notamment en simplifiant et en supprimant des éléments difficiles à introduire,
- Trois questions non essentielles à l'analyse des données ont été supprimées car non essentielles à l'analyse des données,
- Cinq questions à réponses multiples ont été modifiées : certaines ont été divisées en deux questions distinctes, tandis que pour d'autres, seule la version la plus pertinente pour l'analyse a été conservée,
- Deux questions ont été reformulées en observations à identifier par les équipes du Cerema : l'une concernant la présence d'une hotte dans la cuisine, et l'autre la présence éventuelle d'un objet (rideau, etc.) entravant l'ouverture des fenêtres.

Les autres questions du guide d'entretien ont été maintenues telles quelles afin de maintenir leur caractère ouvert et ainsi obtenir des réponses aussi détaillées que possible.

4.2.6 Fiche de suivi des capteurs

La fiche de suivi des capteurs est un outil dédié aux équipes au Cerema pour la pose et la dépose des capteurs QAI et extérieur.

Cette fiche permet d'avoir un suivi de l'emplacement des capteurs et des mesures dans chaque logement instrumenté. Elle comprend les informations suivantes :

- Date de pose et de dépose,
- Le site,
- L'étage,
- Le numéro de référence des capteurs,
- L'emplacement des capteurs : extérieur ou intérieur (salon, chambre),
- L'heure de début et de fin de la mesure,
- La durée d'enregistrement,
- La date et le mode de téléchargement des données (sur Profil'air ou sur le Cloud),
- Les commentaires éventuels (panne ou dysfonctionnement du capteur).

La fiche de suivi des capteurs était à remplir lors de la pose et dépose des capteurs pour chaque logement instrumenté (ainsi que le capteur extérieur), pour les deux campagnes de mesure.

4.2.7 Fiche retour occupant

Une fiche retour occupant (Annexe N) a été élaborée par les équipes du Cerema pour présenter de manière pédagogique et adaptée aux modes de vie des occupants les résultats de la première campagne de mesure. Une prise de contact avec les offices HLM des deux sites a été programmée au cours de la rédaction de la fiche afin de convenir de la forme de la fiche.

La fiche retour occupant se compose comme suit :

- Face recto :
 - État des lieux des équipements de ventilation du logement sous forme d'échelle de couleur (du vert au rouge) concernant les entrées d'air, les passages de transit et les bouches d'extraction,
 - Des recommandations pour l'entretien des équipements de ventilation,
- Face verso :
 - Les résultats relatifs à la qualité de l'air intérieur dans le logement (température, humidité relative, CO₂, formaldéhyde, PM₁₀ et PM_{2,5}),
 - Des recommandations générales pour améliorer la qualité de l'air intérieur dans le logement, reprenant les principaux risques de pollution pour les cinq thématiques du carnet de bord, et les bons gestes associés.

4.2.8 Prise de contact avec les locataires

Un fichier de suivi a été élaboré afin de gérer l'organisation des prises de rendez-vous entre les industriels pour la réinstallation des terminaux de ventilation, et les équipes du Cerema, pour la gestion des rendez-vous relatifs aux campagnes de mesure.

Pour le site de Paris, tous les locataires chez qui Aereco est intervenu ont été contactés par le Cerema par téléphone, avec quelques relances, afin de fixer un premier rendez-vous pour la pose des capteurs. Pour certains locataires, les échanges ont eu lieu par SMS et par mail. Toutefois, plusieurs locataires ont abandonné le projet ou n'ont pas donné suite (8 abandons lors de la première campagne et 3 supplémentaires lors de la seconde). Le deuxième rendez-vous, pour la dépose des instruments de mesure et la réalisation de l'entretien, a été programmé sur place lors de la première intervention.

Pour le site de Villeurbanne, tous les locataires chez qui Anjos est intervenu ont été contactés par le Cerema. Afin de minimiser les interventions, il avait été proposé de regrouper celles d'Anjos et du Cerema pour la première campagne de mesure. Cependant, en raison du contexte sanitaire à cette période, les interventions d'Anjos et du Cerema ont été réalisées séparément. Un protocole sanitaire a été expliqué oralement pour rassurer les occupants. Lors de la prise de contact, une estimation du temps de présence des équipes ainsi que les modalités d'intervention ont été présentées. La planification des rendez-vous s'est déroulée sans problème pour la plupart des locataires, en tenant compte de leurs disponibilités.

4.3 Instrumentation et caractéristiques des moyens de mesures

4.3.1 Objectifs et choix des instruments de mesures

Afin d'évaluer la performance globale des systèmes de ventilation sur la qualité de l'air intérieur, il a été proposé de mettre en œuvre des capteurs de qualité de l'air intérieur capables de suivre en continu les concentrations de différents polluants pouvant être présents dans l'air des logements. Le capteur devait également être en capacité de fournir des mesures sur un pas de temps relativement court afin d'évaluer l'impact de la ventilation sur les niveaux de polluants. Le choix du capteur s'est porté sur le NEMO de la société Ethera, qui a les particularités suivantes :

- Mesure en simultanée des polluants de l'air intérieur (formaldéhyde, CO₂, particules, COV légers et paramètres de confort) et enregistrement des mesures sur un pas de temps de 10 minutes, sauf pour le formaldéhyde (moyennes glissantes sur 2h),
- Taille des capteurs relativement petits et légers pouvant être facilement installés dans les logements, sans perturber les habitudes des occupants,
- Suivi en temps réel des concentrations et de l'état de fonctionnement du capteur par un portail de visualisation des données de type Cloud.

Afin d'obtenir des données sur la performance du système de ventilation, les NEMO ont été installés dans au minimum le salon et la chambre principale. Le NEMO extérieur a été positionné sur le toit-terrasse de chaque immeuble. Au total pour le projet, 11 NEMO ont été utilisés pour les deux campagnes de mesure (10 NEMO intérieurs et 1 NEMO extérieur).

4.3.2 Caractéristiques des capteurs

Les caractéristiques des NEMo sont présentées dans le Tableau 13. Seuls les NEMo intérieurs possèdent la mesure du formaldéhyde.

Tableau 13 : Caractéristiques des NEMo

NEMo	Polluants mesurés	Méthode de détection/type de capteur	Gamme de mesure	Incertitude	Pas de temps
NEMo intérieur et extérieur	Température	CMOS	-55°C à +125°C	+/- 2°C	10min
	Humidité relative	Capacitif	0 à 95%	+/- 3%	
	Pression	CMOS	260 à 1260 Pa	+/- 2 hPa	
	CO ₂	Spectrométrie d'absorption infrarouge non dispersive (NDIR)	0 à 5000 ppm	+/- 50 ppm	
	COVI (jusqu'à C4)	Électrochimie	30 ppb à 5 ppm	+/- 40 ppb	
	Particules (PM ₁₀ , PM _{2,5} , PM ₁)	Diffraction laser	/	/	/
NEMo intérieur	Formaldéhyde	Lecture optique	0 à 246 µg/m ³	/	2H

5 REALISATION DES CAMPAGNES DE MESURE DE LA QUALITE DE L'AIR INTERIEUR

5.1 Réinstallation des terminaux de ventilation

La réinstallation des terminaux de ventilation a été réalisée dans le contexte du COVID-19. Certains rendez-vous ont été reportés en raison de cas contacts parmi les occupants, notamment pour la campagne de Villeurbanne. Ainsi, la réinstallation des terminaux a suivi un mode opératoire spécifique pour Anjos (présenté en annexe F). De même, un protocole sanitaire strict a été respecté par l'entreprise Aereco (détaillé en annexe C, qui inclut également toutes les étapes de la réinstallation des unités de ventilation et des cartes électroniques).

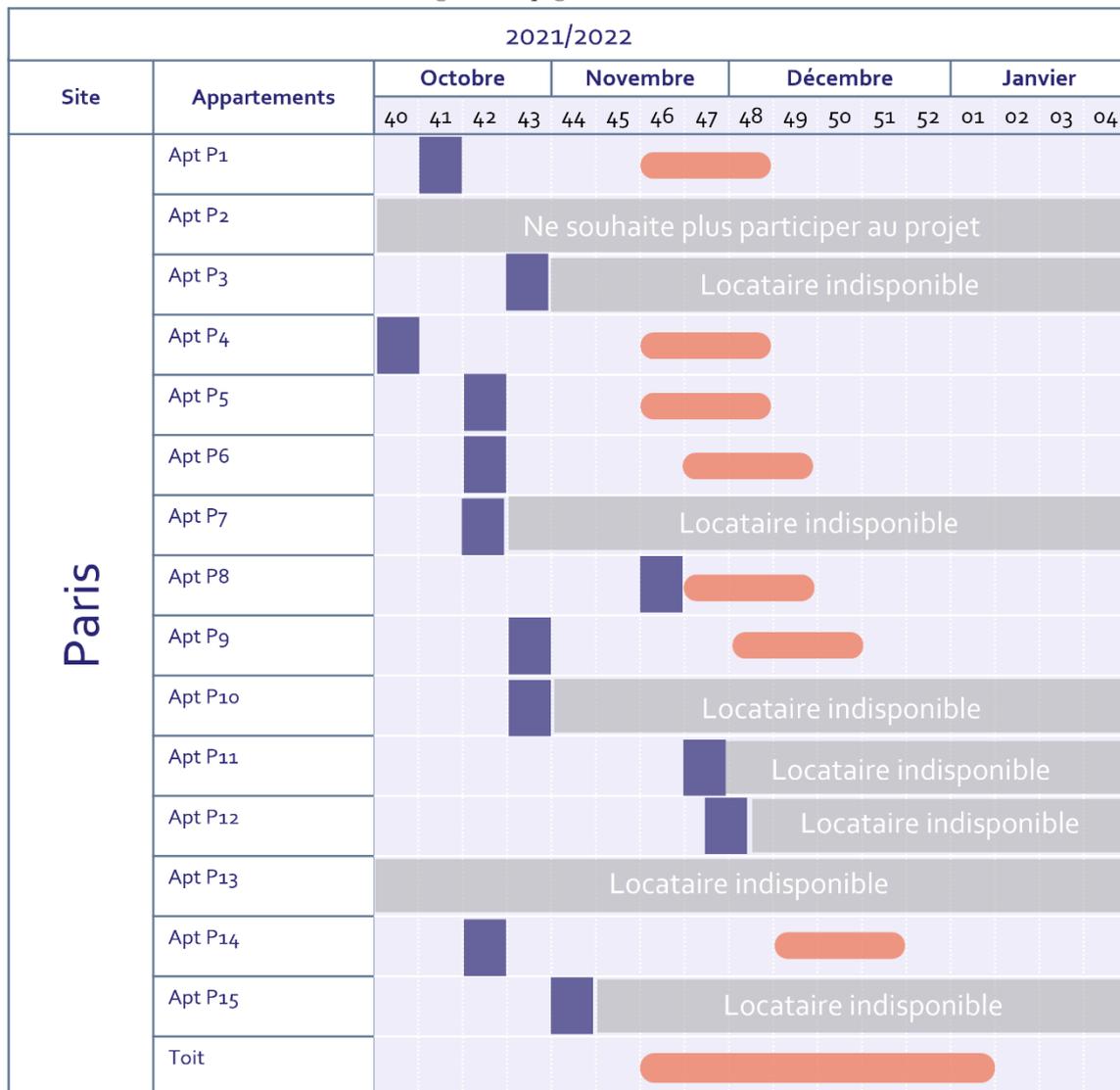
5.2 Campagnes de qualité de l'air intérieur

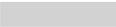
5.2.1 Site de Paris

5.2.1.1 Planning des interventions

Le planning des interventions relatif à la **première campagne de mesure de qualité de l'air intérieur du site de Paris** est présenté dans le Tableau 14. La réinstallation des terminaux de ventilation est représentée en bleu et la campagne QAI en orange, les éléments grisés représentent l'absence de repose des systèmes de ventilation et/ou l'absence de campagne QAI.

