



Projet PROMEVENT 2014 – 2017

Amélioration des Protocoles
de mesure des systèmes
de ventilation résidentiels

Rapport technique Campagnes d'évaluation de l'application des protocoles existants – Phase in-situ



Septembre 2017



ADEME - Appel à projets Recherche (APR)

« Vers des bâtiments responsables à horizon 2020 » - Edition 2014

Ce document est extrait des travaux réalisés dans le cadre du projet PROMEVENT coordonné par le CEREMA. Les personnes ayant contribué à ce projet sont présentées ci-dessous :

Partenaires du projet :



Cerema - Direction Territoriale Centre-Est (Pilote du projet)
Adeline (Bailly) Mélois, Cédric Lentillon, Sylvain Berthault, Florian Sementa, Camille Patard, Pierre Planet, Sylvie Giraud, Pascal Pelte, Romuald Jobert



CETIAT
Isabelle Caré, Laure Mouradian



ALLIE'AIR
Anne-Marie Bernard, Gabrielle Perez, Julien Boxberger, Samuel Evangelista



CETii
Gilles Frances



PBC
Pierre Barles



Effinergie
Sébastien Delmas, Angélique Sage

Avec la collaboration de :



ICEE
François-Rémi Carrié



PLEIAQ
Valérie Leprince

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

Appel à Projets Recherche

"Vers des bâtiments responsables à horizon 2020"

Édition 2014

PROMEVENT

Amélioration des Protocoles de Mesures des systèmes de Ventilation résidentiels

Campagnes d'évaluation de l'application
des protocoles existants – phase in-situ

Rapport technique Septembre 2017

Date	Version	Auteurs	Commentaires
06/2015	V1	Adeline Mélois (CEREMA) Gabrielle Perez (ALLIE'AIR) Anne-Marie Bernard (ALLIE'AIR)	Rédaction des résultats des campagnes in-situ
09/2017	V. publique	Isabelle Téjou-LeToulouse (CEREMA) Adeline Mélois (CEREMA)	Anonymisation et finalisation de la version publique

Récapitulatif de l'étude

Projet :	Projet PROMEVENT
Objectif :	Identifier les sources et les niveaux d'incertitude dans des protocoles utilisés en France pour caractériser la performance des systèmes de ventilation
Rédacteurs :	Mélois A., Perez G., Bernard A-M.
Mots clés :	Ventilation – Contrôle – Protocole – Campagne in-situ

Résumé

La campagne in-situ de Promevent a été réalisée sur 10 maisons individuelles équipées de systèmes de ventilation mécanique Double Flux, et 2 bâtiments de logements collectifs équipés de systèmes de ventilation mécanique Simple Flux Hygroréglable.

L'analyse des résultats de cette campagne apporte, en plus des objectifs de Promevent, des données complémentaires concernant la qualité des systèmes de ventilation dans les bâtiments diagnostiqués. En comparaison avec les résultats de la campagne du projet de recherche VIA-Qualité, on retrouve de nombreux dysfonctionnements et non-respects relevés lors des inspections visuelles, qui concernent notamment l'absence de manchette aux terminaux, les problèmes de mortaises, et la qualité des réseaux. Les débits d'extraction réglementaires sont très souvent non respectés, tant en grand débit cuisine qu'en débit de base, ce qui reste malheureusement cohérent avec les résultats du projet VIA-Qualité.

Les protocoles de mesure de débit et de pression aux bouches contiennent des exigences qu'il est indispensable de respecter afin de limiter les incertitudes de mesure. De plus, pour certaines technologies d'appareil de mesure de débit utilisées sur certaines géométries de bouches, les incertitudes calculées sont très importantes. Des recommandations et une sensibilisation doivent être apportées aux opérateurs pour les orienter sur le choix de leur matériel, et sur les conditions de mesure à respecter.

Des écarts importants sur le résultat de la mesure de perméabilité à l'air des réseaux ont été observés lorsque la préparation du réseau ne respecte pas les exigences actuelles du protocole, et lorsque certains éléments du réseau ne sont pas pris en compte ou le sont deux fois. Le protocole de mesure doit être intégralement respecté, notamment lorsque la mesure est réalisée par tronçon. Une sensibilisation doit également être apportée pour alerter les opérateurs sur l'impact de la préparation du réseau.