Tableau 14 : Planning de la campagne in-situ n°1 - Immeuble de Paris



-  Reprise des terminaux de ventilation par Aereco
-  Réalisation de la campagne de mesure QAI par le Cerema
-  Absence de mesures QAI et/ou ventilation

La première campagne de qualité de l'air intérieur a débuté milieu novembre 2021, suite à la réinstallation des terminaux de ventilation dans les logements, et s'est achevée début janvier 2022.

Sur les 15 logements recrutés en 2019 :

- Deux locataires ont refusé la réinstallation des terminaux de ventilation,
- Huit locataires ont refusé de participer à la première campagne de mesure de qualité de l'air intérieur.

Pour la campagne de qualité de l'air intérieur sur Paris :

- **Les terminaux de ventilation ont été réinstallés dans 13 logements,**
- **Les campagnes de mesure de qualité de l'air intérieur ont été réalisées dans 7 logements.**

Le planning des interventions relatif à la **deuxième campagne de mesure de qualité de l'air intérieur du site de Paris** est présenté dans le Tableau 15. Les campagnes QAI sont représentées en orange et les éléments grisés représentent l'absence de campagne suite à un retrait du projet.

Tableau 15 : Planning de la campagne in-situ n°2 - Immeuble de Paris

		2022/2023																	
Site	Appartements	Octobre				Novembre				Décembre				Janvier					
		40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	01	02	03	04	
Paris	Apt P1																		
	Apt P2	Retrait du projet																	
	Apt P3	Retrait du projet																	
	Apt P4	Retrait du projet																	
	Apt P5																		
	Apt P6	Retrait du projet																	
	Apt P7	Retrait du projet																	
	Apt P8	Retrait du projet																	
	Apt P9																		
	Apt P10	Retrait du projet																	
	Apt P11	Retrait du projet																	
	Apt P12	Retrait du projet																	
	Apt P13	Retrait du projet																	
	Apt P14																		
	Apt P15	Retrait du projet																	
Toit																			

-  Réalisation de la campagne de mesure QAI par le Cerema
-  Absence de mesures QAI

La deuxième campagne QAI a débuté début novembre 2022, et s'est achevée fin novembre 2022. Sur les 7 logements ayant participé à la première campagne QAI à Paris en 2021/2022, 4 ont poursuivi leur participation jusqu'à la seconde campagne.

5.2.1.2 Phase préparatoire – En amont des interventions

La phase préparatoire permettait aux équipes du Cerema de préparer les interventions *in situ*.

Pendant la première campagne de mesure, certains documents, notamment le diagnostic immeuble et logement, ont été préremplis avec les informations recueillies pour réduire la durée de la première intervention. La préparation a également impliqué les instruments de mesure, dont les actions requises sont détaillées ci-dessous :

- La prise en main des NEMo par les équipes du Cerema,
- Le montage du panneau solaire, permettant d'effectuer uniquement l'ajustement de sa position *in situ*,
- La vérification de la date d'étalonnage.

La préparation de la deuxième campagne de mesure concernait principalement les instruments de mesure dont les actions entreprises sont décrites ci-après :

- Maintenance annuelle des capteurs NEMo chez Ethera (calage CO₂, étalonnage de la chaîne optique et changement des cartes COV),
- Le panneau solaire ne suffisant pas à alimenter correctement le capteur situé sur le toit-terrasse de l'immeuble, une batterie externe reliée à un convertisseur a été installée pour la seconde campagne de mesure pour assurer une alimentation continue. Deux batteries ont été utilisées afin de garantir une charge constante : elles étaient alternées toutes les semaines (parfois tous les 10 jours) pour maintenir une autonomie suffisante durant la campagne de mesure.

5.2.1.3 Installation du NEMo extérieur

Les caractéristiques du bâtiment de Paris ne permettant pas de relier le NEMo extérieur à une alimentation sur secteur, un panneau solaire a été installé sur le toit-terrasse de l'immeuble durant la première campagne de mesure permettant l'acquisition des données du capteur. Le NEMo extérieur, protégé par un bouclier thermique, a été initialement installé sur le mât météo d'Aereco et connecté au panneau solaire situé au sol, sous le capteur (voir Figure 29).



Figure 29 : Installation NEMo extérieur – Campagne n°1, Paris (Gauche : première installation du panneau solaire ; Droite : deuxième installation du panneau solaire)

En raison de l'emplacement initial du panneau solaire et du faible ensoleillement au début de la campagne, seule une partie des données a pu être récupérée. Une semaine après le début des mesures, le panneau solaire a été déplacé vers une zone plus ensoleillée. Malgré ces ajustements, il n'a pas été possible de collecter la totalité des données. Ainsi, seuls 29% des données sur l'air extérieur ont été obtenus lors de la première campagne de mesure.

Pour la seconde campagne de mesure, le capteur a été alimenté en continu par une batterie externe afin d'assurer l'acquisition continue des données. Le capteur, toujours placé au même emplacement dans son bouclier thermique, était relié à un convertisseur connecté à la batterie externe. Cette configuration permettait de maintenir une charge constante pendant environ une semaine. Deux batteries étaient utilisées et échangées régulièrement tout au long du mois de mesure.



Figure 30 : Installation NEMo extérieur – Campagne n°2, Paris

L'utilisation de batteries externes a permis de collecter toutes les données de la deuxième campagne de mesure.

5.2.1.4 Première intervention - Pose des capteurs et présentation du carnet de bord

Toutes les interventions dans les logements ont requis la présence de deux agents du Cerema Île-de-France. La première intervention, d'une durée moyenne d'une heure par logement, se déroulait en plusieurs étapes :

- Rappel de l'intervention dans le logement,
- Finalisation du diagnostic logement, avec l'occupant si besoin (*concerne uniquement la première campagne de mesure*),
- Remise des fiches retour occupant et lettre de remerciement pour leur participation au projet (*concerne uniquement la deuxième campagne de mesure*),
- Présentation du carnet de bord,
- Installation des NEMo dans la chambre principale et le salon (en parallèle : remplissage de la fiche de suivi des capteurs et insertion des badges formaldéhyde permettant le suivi du polluant).

Pour réduire la durée de l'intervention, un agent du Cerema Île-de-France présentait le carnet de bord tandis que le deuxième installait les NEMo dans le logement.

Un des principaux objectifs de cette première intervention était de sensibiliser les occupants à l'importance de leur participation au projet et de les encourager à remplir le carnet de bord de la façon la plus complète possible.

Le retour d'expérience de précédentes campagnes sur la qualité de l'air intérieur a révélé la difficulté d'obtenir des informations complètes à partir de cet outil, en raison de son caractère fastidieux et de son intrusion dans l'intimité des occupants. C'est pourquoi il était crucial de prendre le temps d'informer les occupants sur la nécessité de le remplir de manière rigoureuse et de le présenter de façon bienveillante. Il était notamment rappelé aux occupants le caractère anonyme de leurs réponses.

Suite à l'intervention, le rendez-vous concernant la deuxième intervention était programmé.

Les NEMO, permettant un suivi en temps réel des mesures, ont été régulièrement vérifiés à distance par les équipes du Cerema afin de s'assurer que la transmission des données s'effectuait correctement pour l'ensemble des capteurs durant les deux campagnes de mesure.

5.2.1.5 Deuxième intervention – Dépose des capteurs et entretien occupant

La seconde intervention dans les logements s'est déroulée avec la même organisation que la première campagne de mesure. Elle a nécessité la présence de deux agents du Cerema Île-de-France et s'est déroulée en plusieurs étapes, durant environ une heure par logement :

- Dépose des NEMO dans le salon et la chambre principale (remplissage de la fiche de suivi des capteurs),
- Réalisation de l'entretien avec l'occupant,
- Récupération du carnet de bord,
- Discussion avec l'occupant concernant son éventuelle participation à la seconde campagne de mesure (*concerne uniquement la première campagne de mesure*).

Une fois la campagne de mesure terminée, le NEMO extérieur a été récupéré sur le toit-terrasse de l'immeuble et les données ont été téléchargées sur le Cloud.

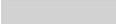
5.2.2 Site de Villeurbanne

5.2.2.1 Planning des interventions

Le planning des interventions relatif à la **première campagne de mesure de qualité de l'air intérieur du site de Villeurbanne** est présenté dans le Tableau 16. La réinstallation des terminaux de ventilation est représentée en bleu et la campagne QAI en orange, les éléments grisés représentent l'absence de campagne QAI.

Tableau 16 : Planning de la campagne in-situ n°1 - Immeuble de Villeurbanne

		2021/2022																
Site	Appartements	Février				Mars					Avril							
		05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17				
Villeurbanne	Apt V1																	
	Apt V2																	
	Apt V3																	
	Apt V4																	
	Apt V5																	
	Apt nd																	
	Apt V6																	
	Toit																	

-  Repose des terminaux de ventilation par Anjos
-  Réalisation de la campagne de mesure QAI par le Cerema
-  Absence de mesures QAI

La première campagne de qualité de l'air intérieur a débuté début février 2022, suite à la réinstallation des terminaux de ventilation dans les logements, et s'est achevée début avril 2022.

Sur les 7 logements recrutés en 2019, un locataire a refusé l'intervention du Cerema (Apt nd).

Au total sur la campagne de qualité de l'air intérieur de Villeurbanne, il a été relevé : **7/7 logements** pour lesquels les **terminaux de ventilation** ont été **réinstallés** et **6/7 logements** pour lesquels la **campagne QAI** a été **réalisée**.

On peut également remarquer sur le planning d'intervention que la réinstallation des terminaux de ventilation et la campagne QAI se sont chevauchées pour 3 appartements (V2, V3, V5). Ce contretemps a été causé par une panne des multiplex lors de la caractérisation des terminaux en phase laboratoire. La réinstallation des terminaux s'est donc réalisée le même jour que le lancement des campagnes QAI pour ces 3 appartements.

Le planning des interventions relatif à la **deuxième campagne de mesure de qualité de l'air intérieur du site de Villeurbanne** est présenté dans le Tableau 17. La campagne QAI est représentée en orange, les éléments grisés représentent l'absence de campagne suite à un retrait du projet.

La deuxième campagne de qualité de l'air intérieur a débuté fin février 2023, et s'est achevée milieu mars 2023.

Sur les 6 logements ayant participé à la première campagne de mesure, 2 locataires ont souhaité ne pas participer à la seconde campagne de mesure, en plus d'un logement qui avait déjà refusé de faire la première campagne.

Au total, sur les 6 logements ayant participé à la première campagne QAI à Villeurbanne en 2021/2022, **4 logements ont continué leur participation** jusqu'à la seconde campagne.

Tableau 17 : Planning de la campagne in-situ n°2 – Immeuble de Villeurbanne

		2022/2023															
Site	Appartements	Février				Mars					Avril						
		05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17			
Villeurbanne	Apt V1					[Orange bar]											
	Apt V2	Retrait du projet															
	Apt V3	Retrait du projet															
	Apt V4					[Orange bar]											
	Apt V5					[Orange bar]											
	Apt nd	Retrait du projet															
	Apt V6					[Orange bar]											
	Toit					[Orange bar]											

 Réalisation de la campagne de mesure QAI par le Cerema (NEMo)

 Absence de mesures QAI

5.2.2.2 Phase préparatoire – En amont des interventions

La phase préparatoire pour la campagne de Villeurbanne était sensiblement la même que pour la campagne de Paris. Elle nécessitait néanmoins la mise à jour et l'étalonnage des capteurs CO₂ et formaldéhyde des 11 NEMOs (NEMOs QAI, XT et extérieurs) par les équipes du Cerema Centre-Est. Tous les NEMOs ont donc été mis à jour et étalonnés.

5.2.2.1 Installation du NEMo QAE (extérieur)

Les caractéristiques du bâtiment de Villeurbanne permettaient d'alimenter le capteur extérieur sur secteur, sur le toit-terrasse de l'immeuble (Figure 31).



Figure 31 : Installation NEMo extérieur – Villeurbanne

5.2.2.2 Première intervention – Pose des capteurs

La première intervention dans les logements a été réalisée par des agents du Cerema Centre-Est. Elle comprenait les mêmes étapes que la campagne de Paris et durait environ 1h :

- Rappel de l'intervention dans le logement,
- Finalisation du diagnostic logement avec l'occupant si besoin (*concerne uniquement la première campagne de mesure*),
- Remise des fiches retour occupant et lettre de remerciement pour leur participation au projet (*concerne uniquement la deuxième campagne de mesure*),
- Présentation du carnet de bord,
- Installation des NEMo dans la chambre principale et le salon (en parallèle : remplissage de la fiche de suivi des capteurs et insertion des badges formaldéhyde permettant le suivi du polluant).

Suite à l'intervention, le rendez-vous concernant la deuxième intervention était programmé.

5.2.2.3 Deuxième intervention – Dépose des capteurs et entretien occupant

La seconde intervention dans les logements a nécessité l'intervention de deux agents du Cerema Centre-Est et se déroulait en 4 étapes :

- Dépose des NEMo dans le salon et la chambre principale (remplissage de la fiche de suivi des capteurs, et des tubes Radiello® pour la deuxième campagne de mesure),
- Réalisation de l'entretien avec l'occupant,
- Récupération du carnet de bord,
- Discussion avec l'occupant concernant son éventuelle participation à la seconde campagne de mesure (*concerne uniquement la première campagne de mesure*).

Les interventions se sont déroulées dans la même dynamique que pour la campagne de Paris. Un agent de l'équipe effectuait la dépose des NEMo, et le deuxième agent réalisait l'entretien avec l'occupant, afin de réduire le temps d'intervention.

La deuxième campagne de mesure étant terminée, le NEMo extérieur a été récupéré sur le toit-terrasse de l'immeuble et les données ont été téléchargées sur le Cloud.

6 DIFFICULTES RENCONTREES

6.1 Première campagne de mesure QAI

Plusieurs difficultés ont été rencontrées durant la première campagne de mesure, concernant principalement l'instrumentation et le recrutement des locataires.

6.1.1 Recrutement des locataires

Le recrutement des locataires, étape cruciale du projet, s'est avéré particulièrement complexe. Malgré l'adhésion des occupants et les campagnes d'information réalisées en 2019 pour l'immeuble parisien et en 2021 pour l'immeuble de Villeurbanne, les occupants étaient généralement mal informés des interventions prévues dans leurs logements. Ils n'avaient pas suffisamment connaissance du projet, de ses objectifs ni de la durée des interventions nécessaires, ni du temps requis pour collaborer avec les équipes du Cerema. Lors de la prise de rendez-vous, les principales critiques adressées aux équipes du Cerema concernaient la durée de l'installation et la disponibilité requise pour celle-ci. De plus, une confusion entre les industriels Aereco, Anjos et le Cerema a compliqué davantage la planification des rendez-vous, entraînant l'annulation de plusieurs d'entre eux, les participants pensant à tort qu'il s'agissait de la même intervention. Le contexte sanitaire lié à la COVID-19 a également rendu les prises de rendez-vous plus difficiles. L'ensemble de ces obstacles ont conduit à une participation de 7 logements sur 15 à Paris et de 6 sur 7 à Villeurbanne, malgré de multiples relances téléphoniques et SMS.

6.1.2 Première intervention – Pose des capteurs

À Paris, les premières interventions dans les logements ont été plus complexes qu'à Villeurbanne. La mise en place du matériel de mesure a été retardée en raison de problèmes logistiques survenus après l'inter-comparaison. De plus, en raison de ces mêmes problèmes logistiques, les trois premiers logements ont été mesurés sans les badges formaldéhyde, qui n'ont pas pu être livrés à temps pour le début de la campagne de qualité de l'air intérieur.

Pour les deux bâtiments d'habitation, la distribution du carnet de bord a suscité plusieurs remarques de surprise et d'insatisfaction, jugé trop intrusif et fastidieux par plusieurs locataires. De plus, les équipes du Cerema ont rencontré des difficultés à connecter certains capteurs au logiciel dédié (Profil'air), ce qui a rallongé la durée des interventions sur place.

6.1.3 Deuxième intervention – Dépose des capteurs

Pour la campagne de qualité de l'air intérieur à Paris, les interventions ont duré en moyenne une demi-heure. Au cours des entretiens, l'équipe d'Île-de-France a remarqué que certaines questions étaient inadaptées ou trop personnelles, ce qui mettait mal à l'aise les occupants. En conséquence, le guide d'entretien a été ajusté pour les entretiens suivants.

Quant au carnet de bord, dans les deux immeubles d'habitation, deux locataires (l'un à Paris et l'autre à Villeurbanne) ont refusé de le remplir le jugeant trop intrusif ou n'ayant pas eu le temps de le compléter.

6.1.4 Instrumentation

6.1.4.1 Paris

Plusieurs problèmes ont été rencontrés avec les NEMo lors de la campagne QAI à Paris. Tout d'abord, il a été difficile de connecter les NEMo au logiciel Profil'air, ce qui a rallongé la durée des interventions dans les logements. Il a souvent été nécessaire de débrancher et rebrancher les NEMo à plusieurs reprises pour établir la connexion avec le logiciel.

Un NEMo spécifique (NEMo XT n°604) s'est déconnecté 27 heures après le début des mesures. La locataire a été contactée pour déterminer la cause de cet arrêt, mais aucun événement particulier n'a été identifié. Malgré plusieurs tentatives de débranchement et rebranchement pour relancer les mesures, il n'a pas été possible de récupérer les données de la chambre principale de cet appartement.

Concernant le NEMo QAE (NEMo extérieur), il n'était pas possible de le connecter à une alimentation sur secteur, un panneau solaire a été utilisé pour l'alimenter durant la première campagne QAI. Cependant, l'ensoleillement n'a pas été suffisant pour maintenir l'alimentation du NEMo durant la totalité de la campagne. Malgré un changement de position du panneau solaire, seules 30% des données ont pu être récupérées pour la première campagne QAI.

Une autre complication est survenue lors de la tâche 2 du projet, impactant directement la tâche 1. Suite à la manipulation des NEMo lors de l'inter-comparaison, tous les NEMo se sont auto-calibrés avec un OFFSET d'environ 600 ppm, ce qui a eu un impact significatif sur les résultats des mesures de CO₂ de la première campagne de mesure à Paris. Cela a nécessité un post-traitement spécifique de ces données.

6.1.4.2 Villeurbanne

Divers problèmes ont été rencontrés avec les NEMo lors de la première campagne QAI à Villeurbanne. Tout d'abord, lors de l'étalonnage et de la mise à jour des NEMo avant le début de la campagne, il a été extrêmement difficile de les connecter au logiciel Profil'air. Deux NEMo (NEMo XT n°567 et 789) n'ont pas pu être mis à jour car le logiciel ne les reconnaissait pas. Ces deux NEMo ont été renvoyés en maintenance à la société Ethera pour identifier les problèmes, notamment l'hypothèse que les pare-feux des ordinateurs bloquaient leur connexion au logiciel.

Deuxièmement, après l'installation du NEMo extérieur, une saturation du capteur PM (>1000 µg/m³) a été observée pendant 3 jours. Aucun événement particulier n'a été signalé autour du bâtiment et aucune corrélation avec les données de la station Atmo la plus proche n'a été identifiée. De plus, les résultats de l'inter-comparaison ne permettaient pas d'utiliser les données sur les particules en raison d'un défaut du capteur PM. À la fin de la première campagne de mesure QAI *in situ*, le NEMo extérieur a été

renvoyé à la société Ethera pour remplacer le capteur PM en préparation de la seconde campagne de mesure.

Une autre difficulté rencontrée concernait l'arrêt de plusieurs NEMo durant la campagne, relatif à priori à un problème de batterie. Cela impliquait les NEMos suivants :

- NEMo n°413 (période de mesure du 07/02/2022 au 04/03/2022) : arrêt du 16/02/22 à 6h00 (batterie descendue à 3,1875V) et s'est remis en mesure le 17/02/22 à 20h50 après avoir débranché et rebranché le NEMo,
- NEMo n°680 (période de mesure du 08/03/2022 au 22/03/2022) : arrêt le 15/03/22 à 9h56 (batterie descendue à 3,1250V) et s'est remis en mesure le 15/03/22 à 16h après avoir débranché et rebranché le NEMo,
- NEMo n°703 (période de mesure du 09/02/2022 au 03/03/2022) : arrêt le 28/02/22 à 16h38 (batterie descendue à 3,0938) et s'est remis en mesure le 08/03/22 à 14h54 après avoir débranché et rebranché le NEMo.

Chaque arrêt des capteurs entraînait la sollicitation des locataires pour les débrancher et rebrancher afin de les remettre en fonction. Lors de la maintenance effectuée par Ethera, aucune défaillance des NEMo n'a été identifiée, suggérant un problème d'installation des capteurs.