Sommaire

Table des illustrations	5
Liste des tableaux	6
Avertissement	8
Introduction	10
1.1 Rappel définitions	10
1.2 Présentation	10
2 Inspections et mesures réalisées sur les maisons individuelles	12
2.1 Inspections et mesures sur la maison individuelle MI1	12
2.1.1 Inspection visuelle	12
2.1.2 Mesures aux bouches	12
2.1.3 Mesures d'étanchéité des réseaux	13
2.2 Inspections et mesures sur la maison individuelle MI2	13
2.2.1 Inspection visuelle	13
2.2.2 Mesures aux bouches	13
2.2.3 Mesures d'étanchéité des réseaux	13
2.3 Inspections et mesures sur la maison individuelle MI3	14
2.3.1 Inspection visuelle	14
2.3.2 Mesures aux bouches	14
2.4 Inspections et mesures sur la maison individuelle MI4	15
2.4.1 Inspection visuelle	15
2.4.2 Mesures aux bouches	15
2.4.3 Mesures d'étanchéité des réseaux	16
2.5 Inspections et mesures sur la maison individuelle MI5	16
2.5.1 Inspection visuelle	16
2.5.2 Mesures aux bouches	16
2.5.3 Mesures d'étanchéité des réseaux	17
2.6 Inspections et mesures sur la maison individuelle MI6	17
2.6.1 Inspection visuelle	17
2.6.2 Mesures aux bouches	17
2.7 Inspections et mesures sur la maison individuelle MI7	18
2.7.1 Inspection visuelle	18
2.7.2 Mesures aux bouches	18
2.8 Inspections et mesures sur la maison individuelle MI8	19
2.8.1 Inspection visuelle	19
2.8.2 Mesures aux bouches	19

2.9 Inspections et mesures sur la maison individuelle MI9	20
2.9.1 Inspection visuelle	20
2.9.2 Mesures aux bouches	20
2.10 Inspections et mesures sur la maison individuelle MI10	22
2.10.1 Inspection visuelle	22
2.10.2 Mesures aux bouches	22
3 Inspections et mesures réalisées sur les bâtiments de logements collectifs	24
3.1 Inspection et mesures réalisées sur le LC1	24
3.1.1 Inspection visuelle	24
3.1.2 Mesures aux bouches	25
3.1.3 Mesures d'étanchéité des réseaux	25
3.2 Inspection et mesures réalisées sur le LC2	26
3.2.1 Inspection visuelle	26
3.2.2 Mesures aux bouches	26
3.2.3 Mesures d'étanchéité des réseaux	27
4 Evaluation de la qualité des systèmes de ventilation diagnostiqués	28
4.1 Inspections visuelles	28
4.1.1 Inspection visuelle des maisons individuelles	28
4.1.2 Inspection visuelle des bâtiments de logements collectifs	29
4.1.3 Conclusion sur les inspections visuelles	32
4.2 Débit de ventilation et pression aux bouches	33
4.2.1 Débit de ventilation aux bouches	33
4.2.2 Résultats des mesures de pression aux bouches dans les logements collectifs	38
4.3 Etanchéité des réseaux	41
4.3.1 Résultats des maisons individuelles	41
4.3.2 Résultats des logements collectifs	43
4.4 Conclusion sur la qualité des systèmes de ventilation	43
5 Résultats des études de sensibilité réalisées pendant la campagne in-situ	45
5.1 Mesures de débits aux bouches	45
5.1.1 Répétabilité de la mesure de débit aux bouches	45
5.1.2 Impact de l'opérateur et de l'appareil de mesure pour la mesure de débit aux bouches	47
5.1.3 Impact de la position de l'anémomètre thermique ponctuel	47
5.1.4 Impact de l'étanchéité du cône vis-à-vis de la paroi	49
5.2 Mesure de pression aux bouches	50

5.2.1 Impact de l'appareil de mesure et de l'opérateur sur la mesure de pression aux bouches	50
5.2.2 Impact de l'enfoncement du tube derrière le clapet	50
5.3 Mesure de la perméabilité à l'air des réseaux de ventilation	51
5.3.1 Impact de l'appareil de mesure	51
5.3.2 Impact de la préparation du réseau	52
5.3.3 Impact de la mesure par tronçon	52
5.3.4 Impact de l'obturation au niveau du caisson	53
5.4 Conclusions des résultats obtenus pendant la campagne en in-situ	54