Suite à un défaut d'un capteur formaldéhyde, les données relatives au polluant n'ont pas pu être téléchargées par le Cerema concernant la chambre enfant du logement B61. Les données ont cependant pu être récupérées par Ethera.

6.2 Deuxième campagne de mesure QAI

6.2.1 Recrutement des locataires

Le recrutement des locataires pour la deuxième campagne de mesure s'est avéré aussi complexe que pour la première, tant sur le site de Paris que sur celui de Villeurbanne. Malgré plusieurs relances téléphoniques et en personne, trois locataires de l'immeuble parisien et deux de l'immeuble à Villeurbanne se sont retirés du projet.

Au total sur les deux campagnes de mesure :

- Sur le site de Paris :
 - 7/15 logements ont participé jusqu'à la première campagne de mesure,
 - 4/15 logements ont participé jusqu'à la deuxième campagne de mesure,
 - Une perte de 70% des logements a été observé entre 2019 et 2023.
- Sur le site de Villeurbanne :
 - 6/7 logements ont participé jusqu'à la première campagne de mesure,
 - 4/7 logements ont participé jusqu'à la deuxième campagne de mesure,
 - Une perte de 40% des logements a été observée entre 2021 et 2023.

6.2.2 Instrumentation

6.2.2.1 Paris

À la suite de la première campagne de mesure, deux NEMo (NEMo 659 et 703) ont été renvoyés à la société Ethera en raison de cartes de communication défectueuses. Ethera a envoyé deux NEMo de remplacement pour assurer la continuité de la campagne de mesure.

Comme l'alimentation du capteur extérieur par panneau solaire n'a pas fonctionné lors de la première campagne, deux batteries externes ont été utilisées pour maintenir une alimentation continue durant la seconde campagne. Ces batteries devaient être interverties toutes les semaines, voire tous les 10 jours, pour assurer une charge continue tout en préservant leur capacité. Cependant, bien que cette solution ait permis de récupérer toutes les données nécessaires, il était difficile de les installer sur le toit-terrasse en raison de leur poids élevé (environ 20 kilos).

6.2.2.2 Villeurbanne

Un des NEMo a également eu un défaut sur sa carte de communication entre la campagne de Paris et celle de Villeurbanne. Ce capteur n'a pas pu être utilisé pour la campagne de mesure de Villeurbanne.

Lors de l'étalonnage des NEMo (CO₂ et formaldéhyde) entre les deux campagnes de mesure, le NEMo 680 remontait des valeurs anormalement basses. Le calage sur air extérieur, réalisé par les équipes sur Cerema Centre-Est a permis de recalibrer les données correctement pour la deuxième campagne de mesure à Villeurbanne.

Lors de la campagne de mesure, les données formaldéhyde n'ont pas pu être visualisées ni téléchargées sur le Cloud dans le séjour du logement B21 à cause d'un défaut du badge formaldéhyde. Les données ont cependant pu être récupérées via le logiciel Profil'air.

7 RETOURS OCCUPANTS

Les retours finaux sur les résultats de l'étude, et notamment leur impact sur la performance globale de la ventilation et la qualité de l'air intérieur ont été présentés aux occupants des sites de Paris et de Lyon ainsi qu'aux offices HLM respectives. Ces résultats ont été présentés lors d'une réunion de restitution, organisée de la façon suivante :

- Accueil des offices HLM et des occupants,
- Présentation du projet : lien avec le premier projet Performance, les étapes clés auxquelles ont participé les occupants, les premiers résultats, l'utilité du projet en France et à l'international,
- Ateliers ventilation et qualité de l'air intérieur :
 - Atelier sur la compréhension de la ventilation : présentation et explication des bouches et entrées d'air, des principes du système, et recommandations d'entretien,
 - Atelier qualité de l'air intérieur : identification des sources de pollution dans un logement et recommandations associées,
- Temps d'échange convivial.

Le programme de la réunion a été ajusté selon le nombre d'occupants présents et en réponse aux questions spécifiques qui ont été posées.

Les réunions de restitution du projet aux occupants ont été programmées :

- Le 30 novembre 2023 pour le site de Villeurbanne de 17h à 19h,
- Le 9 avril 2024 pour le site de Paris de 18h à 19h30.

7.1 Site de Paris

La réunion de restitution pour les occupants du site parisien a eu lieu le 9 avril 2024, de 18h à 19h30.

Le Cerema a contacté par courrier les 13 locataires impliqués dans le projet jusqu'à la réinstallation des terminaux. Suite à la réception de ce courrier, ils ont été recontactés par téléphone ou SMS.

Parmi ces 13 locataires :

- 2 locataires ont confirmé leur participation dont 1 ne pouvant arriver avant 19h,
- 1 locataire avait déménagé après la deuxième phase de mesure et ne pouvait pas se rendre à Paris,
- 5 locataires n'étaient pas disponibles,
- 4 locataires n'ont jamais répondu à nos tentatives de contact,
- 1 locataire ne souhaitait pas participer à la réunion de restitution.

Les différents partenaires présents à la réunion de restitution étaient :

- Les représentants de Paris Habitat,
- Les membres d'Aéereco,
- Les représentants du Cerema,
- Le gardien de l'immeuble, arrivé à partir de 18h30.

Durant cette réunion, une grande partie du temps était dédié au bilan du projet, comprenant notamment des moments d'échanges pendant la présentation.

La réunion s'est poursuivie avec un atelier sur la ventilation, comprenant une présentation vidéo des caractéristiques et du fonctionnement du système hygroréglable d'Aereco. Cette présentation incluait également une démonstration pratique, expliquant la manipulation des bouches et des entrées d'air, ainsi que les recommandations associées.

Afin de faire participer les locataires lors de l'atelier qualité de l'air intérieur et obtenir des échanges, un quizz en ligne été proposé. Ce site est accessible via le site internet www.batiment-ventilation.fr (quizz du serious game sur l'identification des pollution). Il s'agit d'une plateforme de ressources sur la ventilation créé par le Cerema et le CETIAT et dont le contenu est validé par le Club Ventilation, réunissant les principaux acteurs du secteur de la ventilation. Le but était de permettre aux occupants ainsi qu'au gardien de l'immeuble d'identifier les sources de pollution potentielles dans l'environnement intérieur. Un schéma a également été diffusé pour présenter l'ensemble des sources de pollution de l'air intérieur que l'on peut retrouver dans un logement (liste non exhaustive) et les recommandations associées ont été conseillées, pendant le quiz et lors de la diffusion de ce schéma.

La réunion s'est terminée par un moment d'échange convivial, offrant une opportunité d'interagir plus facilement avec les occupants ayant pris part au projet. Ce moment a par ailleurs été l'occasion de remettre en main propre la fiche retour occupant à l'un des deux locataires ayant participé à la seconde campagne qualité de l'air intérieur. Les 3 autres fiches retour occupant ont été transmises au gardien afin de les glisser dans les boîtes aux lettres de ceux n'ayant pas pu participer à la réunion.

7.2 Site de Villeurbanne

La réunion de restitution pour les occupants du site de Villeurbanne a eu lieu le 30 novembre, de 17h à 19h. L'ensemble des 7 locataires qui avaient été contactés dans le cadre des campagnes de mesure a été contacté par téléphone. Parmi ces 13 locataires :

- 3 locataires ont confirmé leur participation (mais seul 1 locataire qui a confirmé était présent),
- 2 locataires n'ont jamais répondu à nos tentatives de contact, mais une famille a quand même assisté à la réunion (n'ayant pas participé aux campagnes),
- 2 locataires ne souhaitent pas participer à la réunion.

Pendant la réunion, deux familles de locataire ont finalement assisté à la réunion de restitution. Les différents partenaires du projet étaient également présents : les représentants de Lyon Habitat, les membres d'Anjos, les représentants du Cerema,

Lors de la première partie de la réunion s'est tenue la présentation de l'ensemble du projet par le Cerema avec un retour également sur celui de Performance 1 faisant le lien avec l'actuel projet Performance 2. Des échanges ont été menés entre les différents interlocuteurs.

Anjos a enchaîné avec un atelier sur la ventilation, permettant de présenter à la fois le retour d'expérience sur les équipements installés et leur performance. Cette présentation incluait également une démonstration pratique, expliquant la manipulation des bouches et des entrées d'air, ainsi que les recommandations associées.

En raison des nombreux échanges lors des deux premières parties, l'atelier sur la qualité de l'air intérieur n'a pu avoir lieu.

Le sujet de la gestion, le suivi et la maintenance et l'entretien des équipements de ventilation a été abordé par les gestionnaires de l'immeuble. Le projet leur a démontré qu'il s'agissait d'un poste incontournable à prendre en compte pour le bon fonctionnement du système. Il a été évoqué de pouvoir l'étudier à travers un éventuel projet Performance 3.

La réunion s'est terminée par un moment d'échange convivial.

Une fiche de retour d'occupant a été remise à la locataire qui a participé à la campagne de mesure, les deux autres locataires présents n'ayant pas participé aux campagnes.

8 CONCLUSION

Afin de permettre des mesures fiables au niveau des terminaux de ventilation (capteurs CO₂, température et Humidité Relative (HR) déjà existant depuis Performance 1, et Composés Organiques Volatils et Particules ajoutés pour Performance 2) en continu, Aereco et Anjos sont intervenus dans les logements volontaires des immeubles afin de prélever ces terminaux et capteurs. Ces interventions ont permis de réaliser un état des lieux des installations de ventilation, en appliquant en partie le protocole Promevent. De nombreux dysfonctionnements et non-conformité ont été identifiées :

- Ceux liés à l'encrassement des terminaux ont été levés après la phase labo suite au nettoyage des terminaux, et une sensibilisation sera réalisée auprès des occupants concernant l'entretien régulier de ces terminaux,
- Pour les autres non-conformités, une analyse des résultats de Performance 1 sera réalisée pour identifier ceux qui étaient déjà présentes à réception. Pour ceux, au contraire, qui sont apparues depuis 13 ans, les causes seront à identifier.

En parallèle des mesures en continu par Aereco et Anjos, deux campagnes de mesure hivernales (2 saisons de chauffe) spécifiques à la qualité de l'air intérieur ont été réalisées dans les pièces de vie des logements : dans le salon et la chambre principale. Les mesures ont été réalisées à l'aide capteurs NEMo, de la société Ethera, mesurant en continu les paramètres suivants : température, humidité relative, CO₂, COV légers, particules (PM₁₀, PM_{2,5} et PM₁) et le formaldéhyde.

Afin de recueillir les informations sur les sources de pollution des logements instrumentés, nécessaires à l'analyse des données, une mallette de supports de mesure a été développée et appliquée lors des deux campagnes de mesure. Elle comprend :

- Un guide méthodologique ainsi qu'une fiche de suivi des capteurs,
- Un formulaire de diagnostic QAI immeuble et logement,
- Un carnet de bord,
- Un guide d'entretien semi-directif.

Ces outils, notamment, les diagnostics immeuble et logement, le carnet de bord et le guide d'entretien, permettent de récolter des informations concernant les immeubles, les logements et les habitudes de vies des occupants (informations techniques liées aux matériaux, meubles ou équipements dans les logements par exemple, mais aussi des informations sur les pratiques de ménage, d'usage de la salle de bain, de cuisine ou encore d'aération).

Les campagnes de mesure se sont déroulées comme suit :

- Première campagne de mesure :

La première campagne de mesure a débuté une fois la réinstallation des terminaux de ventilation réinstallés par Aereco sur le site de Paris et Anjos sur le site de Villeurbanne

- Paris : milieu novembre 2021 à début janvier 2022,
- Villeurbanne : début février à début avril 2022,

- Deuxième campagne de mesure :

- Paris : début novembre à fin novembre 2022,
- Villeurbanne : fin février 2023 à milieu mars 2023.

Les outils méthodologiques ont été modifiés suite à la première campagne de mesure afin de prendre en compte les retours d'expérience, à la fois des occupants et des équipes du projet, notamment concernant le carnet de bord et le guide d'entretien, qui ont été améliorés pour la deuxième campagne.

Les campagnes d'adhésion au projet lancées en 2019 sur Paris et 2021 sur Villeurbanne ont permis la participation de 15 logements pour l'immeuble parisien et 7 logements pour l'immeuble de Villeurbanne. Cependant, une fois la campagne lancée, et malgré de multiples relances, il a été obtenu :

- Sur le site de Paris :

- 13/15 logements participants lors de la phase de réimplantation des terminaux de ventilation,
- 7/15 logements participants à la première campagne de mesure QAI,
- 4/15 logements participants à la seconde campagne de mesure QAI.

Une perte de 70% des logements a été observé entre 2019 et 2023

- Sur le site de Villeurbanne :

- 7/7 logements participants lors de la phase de réimplantation des terminaux de ventilation,
- 6/7 logements participants à la première campagne de mesure QAI,
- 4/6 logements participants à la seconde campagne de mesure QAI.

Une perte de 40% des logements a été observée entre 2021 et 2023

ANNEXES

Annexe A : Flyer de recrutement des occupants volontaires – site de Paris

Projet Performance 2

Efficacité de la ventilation

Soutenu par les Ministères en charge du logement et de l'écologie, ce projet vise à mieux connaître la façon dont des systèmes de ventilation très performants vieillissent dans le temps.

VOUS ETES CONCERNES : Paris Habitat a signé une convention de partenariat avec le Cerema¹, porteur du projet, et la société AERECO, fabricant de l'équipement de ventilation installé dans vos logements pour évaluer son comportement et sa performance après une période de fonctionnement prolongé de plus de 10 ans.

- 1

juillet 2019-mai 2020 : Réactivation du réseau existant de capteurs de l'immeuble

 - Mise en route du système d'acquisition avec les capteurs existants installés depuis l'origine (Loge gardien, juillet 2019).
 - Fourniture et remplacement des piles des bouches WC (par le locataire ou la société Aereco, Septembre - Octobre 2019).
 - Acquisition des données sécurisées à distance, sans intervention.
- 2

mai - juin 2020: Prélèvement des unités de ventilation instrumentées et remplacement par des produits neufs

 - Intervention de la société Aereco et du Cerema de 2h environ par appartement. Les cartes capteurs intégrées sur les murs seront également prélevées.
- 3

septembre 2020 à mai 2022 : Réinstallation des bouches de ventilation et mesure de la qualité de l'air intérieur de vos logements

 - Avec votre accord, après ré-installation des unités de ventilation instrumentées nettoyées et des cartes de capteurs vérifiées et augmentées de capteurs de polluants (particules et composés organiques volatils) (Septembre 2020), mise en place de stations de mesures de qualité de l'air pendant deux semaines dans le séjour et une chambre.

Photo de la station de mesure installée pour 2 semaines

Que mesurons-nous ?

- La température, l'humidité relative et le dioxyde de carbone
- Les particules fines et les composés organiques volatils dont le formaldéhyde

Ce sont quelques uns des composés présents dans l'air intérieur des logements

Pour la performance des unités de ventilation, sont également mesurées :

- Le fonctionnement du détecteur de présence dans les toilettes
- L'ouverture des unités de ventilation
- La pression à l'extraction

- ▶ Le suivi du projet sera réalisé par le Service Plan Climat de Paris Habitat ainsi que ses partenaires, le Cerema et Aereco.
- ▶ Il est possible d'accepter ou de refuser chaque phase indépendamment.
- ▶ Pour les locataires qui l'acceptent, les relevés seront effectués entre septembre 2019 et mai 2020 puis septembre 2020 et mai 2021.

Rendez-vous à notre permanence du 11 juillet, 17h-18h30, loge du gardien, pour répondre à vos questions !





¹ Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement, établissement public acteur de projets territoriaux pour améliorer le cadre de vie des citoyens (www.cerema.fr)

Annexe B : Flyer de recrutement des occupants volontaires – site de Villeurbanne



Performance 2

Durabilité de la performance de la ventilation

Soutenu par les Ministères en charge du logement et de l'écologie, ce projet vise à mieux connaître la façon dont des systèmes de ventilation très performants vieillissent dans le temps.

VOUS ETES CONCERNES : Lyon Métropole Habitat a signé une convention de partenariat avec le Cerema, porteur du projet, et la société Anjos, fabricant de l'équipement de ventilation installé dans votre logement pour évaluer son comportement et sa performance après une période de fonctionnement prolongé de plus de 10 ans.

Septembre 2021

Réactivation du réseau de capteurs existant dans l'immeuble

- Mise en route du système d'acquisition avec les capteurs existants installés depuis l'origine
- Fourniture et remplacement des piles des bouches WC (par le locataire ou la société Anjos)
- Acquisition des données sécurisées à distance, sans intervention

Septembre - Octobre 2021

Dépose des unités de ventilation instrumentées et installations d'équipements neufs

- Intervention de la société Anjos et du Cerema de 2h00 environ par appartement
Les cartes capteurs intégrées sur les murs seront également prélevés

Janvier - Février 2022

Réinstallation des bouches de ventilation et mesure de la qualité de l'air intérieur

- Avec votre accord, après nettoyage et réinstallation des unités de ventilation instrumentées et des cartes de capteurs vérifiées et augmentées de capteurs de polluants (particules et composés organiques volatiles), mise en place de stations de mesures de la qualité de l'air intérieur pendant deux semaines dans le séjour et une chambre

Que mesurons-nous ?

- Température, Humidité relative, Dioxyde de carbone
- Particules fines, Composés organiques volatiles dont le Formaldéhyde

Ce sont quelques uns des composés présents dans l'air intérieur des logements. Pour la performance des unités de ventilation, les points suivants sont également mesurés :

- Le fonctionnement du détecteur de présence dans les toilettes
- L'ouverture des unités de ventilation
- La pression à l'extraction

? Le projet est suivi par : Lyon Métropole Habitat et ses partenaires, le Cerema et la société Anjos

- Il est possible d'accepter ou de refuser chaque phase indépendamment
- Pour les locataires qui l'acceptent, les relevés sont effectués entre octobre et novembre 2021 puis entre janvier et février 2022

Rendez-vous dans le hall de l'immeuble le 12 octobre de 17h00 à 19h00 pour répondre à vos questions





Annexe C : Mode opératoire pour la réinstallation de terminaux de ventilation (Aereco)

Protocole d'intervention dans un appartement

1. Installation d'une nouvelle carte Performance

- Retirer le couvercle du boîtier qui est installé sur le mur
- Retirer les 2 vis fixant le boîtier au mur
- Retirer le boîtier du mur :
 - Passer le cutter tout autour du boîtier afin de ne pas « déchirer » la peinture autour
 - Si le boîtier est trop pris dans le mastic, placer un tournevis plat entre le boîtier et le mûr, en passant par le centre (du boîtier). Décoller progressivement le boîtier du mur en tournant un peu le tournevis dans les 2 sens, puis faire de même à différents endroits
- Une fois le boîtier retiré, gratter le mastic pour libérer suffisamment les 2 câbles afin de permettre le branchement avec la nouvelle carte. Eviter de percer la masse de mastic
- Si la masse de mastic est percée, boucher le trou avec du mastic neuf afin d'éliminer le risque de passage d'air qui fausserait la mesure de température dans le boîtier.
- Inverser le sens du boîtier (180°) et le visser au mûr. Si le boîtier est endommagé, utiliser un boîtier neuf
- Brancher les 2 connecteurs à la carte
- Clipper la carte dans le boîtier (la mesure de température doit se situer en bas à gauche)
- Tester la communication avec la carte en vérifiant que la carte communique avec le logiciel Performance. Mettre le couvercle

2. Installation EA :

Changer toutes les EA (même non instrumentées !)

- S'approvisionner en amont en bouchons "neufs", cachant les vis des EA en façade
- Retirer les 2 bouchons blancs de EA déjà installée (placer un petit tournevis plat sur le bouchon, l'enfoncer avec un petit coup, puis retirer le tournevis, le bouchon viendra avec)
- Dévisser les vis de l'EA
- Incrire le numéro de l'appartement et le nom de la pièce au feutre sur l'EA et la placer dans le bac de rangement pour un retour à Aereco
- Prendre l'EA correspondant à la pièce d'intervention (où elle était déjà installée en 2007) et vérifier que les trous du coffret permettent une installation correctement centrée de l'EA
Si ce n'est pas le cas :
 - Centrer l'EA sur le coffret - Mettre une vis dans un des trous de l'EA – placer le tournevis sur la vis – taper un coup pour créer une accroche dans le plastique du coffret – Visser un peu de sorte que l'EA tienne de ce côté-là
 - Faire de même de l'autre côté
- Retirer les 2 vis
- Relier les 3 fils de l'EA à ceux venant de la mortaise :
 - A définir + photos



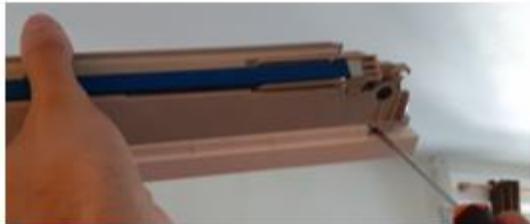
- Mettre du silicone tout autour des trous de passage d'air de l'EA (en faible quantité, juste pour colmater l'espace dû au bombé du coffre)



- Positionner l'EA pour qu'elle soit bien centrée et visser dans les trous correspondants
- Vérifier que la carte communique toujours
- Vérifier qu'en changeant la position du volet, on change la valeur affichée dans l'interface du logiciel Performance :
 - Volet ouvert : ~1000
 - Volet fermé : ~800
- Mettre les 2 bouchons blancs pour couvrir les trous des vis

3. EA non instrumentée :

Démonter les EA en les déclinçant de leur à l'aide d'un tournevis plat (sinon risque d'arracher l'embase) comme ci-dessous



Puis enlever les vis de l'embase.