Table des illustrations

Figure 1 : Réglotte de soufflage dans les chambres MI7	19
Figure 2 : Fil chaud ponctuel avec cadre de déport sur la MI9	21
Figure 3 : Répartition des logements du LC1.....	24
Figure 4 : Répartition des dysfonctionnements constatés sur les 10 maisons individuelles équipées de systèmes de ventilation double-flux.....	29
Figure 5 : Répartition des dysfonctionnements observés sur les parties collectives des systèmes de ventilation Simple-flux Hygro des 2 bâtiments de logements collectifs	31
Figure 6 : Répartition des dysfonctionnements observés sur les parties individuelles des systèmes de ventilation hygro dans 24 logements des 2 bâtiments de logements collectifs.....	32
Figure 7 : Répartition des débits mesurés en cuisine en position débit de pointe dans l'ensemble des logements de la campagne (10 maisons individuelles et 24 logements collectifs)	33
Figure 8 : Répartition des débits mesurés en WC et SdB sur des bouches de débit nominal 30 m ³ /h dans l'ensemble des logements de la campagne (10 maisons individuelles et 24 logements collectifs)	34
Figure 9 : Répartition des débits mesurés en WC et SdB sur des bouches de débit nominal 15 m ³ /h dans l'ensemble des logements de la campagne (10 maisons individuelles et 24 logements collectifs)	34
Figure 10 : Répartition des conformités suivant le protocole Effnergie + pour les cuisines.....	35
Figure 11 : Répartition des conformités suivant le protocole Effnergie + pour les sanitaires	36
Figure 12 : Répartition des conformités suivant le protocole Effnergie + pour les salles de bain.....	36
Figure 13 : Répartition des conformités suivant le protocole Effnergie + pour les salles d'eau.....	37
Figure 14 : Classes d'étanchéité des réseaux en fonction de l'obturation du réseau sur les quatre maisons testées	42
Figure 15 : Répartition de la classe des réseaux a) réseau de soufflage b) réseau d'extraction.....	42
Figure 16 : Angles de rotation de l'anémomètre thermique ponctuel	48
Figure 17 : Illustration des décentrages possibles de l'anémomètre thermique ponctuel.....	48
Figure 18 : Illustrations des fuites volontaires entre le cône de mesure et la paroi	49

Liste des tableaux

Tableau 1 : Récapitulatif des principales mesures des maisons individuelles	11
Tableau 2 : Mesures effectuées sur les bouches de la MI1	12
Tableau 3 : Mesures pour évaluer la répétabilité et la reproductibilité réalisées sur la MI1	12
Tableau 4 : Mesures effectuées sur les bouches de la MI2.....	13
Tableau 5 : Mesures pour évaluer la reproductibilité sur la MI2	13
Tableau 6 : Mesures effectuées sur les bouches de la MI3.....	14
Tableau 7 : Mesures pour évaluer l'impact de la position de l'appareil de mesure de débit sur la MI3	14
Tableau 8 : Mesures effectuées sur les bouches de la MI3.....	15
Tableau 9 : Mesures pour évaluer l'impact de la position de l'appareil de mesure de débit sur la MI4	15
Tableau 10 : Mesures effectuées sur les bouches de la MI5.....	16
Tableau 11 : Mesures pour évaluer l'impact de la position de l'appareil de mesure de débit sur la MI5.....	16
Tableau 12 : Mesures effectuées sur les bouches de la MI6.....	17
Tableau 13 : Mesures pour évaluer la répétabilité sur la MI6	17
Tableau 14 : Mesures effectuées sur les bouches de la MI7.....	18
Tableau 15 : Mesures pour évaluer la répétabilité et l'impact de la position de l'appareil de mesure de débit sur la MI7	18
Tableau 16 : Mesures effectuées sur les bouches de la MI8.....	19
Tableau 17 : Mesures pour évaluer la répétabilité, la reproductibilité et l'impact de la position de l'appareil de mesure de débit sur la MI8.....	20
Tableau 18 : Mesures effectuées sur les bouches de la MI9.....	20
Tableau 19 : Mesures pour évaluer la répétabilité, l'impact de la position de l'appareil de mesure débit et l'utilisation d'un cadre de déport sur la MI9	21
Tableau 20 : Mesures effectuées sur les bouches de la MI 10	22
Tableau 21 : Mesures pour évaluer la répétabilité, l'impact de la position de l'appareil de mesure débit et l'utilisation d'un cadre de déport sur la MI 10.....	22
Tableau 22 : Mesures effectuées sur les bouches du LC1	25
Tableau 23: Mesures pour évaluer la reproductibilité et l'impact de la position de l'appareil de mesure de pression sur le logement 61 du LC1.....	25
Tableau 24 : Mesures effectuées sur les bouches du LC 2	26
Tableau 25 : Mesures pour évaluer la reproductibilité et l'impact de la position de l'appareil de mesure de pression sur un logement du LC2	26
Tableau 26 : Répartition des dysfonctionnements observés sur les 10 maisons.....	28
Tableau 27 : Statistiques des dysfonctionnements observés dans les maisons individuelles	29
Tableau 28 : Répartition des dysfonctionnements observés sur les 2 bâtiments de logements collectifs – parties collectives	30
Tableau 29 : Répartition des dysfonctionnements observés sur les 24 logements visités des 2 collectifs.....	31
Tableau 30 : Synthèse des dysfonctionnements relevés pendant les inspections visuelles – comparaison projet VIA-Qualité	32
Tableau 31 : Critères de conformité ou cohérence des débits d'extraction selon les CRC et Effinergie en 2016.....	35
Tableau 32 : Importance des écarts entre les débits mesurés et les débits réglementaires pour les bouches cuisine sur les 10 maisons individuelles équipées de système de ventilation double flux.....	37

Tableau 33 : Importance des écarts entre les débits mesurés et les débits réglementaires pour les bouches SdB sur les 10 maisons individuelles équipées de système de ventilation double flux	37
Tableau 34 : Importance des écarts entre les débits mesurés et les débits réglementaires pour les bouches SdB sur les 10 maisons individuelles équipées de système de ventilation double flux	38
Tableau 35 : Différences de pression mesurées par colonne – LC 1(ventilateur 1)	38
Tableau 36 : Différences de pression mesurées par colonne – LC 1(ventilateur 2)	39
Tableau 37 : Analyse des pressions vis à vis des règles de conformité Effinergie et CRC - LC 1 ..	40
Tableau 38 : Différences de pression mesurées par colonne – LC 2.....	41
Tableau 39 : Analyse des pressions vis à vis des règles de conformité Effinergie et CRC - LC 2 ..	41
Tableau 40 : Comparaison des classes d'étanchéité des réseaux en maison individuelle - Campagne Promevent et VIA-Qualité	43
Tableau 41 : Débit de fuite moyen par élément fuyard testé sur le LC1.....	43
Tableau 42 : Evaluation de la répétabilité de la mesure de débit avec un appareil de mesure à anémomètre thermique ponctuel (fil chaud).....	45
Tableau 43 : Evaluation de la répétabilité de la mesure de débit avec un appareil de mesure à compensation de pression	46
Tableau 44 : Impact du choix de l'opérateur sur la mesure débit aux bouches.....	47
Tableau 45 : Ecart constatés lors de la rotation de l'anémomètre thermique ponctuel.....	48
Tableau 46 : Ecart constatés lors d'un décentrage de l'anémomètre thermique ponctuel	49
Tableau 47 : Impact du décentrage du cône de mesure sur la mesure de débit in-situ.....	49
Tableau 48 : Impact de fuites entre le cône de mesure et la paroi sur la mesure de débit	50
Tableau 49 : Ecart de résultat pour des mesures de perméabilité à l'air du réseau réalisées avec 2 appareils de mesure.....	51
Tableau 50 : Résultats de mesure de perméabilité à l'air avec différentes obturations du réseau au niveau des terminaux	52
Tableau 51 : Débits de fuite mesurés en un seul tronçon et en deux tronçons	53
Tableau 52 : Evaluation du débit de fuite dû au té-souche	53
Tableau 53 : Evaluation des fuites dues à la manchette de raccordement au caisson	53

Avertissement

Copyright ©CEREMA

La reproduction et la diffusion de ce document dans son intégralité sous forme électronique ou papier sont libres. La reproduction et la diffusion de parties de ce document sont également libres sous réserve que la source soit clairement mentionnée sur les extraits.