4. Installation Bouche :

- Vérifier que la pression est normale : faire une mesure de pression à travers la grille
 - Si la pression est anormale ou limite (< 80 Pa), noter la valeur de pression et l'heure
- Retirer la bouche qui est installée :
 - Retirer la grille
 - Retirer la petite vis de la façade (à garder car à remettre ensuite)
 - Retirer la façade
 - Si présentes, retirer les 1 ou 2 vis fixant la bouche au mur
- Passer le cutter tout autour de la bouche pour éviter de « déchirer » la peinture
- Retirer avec précaution la bouche du conduit (ne pas « déchirer la peinture »)
- Vérifier que le joint du fût de la bouche n'est pas resté à l'intérieur (note : selon la réalisation du piquage du réseau, des bouches disposent d'un joint collé au fût et non d'un joint caoutchouc amovible)
- Mettre le numéro d'appartement + nom de la pièce au feutre à l'arrière de la bouche
- Placer la bouche dans le bac de rangement pour un retour à Aereco
- Prendre la bouche instrumentée correspondant à la pièce, l'installer sur le piquage et remettre les 1 ou 2 vis
- Vérifier qu'en changeant la position du volet, on change la valeur affichée dans l'interface du logiciel Performance :
 - Volet ouvert : ~900 (cuisine), ~500 (SdB) et ~0 (WC)
 - Volet fermé : ~700 (cuisine), ~900 (SdB) et ~600 (WC)
- Remettre la façade
- Mettre la petite vis
- Mettre la grille

5. Fin de l'intervention

- Placer les thermomètres en verre dans chaque pièce et attendre 15 à 20 min avant de faire le relevé de température (les capteurs COV de la carte Performance chauffent et on doit atteindre une stabilité de la température de la carte pour faire l'étalonnage)
- Ranger le matériel et nettoyer si besoin
- Prendre des photos de chaque pièce :
 - Prendre une photo avec un plan large pour identifier la pièce
 - Prendre une photo de plus près
 - Prendre une photo de l'ensemble EA + Boitier
- Vérifier que le nombre de produits démontés est correct
- Relever la mesure de température du thermomètre en verre et celle affichée par le logiciel Performance, pour chaque pièce
- Démonter et ranger les thermomètres en verre
- Fin de l'intervention

Annexe D : Détails des systèmes de ventilation par logement pour l'immeuble de Paris

Appt P1								
Pièce	Détalonnage (cm)	Photo	Commentaires	Pièce	Détalonnage (cm)	Pression (Pa)	Photo	Commentaires
Pièces sèches				Pièces humides				
Séjour	1.4		Traces de scotch	Cuisine	1.4	105		Haut dessus d'un placard chargé ; tirette coincée derrière meuble
Ch1	1.3		Câble très court	Salle de Bain	1.4	65		
Ch2	1.3		Bavure sur les trous des mortaise (retiré lors de l'intervention) ; EA sur porte-fenêtre et pas sur coffre ; Plaque métallique côté droit (renfort ?)	WC	1.7	62		Piles non chargées. Joint silicon sur mûr

Appt P2								
Pièce	Détalonnage (cm)	Photo	Commentaires	Pièce	Détalonnage (cm)	Pression (Pa)	Photo	Commentaires
Pièces sèches				Pièces humides				
Séjour	Pas de porte		Câble court	Cuisine	Pas de porte	-		Bouche bloquée en débit max ; tirette bloquée à la première utilisation (car derrière un meuble bien qu'installation conçue pour que la tirette soit utilisée) ; très sale autour ; défauts d'étanchéité dus au joint mal positionné
Ch1	0.7		Connecteur enlevé par nos soins	Salle de Bain	Pas de porte	-		Bouche siliconée ; ajout d'un système d'extraction qui extrait dans le placard de la chambre 1
Ch2	0.7		Installation non symétrique	Salle de Douche	0.3	-		Mousse d'étanchéité
Ch3	1.6		Installation non symétrique	WC	0.3	-		Pas de case, pas de pile (enlevée durant l'intervention par la maintenance) ; poussiéreux autour (défaut d'étanchéité ?)

Appt P3								
Pièce	Détalonnage (cm)	Photo	Commentaires	Pièce	Détalonnage (cm)	Pression (Pa)	Photo	Commentaires
Pièces sèches				Pièces humides				
Séjour	Pas de porte		Capot se détache	Cuisine	1.7	100		Tirette boost déliée (utilisée ?) ; très poussiéreuse/grasse ; conduit très poussiéreux
Ch1	1.3		Rideau fin devant EA ; câble capteur T coupé par nos soins	Salle de Bain	1.6	57		Très poussiéreuse ; conduit très poussiéreux ; joint resté dans conduit
Ch2	1.3		Rideau devant EA ; EA bouchée avec sopalin	Salle de Douche	1.1	90		Très poussiéreuse ; grasse ? ; conduit poussiéreux ; piquage décollé du mur
Ch3	1.8		Non centrée ; rideau	WC	1.5	65		Très poussiéreuse ; conduit très poussiéreux ; installée très proche du mur perpendiculaire

Appt P4								
Pièce	Détalonnage (cm)	Photo	Commentaires	Pièce	Détalonnage (cm)	Pression (Pa)	Photo	Commentaires
Pièces sèches				Pièces humides				
Séjour	Double portes (toujours ouvertes)		Câble court	Cuisine	1.1	107		Façade déposée à côté de la bouche ; tirage ficelle derrière meuble
Ch1	1.1		Boulette de papier sous le volet pour bloquer ouvert (?); anciennes traces de scotch	Salle de Bain	0.6	47		
Ch2	1.4		Rideau sur EA ; câble court ; décalage EA par rapport à mortaise	Salle de Douche	1.3	63		Siliconée ; joint déchiré
Ch3	1.3		Boulette de papier sous le volet pour bloquer ouvert (?); rideau fermable sur EA ; bavure plastique fondu (enlevée par SB)	WC	1.0	116		Piquage diamètre réduit → Joint spécifique ; Bouche encombrée devant

Appt P5								
Pièce	Détalonnage (cm)	Photo	Commentaires	Pièce	Détalonnage (cm)	Pression (Pa)	Photo	Commentaires
Pièces sèches				Pièces humides				
Séjour	2.5		Une 2ème EA seulement d'habillage car un 2e coffre (fente scotchée par nous à l'origine) ; laine de verre obstruant partiellement fente et également présente dans coffre	Cuisine	1.3	80		Pb tirage ficelle (ne se bloque par ouverte) ; le boost était très utilisé (ficelle dépliée) mais ne fonctionnait plus au bout d'un an
Ch1	1.3		Laine de verre obstruant partiellement fente et également présente dans coffre	Salle de Bain	1.6	105		Inversion du capot avec WC ; conduit très encrassé
Ch2	1.1		Laine de verre obstruant partiellement fente et également présente dans coffre ; ancienne EA finalement remise car 2 EA dans salon ; on sent bien l'air entrer dans la chambre ; EA non centrée	WC	1.2	80		Inversion du capot avec SdB ; pas de détection de présence (=>toujours en débit min)

Appt P6								
Pièce	Détalonnage (cm)	Photo	Commentaires	Pièce	Détalonnage (cm)	Pression (Pa)	Photo	Commentaires
Pièces sèches				Pièces humides				
Séjour	1.2		Le rideau a l'air généralement posé sur l'entrée d'air	Cuisine	1.4	110		Grasse ; Boost utilisé régulièrement mais volet cassé donc boost permanent (zoom volet) ; conduit gras
Ch1	1.1		Bouchée avec du sopalin ; rideau ; câble T coupé ou enlevé ?	Salle de Bain	1.5	70		Placée dans une armoire sans porte ; SdB en dégât des eaux ; très poussiéreuse
Ch2	1.2		Rideau ; poussière au-dessus ; pas centrée	Salle de Douche	1.4	90		Poussière autour de la bouche ; peu étanche
Ch3	1.2		Rideau ; poussière au-dessus ; peu étanche ?	WC	0.9	65		Très poussiéreuse ; conduit très poussiéreux

Appt P7								
Pièce	Détalonnage (cm)	Photo	Commentaires	Pièce	Détalonnage (cm)	Pression (Pa)	Photo	Commentaires
Pièces sèches				Pièces humides				
Séjour	2.0		Poussièreuse à l'intérieur ; collée avec Silicone	Cuisine	1.5	92		Tirette enroulée (non utilisée) ; Fuite côté droit ? ; Intérieur poussiéreux ; Conduit encrassé noir ; Pb piquage ; Manchette et conduit pas alignés ; butée pour remettre la bouche ; Piquage décollé, joint déchiré et fuite conduit
Ch1	1.3		Câble court ; poussiéreuse à l'intérieur ; collée avec Silicone	Salle de Bain	1.4	90		Intérieur poussiéreux ; Pb fuite ? ; Conduit poussiéreux
Ch2	1.2		EA sur sur fenêtre ; poussiéreuse à l'intérieur ; facile à enlever ; pb humidité sur mur au-dessus bout de plastique fondu	WC	1.8	84		Intérieur très poussiéreux ; Conduit poussiéreux ; Fuites

Appt P8								
Pièce	Détalonnage (cm)	Photo	Commentaires	Pièce	Détalonnage (cm)	Pression (Pa)	Photo	Commentaires
Pièces sèches				Pièces humides				
Séjour	Pas de porte		Peu de silicone ; très poussiéreuse ; laine de verre ? ; câble très court	Cuisine	Pas de porte	-		Grasse (juste grasse) ; conduit gras ; Ajout BA13 ? ; piquage invisible ; pas de tirette
Ch1	1.5		Très poussiéreuse ; (laine de verre ?) ; câble court	Salle de Bain	1.2	-		Poussiéreuse
Ch2	1.5	Pas de photo	Non instru ; fenêtre peu étanche	Salle de Douche	1.5	-		Poussiéreuse
Ch3	1.6		Très poussiéreuse ; laine de verre ?	WC	1.5	-		Très poussiéreuse ; volets cassés (débit max en permanence) ; conduit très poussiéreux

Appt P9								
Pièce	Détalonnage (cm)	Photo	Commentaires	Pièce	Détalonnage (cm)	Pression (Pa)	Photo	Commentaires
Pièces sèches				Pièces humides				
Séjour	1.5		Habituellement scotchée ; Retrait de scotch pour intervention ; Plutôt propre ; câble court ; Collée avec Silicone (prévoir nettoyage pour réinstallation)	Cuisine	1.4	80		Plutôt propre ; Boost inutilisé
Ch1	1.5		Chambre ados instrumentée ; Habituellement scotchée ; Retrait du scotch pour intervention ; Câble court ; Plutôt propre ; Collée avec Silicone (prévoir nettoyage pour réinstallation)	Salle de Bain	1.3	100		Amas de poussière sur case et volet ; Conduit assez poussiéreux ; Amas de poussière au niveau du trou de lentille ; Face avant inversée pdt un temps avec la face WC ? ; Joint resté dedans (mal installé ?) ; 2 joints ?
Ch2	1.5	Pas de photo	Chambre parents, non instrumentée ; Habituellement scotchée ; Retrait des scotch pour intervention ; Plutôt propre ; Collée avec Silicone (prévoir nettoyage pour réinstallation)	WC	1.5	86		Amas de poussière sur volet ; Conduit assez poussiéreux ; capteur Pyro sale (prévoir tests pr futur produit)

Appt P10								
Pièce	Détalonnage (cm)	Photo	Commentaires	Pièce	Détalonnage (cm)	Pression (Pa)	Photo	Commentaires
Pièces sèches				Pièces humides				
Séjour	1.8		EA scotchée ; très poussiéreuse ; (Laine de verre ?) ; rideau	Cuisine	1.4	-		Très grasse ; support 3D Aereco car meubles devant le trou ; tirette non dépliée, non utilisée ; joint mal installé
Ch1	1.3		Entrée d'air scotchée ; très siliconée ; gros rideau devant ; très poussiéreuse ; (laine de verre ?)	Salle de Bain	1.2	-		Bouche installée inclinée (30°) ; prévoir étalonnage spécial pour capteur de pression ; arrière poussiéreuse ; conduit très poussiéreuse
Ch2	1.6		Entrée d'air scotchée ; rideau	WC	1.3	-		Très poussiéreuse

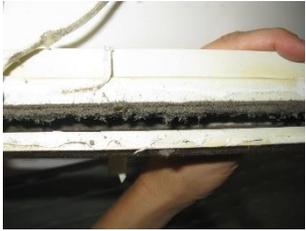
Appt P11

Pièce	Détalonnage (cm)	Photo	Commentaires	Pièce	Détalonnage (cm)	Pression (Pa)	Photo	Commentaires
Pièces sèches				Pièces humides				
Séjour	1.4		Vérifier si scotch sur EA	Cuisine	1.9	-		Tirette liée inutilisable ; très poussiéreuse (grille colmatée) ; conduit très poussiéreux
Ch1	1.3		2 câbles (capteur T) ; coffre en médium ; mortaise agrandie (pas de milieu) ; scotch ? (à vérifier sur EA) ; câble capteur T coupé par nos soins	Salle de Bain	1.9	-		
Ch2	1.8		Mortaise agrandie ; coffre Medium ; scotch ? À vérifier sur EA	WC	1.8	-		Bouche installée au plafond (attention calibre capteur de pression) ; très poussiéreuse ; conduit très poussiéreux ; coude juste derrière (à voir pour calibration) ; retrouver fichier étalonnage

Appt P12

Pièce	Détalonnage (cm)	Photo	Commentaires	Pièce	Détalonnage (cm)	Pression (Pa)	Photo	Commentaires
Pièces sèches				Pièces humides				
Séjour	1.3			Cuisine	1.3	-		Tirette qui a l'air de servir utilisée ?
Ch1	1.0		Câble très court ; pb étanchéité fenêtre/plafond ? ; baguette PVC entre coffrage plâtre et plafond (possibles fuites)	Salle de Bain	1.6	-		
Ch2	1.1		EA bouchée par scotch avant intervention ; Montage EA asymétrique	Salle de Douche	1.6	-		Saletés dans conduit (mais conduit 125 pour bouches utilisées en 80 > normalement pas d'effet) ; (fuite ?)
Ch3	1.2		Traces de scotch ; Installée décalée	WC	1.2	-		Installée dans coin proche mur perpendiculaire

Appt P13

Pièce	Détalonnage (cm)	Photo	Commentaires	Pièce	Détalonnage (cm)	Pression (Pa)	Photo	Commentaires
Pièces sèches				Pièces humides				
Séjour	Pas de porte		2 EA câblées ; 1 câble très court ; Traces de scotch ? ; 1 carte dans coffre ; câble ext donc possibilité ; ajouter nouvelle carte	Cuisine	Pas de porte	-		Ficelle déliée (posée sur frigo) ; Bouches remplacée par nos soins avant la saison de chauffe car bouche Anjos installée (après un incendie)
Ch1	1.7		Laine de verre	Salle de Bain	1.8	-		Très poussiéreuse
Ch2	2.0		Traces de scotch ; poussière au-dessus (air entre par le dessus ?) ; EA mal serrée avec jour	Salle de Douche	1.1	-		Très poussiéreuse ; conduit très poussiéreux
Ch3	2.5		Installée décalée	WC	2.0	-		Très poussiéreuse ; conduit très poussiéreux
Ch4	1.5		Traces de scotch ; très siliconée ; laine de verre	-	-	-	-	-

Appt P14

Pièce	Détalonnage (cm)	Photo	Commentaires	Pièce	Détalonnage (cm)	Pression (Pa)	Photo	Commentaires
Pièces sèches				Pièces humides				
Séjour	1.4		Câble endommagé ; rideaux	Cuisine	1.3	110		Tirette liée, non utilisée ; grasse
Ch1	1.1		La porte fenêtre de la chambre était grande ouverte et nous l'avons fermée pour la mesure de température ; Câble très très court ; Pas mal de silicone ; Facile à décoller	Salle de Bain	1.6	110		Très poussiéreuse
Ch2	2.2		Installation non symétrique ; Coffres en bois plus dur à percer ; nécessité forêt à bois 2 mm ; tête de visseuse plus adaptée aux vis ; mortaise agrandie	WC	1.3	110		Très propre ; conduit très propre ; désodorisant
Ch3	1.6		Mortaise agrandie ; coffres en bois ; plus dur à percer ; nécessité forêt à bois 2 mm ; tête de visseuse plus adaptée aux vis	-	-	-	-	-

Appt P15								
Pièce	Détalonnage (cm)	Photo	Commentaires	Pièce	Détalonnage (cm)	Pression (Pa)	Photo	Commentaires
Pièces sèches				Pièces humides				
Séjour-Chambre	Pas de porte		Entrées d'air fixes ; non instrumentées ; non changées	Cuisine	1.5	125		Installée au plafond ; capot cassé
-	-	-	-	Salle de Douche	1.4	90		
-	-	-	-	WC	1.7	90		

Annexe E : Exemple de bouche encrassée (a) ou entretenue (b)



Annexe F : Mode opératoire pour la réinstallation de terminaux de ventilation (Anjos)

1 Protocole sanitaire :

- Nettoyer les mains au gel hydroalcoolique.
- Changer de masque FFP2 avant l'entrée dans le logement

2 Résumer une nouvelle fois l'intervention à réaliser

3 Retirer les produits déjà installés

- Référencer les produits et les ranger dans les contenants prévus à cet effet.
- Retirer les connecteurs et dénuder les câbles.

4 Installer les produits ré-étalonnés

- Remplacer la carte électronique sur le boîtier blanc.
- Ajouter le nouveau cache sur le boîtier blanc et le fermer.
- Réinstaller les entrées d'air :

Installer le support avec les 3 vis prévues.

Connecter le câble de l'entrée d'air au câble relié à la carte électronique

Installer l'entrée d'air sur le support en évitant de comprimer le câble.

Visser l'entrée d'air.

Vérifier que les données de l'entrée d'air et de la carte électronique soient bien mesurées au niveau de l'interface d'acquisition.

- Réinstaller les bouches d'extraction :

Connecter le câble de la bouche d'extraction au câble relié à la carte électronique.

Remplacer la bouche d'extraction dans son conduit

5 Nettoyer un maximum pour enlever les salissures

6 Mesure de pression aux bouches avec un manomètre portable (AMI 300)

7 Prendre une photo et annoter des commentaires suite à la réinstallation

8 Présenter les produits réinstallés et répondre aux questions ou commentaires des occupants

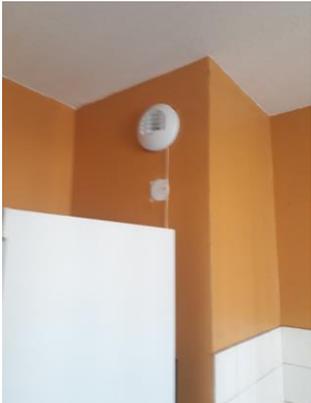
Annexe G : Détail des systèmes de ventilation du logement V1 – Immeuble Villeurbanne

	Détalonnage (cm)	Photos Entrée d'air ou Bouche d'extraction	Vérifications et mesures Entrée d'air ou Bouche d'extraction (voir Onglet liste points de vérification)
Pièces de vie			
Séjour	1,5		OK
Chambre 1	0,5		Entrée d'air bouchée avec du scotch
Chambre 2	1		OK
Chambre 3	1		OK
Chambre 4	0,8		OK
Pièces humides			
Cuisine	0,5		53cm (mur) 150Pa 135Pa (grand débit) 150Pa (avant changement bouche) 153Pa (après changement bouche)
SdB	1,4		Position au ras du mur sur le côté 67 Pa
WC	1,4		10cm (mur) 82 Pa 76 Pa (grand débit) 84 Pa (après changement bouche)
SdE	1		NOK Bouche inaccessible
WC	1,5		36,5cm (mur) ; 20 cm (plafond) 148 Pa 147 Pa 148 Pa (après changement bouche)

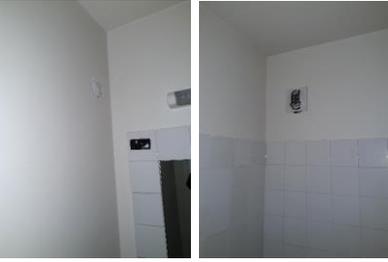
Annexe H : Détail des systèmes de ventilation du logement V2 – Immeuble Villeurbanne

	Détalonnage (cm)	Photos Entrée d'air ou Bouche d'extraction	Vérifications et mesures Entrée d'air ou Bouche d'extraction (voir Onglet liste points de vérification)
Pièces de vie			
Séjour	0,8		Entrée d'air avec couvercle tresse démontée
Chambre 1	1		Entrée d'air avec couvercle tresse démontée
Chambre 2	1		OK
Chambre 3	1,2		OK
Pièces humides			
Cuisine	0,8		Manque capot capteur P1=160 Pa Corde impossible à tirer 33 cm (mur) 21 cm (plafond)
SdB	2		P=124 Pa 18 cm (plafond) 60 cm (mur)
WC	1		P1=121 Pa 20 cm (plafond) 43,5 cm (mur) Corde impossible à tirer

Annexe I : Détail des systèmes de ventilation du logement V3 – Immeuble Villeurbanne

	Détalonnage (cm)	Photos Entrée d'air ou Bouche d'extraction	Vérifications et mesures Entrée d'air ou Bouche d'extraction (voir Onglet liste points de vérification)
Pièces de vie			
Séjour	1,5		Entrée d'air déréglée
Chambre 1	1.2		OK
Chambre 2	1.5		OK
Pièces humides			
Cuisine	0,2		120 Pa 115 Pa (grand débit) 22cm (plafond) 80 cm (mur)
SdB	0,5		75 Pa 15 cm (plafond) 14 cm (mur)
WC	1		60 Pa 57 Pa (grand débit) 32 cm (plafond) 13 cm (mur)

Annexe J : Détail des systèmes de ventilation du logement V4 – Immeuble Villeurbanne

	Détalonnage (cm)	Photos Entrée d'air ou Bouche d'extraction	Vérifications et mesures Entrée d'air ou Bouche d'extraction (voir Onglet liste points de vérification)
Pièces de vie			
Séjour	0,8		Entrée d'air déréglée
Chambre 1	1		Entrée d'air obturée et déréglée
Pièces humides			
Cuisine	1,2		152 Pa (pas de double débit) Changement de bouche vers une bouche non instrumentée Capteur mais pas branché sur nouvelle bouche
SdB	1		105 Pa Plus de capteur et bouche remplacée 24 cm (mur) 34 cm (plafond)
WC	0,8		96 Pa (pas de double débit) changement de bouche vers une bouche non instrumentée cable qui relie la bouche au capteur coupé 18 cm (plafond) 16 cm (mur)

Annexe K : Détail des systèmes de ventilation du logement V5 – Immeuble Villeurbanne

	Détalonnage (cm)	Photos Entrée d'air ou Bouche d'extraction	Vérifications et mesures Entrée d'air ou Bouche d'extraction (voir Onglet liste points de vérification)
Pièces de vie			
Séjour	0,7		OK
Chambre 1	0,9		OK
Pièces humides			
Cuisine	0,5		P1=117Pa P2=94Pa 18cm (plafond) 17cm (mur)
SdB	0,7		P1=73Pa
WC	1		P1=78Pa P2=70Pa

Annexe L : Détail des systèmes de ventilation du logement (sans numéro – retiré projet) – Immeuble Villeurbanne

	Détalonnage (cm)	Photos Entrée d'air ou Bouche d'extraction	Vérifications et mesures Entrée d'air ou Bouche d'extraction (voir Onglet liste points de vérification)
Pièces de vie			
Séjour	1		Entrée d'air dérégulée
Chambre 1	1		OK
Chambre 2	0,5		OK
Pièces humides			
Cuisine	0,8		165 Pa 167 Pa (grand débit) 20 cm (plafond) 30 cm (mur) Bouche remplacée Forte pression sur ce logement
SdB	1		125 Pa 20 cm (plafond) 52 cm (mur)
WC	0,8		115 Pa 110 Pa (grand débit) 20 cm (plafond) 40 cm (mur)

Annexe M : Détail des systèmes de ventilation du logement V6 – Immeuble Villeurbanne

	Détalonnage (cm)	Photos Entrée d'air ou Bouche d'extraction	Vérifications et mesures Entrée d'air ou Bouche d'extraction (voir Onglet liste points de vérification)
Pièces de vie			
Séjour	1,2		OK
Chambre 1	1		Entrée d'air absente (tombait du velux)
Chambre 2	1.1		Entrée d'air dérégulée
Chambre 3	1		Entrée d'air absente (tombait du velux)
Pièces humides			
Cuisine	0,8		146 Pa Impossible à tirer le grand débit complémentaire 20 cm (plafond) 24 cm (mur)
SdB	1,2		145 Pa 20 cm (plafond) 28 cm (mur)
WC	1		140 Pa 156 Pa 20 cm (plafond)

Annexe N : Exemple de fiche retour occupant



Site de Lyon

45 Place Jules Grandclément - 69100 Villeurbanne

Compte rendu des observations
réalisées dans votre logement

Identifiant appartement
Dates campagne



Etat des lieux des équipements de ventilation de votre logement

Entrées d'air Chambres 1 et 2



Les entrées d'air sont en bon état.
Une entrée d'air est parfois
obturée et dégrade l'entrée d'air
neuf.

Bouche d'extraction Cuisine



La cordelette des bouches de la
cuisine et du WC est impossible à
tirer et ne permet pas le passage
en grand débit. Ce problème limite
l'utilisation de la bouche lors
d'activités générant une mauvaise
qualité d'air intérieur.

Entrées d'air Séjour



Le couvercle de la tresse d'une
entrée d'air du séjour est
démonté.
Le dérèglement de cette tresse
peut entraîner une dégradation de
la ventilation de certaines pièces
du logement.



Recommandations pour l'entretien de vos équipements de ventilation

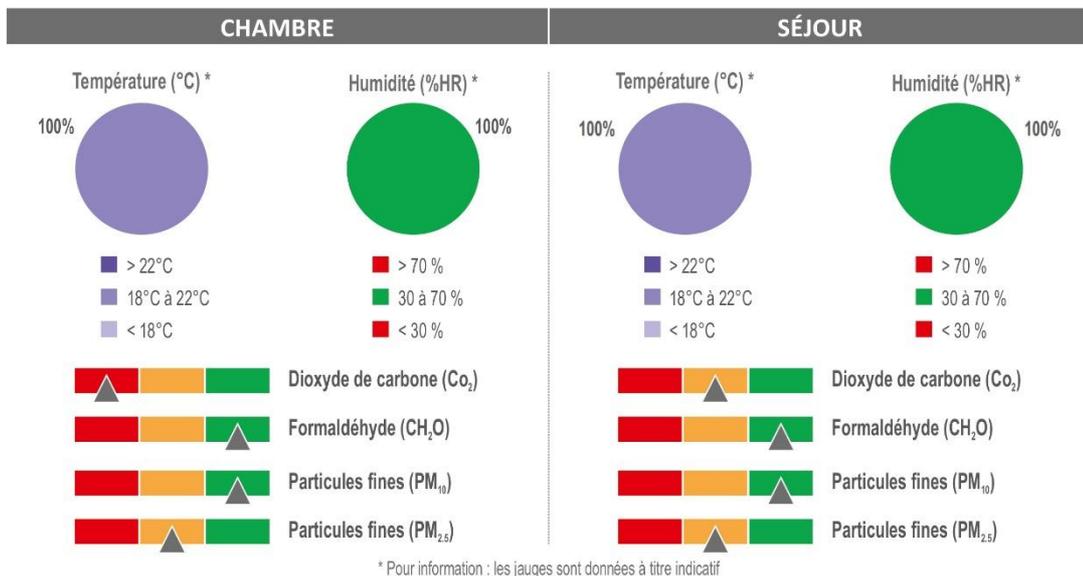
Le volet des entrées d'air ne doit
jamais être scotché/entravé afin
d'assurer un bon taux de
renouvellement d'air de votre
logement.

Si la hauteur des passages de
transit n'est pas respectée, l'air ne
peut pas circuler correctement
entre les pièces du logement, ce
qui peut engendrer une sous
ventilation de certaines pièces du
logement.

Si les bouches d'extraction ne sont
pas nettoyées régulièrement, la
poussière risque de s'accumuler et
d'altérer la ventilation de votre
logement.
Pour rappel, un accès facile à la
cordelette de la bouche cuisine
permet d'activer la fonction Boost
qui augmente la ventilation
pendant 30 min.



Observation de la qualité de l'air intérieur dans votre logement



* Pour information : les jauges sont données à titre indicatif



Recommandations pour améliorer la qualité de l'air intérieur

Activités	Risque de pollution	Les bons gestes
	<ul style="list-style-type: none"> Emission de polluants (COV) lors des activités de ménage et de nettoyage. Remise en suspension des particules. 	<ul style="list-style-type: none"> Privilégier les produits de nettoyage naturels ou de qualité écologique. Privilégier un nettoyage humide des sols et du mobilier. Limiter l'utilisation d'Eau de Javel à des cas spécifiques de désinfection (éradication de moisissure). Utiliser l'aspirateur plutôt que le balai pour éviter la remise en suspension des particules. Respecter les doses prescrites au dos des produits.
	<ul style="list-style-type: none"> Emission de polluants dû au moyen de cuisson (gaz, friture, etc.) Développement de moisissure (humidité) 	<ul style="list-style-type: none"> Activer la hotte et/ou la ventilation lors de la préparation des repas.
	<ul style="list-style-type: none"> Développement de moisissure (humidité) 	<ul style="list-style-type: none"> Bien aérer la salle de bain après utilisation en laissant la porte ouverte et mettre en marche la VMC.
	<ul style="list-style-type: none"> Emission de polluants lors de la combustion de bougies, encens Emission de polluants lors de l'utilisation de sprays, désodorisants, etc. Relargage de polluants contenus dans les colles, matériaux de construction Emission de polluants issus de la fumée de cigarettes 	<ul style="list-style-type: none"> Privilégier du mobilier et des produits peu émissifs disposant d'un label environnemental (A+, Ecolabel Européen, etc.). A réception, stocker les meubles neufs dans une pièce ventilée ou à l'extérieur. Limiter l'utilisation de bougies d'ambiance, encens, bombes aérosols, désodorisants (bien aérer après utilisation).
		<ul style="list-style-type: none"> Aérer les pièces de vie 10min / jour minimum. Ne pas obturer et laisser accessible les entrées et sorties d'air. Nettoyer les entrées et les sorties d'air 1 fois par an minimum. Aérer les pièces pendant et après les activités domestiques. Éviter de fumer dans le logement ou aérer 15-30 min pour renouveler l'air



Résumé

L'objectif de cette tâche, coordonnée par le Cerema, est l'organisation et la tenue des campagnes de mesure hivernales et campagnes de mesure en continu dans les deux immeubles ayant fait l'objet du projet Performance 1 :

- L'immeuble de Paris Habitat à Paris : 15 logements ont été inspectés par Aereco et sont intégrés aux mesures en continu, 7 ont participé à la première campagne de mesure QAI, et 4 ont participé à la deuxième campagne de mesure QAI ;
- L'immeuble de Lyon Métropole Habitat à Villeurbanne : 7 logements ont été inspectés par Anjos et sont intégrés aux mesures en continu, 6 ont participé à la première campagne de mesure QAI, et 4 ont participé à la deuxième campagne de mesure QAI.

L'organisation de la première campagne à l'issue de l'hiver 2021-2022, a permis le développement d'une mallette de supports de mesure, qui a été développée et appliquée lors de la première campagne sur les deux sites. Elle comprend un guide méthodologique + une fiche de suivi des capteurs, un formulaire de diagnostic QAI immeuble + diagnostic QAI logement, un carnet de bord et un guide d'entretien semi-directif.

L'analyse des résultats, (tâche 3 du projet) a permis de préparer la deuxième campagne QAI, qui a eu lieu à l'hiver 2022-2023.

Les mesures en continu ont été réalisées d'octobre 2021 à mai 2024 sur le site de Paris, et de février 2022 à juin 2024 sur le site de Villeurbanne.