Remerciements

Ce document constitue la valorisation d'un projet de recherche soutenu par l'ADEME et le MEDDE (DGALN/DHUP/QC). Ce projet fut coordonné par le Cerema dans le cadre de l'APR « Vers des bâtiments responsables à horizon 2020 ». Ce projet a été particulièrement soutenu par Pierre Deroubaix, chef de projet (ADEME), ainsi que Anne-Marie Soulier (MEDDE, DGALN DHUP).

Introduction

1.1 Rappel définitions

Répétabilité : étroitesse de l'accord entre les valeurs mesurées obtenues par les mesurages répétés du même objet ou d'objets similaires pendant une courte période de temps, dans des conditions de répétabilité. Ces conditions comprennent la même procédure de mesure, les mêmes opérateurs, le même système de mesure, les mêmes conditions de fonctionnement et le même lieu.

Pour les **mesures de débits** avec cônes, la répétabilité du protocole est évaluée à partir de **mesures réalisées par un même opérateur, sur une même bouche avec le même matériel**. Entre chaque mesure, le matériel est initialisé (notamment pour les cônes équipés de fil chaud ponctuel, celui-ci sera sorti du cône puis remis entre chaque mesure).

Pour les **mesures d'étanchéité des réseaux**, la répétabilité du protocole est évaluée à partir de **mesures réalisées par un même opérateur, avec la même préparation du réseau et avec le même matériel**. Entre chaque mesure, le matériel est débranché puis rebranché.

Reproductibilité : étroitesse de l'accord entre les valeurs mesurées obtenues par les mesurages répétés du même objet ou d'objets similaires, dans des conditions de reproductibilité. Ces conditions comprennent des lieux, des opérateurs et des systèmes de mesure différents.

Pour les **mesures de débits** avec cônes, la reproductibilité du protocole est évaluée à partir de **mesures réalisées par différents opérateurs avec différents matériels sur une même bouche**. Pour les **mesures d'étanchéité des réseaux**, la reproductibilité du protocole est évaluée à partir de **mesures réalisées par différents opérateurs, avec différents matériels et éventuellement avec une préparation du réseau différente**.

1.2 Présentation

Ce rapport détaille toutes les mesures faites dans 10 maisons individuelles (MI) ainsi que sur deux bâtiments de logements collectifs (LC) par plusieurs organismes. Les 10 maisons individuelles ont toutes été sélectionnées avec un système de ventilation double-flux, les collectifs sont eux avec un système simple flux hygro-réglable.

Cette campagne de mesure a pour objectif de déterminer et évaluer la qualité des protocoles de mesures utilisés actuellement.

Toutes ces mesures nous donnent des indications sur :

- l'impact du matériel ;
- l'impact des opérateurs ;
- le respect des protocoles de mesure (centrage et étanchéité du cône) ;
- les règles de vérification de la conformité des mesures suivant plusieurs règles (Effinergie+, CRC et NF EN 12599).

Le tableau 1 présente les principales mesures par les différents organismes de mesure (les sites ayant été dédoublés permettent d'évaluer la reproductibilité).

Sur ces logements, on teste :

- la répétabilité du protocole et l'impact du positionnement du matériel de mesure ;
- la reproductibilité et l'impact du choix du matériel.

Tableau 1 : Récapitulatif des principales mesures des maisons individuelles

Ref. Bât	Système	Nb d'organismes de mesure	Nb logts	Contrôle visuel	Mesures aux bouches	Mesures perméabilité à l'air du réseau
MI1	Double flux	3	1	Oui x 3	Pression + Cône x 3	Oui x 1
MI2	Double flux	2	1	Oui x 2	Cône x 2	Oui x 1
MI3	Double flux	1	1	Oui x 1	Cône x 1	Non
MI4	Double flux hygroréglable	1	1	Oui x 1	Cône x 1	Oui x 1
MI5	Double flux	1	1	Oui x 1	Pression + cône x1	Oui x 1 (deux obturation différentes)
MI6	Double flux	1	1	Oui x 1	Cône x1	Non
MI7	Double flux	1	1	Oui x 1	Cône x1	Non
MI8	Double flux	1	1	Oui x 1	Cône x1	Non
MI9	Double flux	1	1	Oui x 1	Pression + cône x1	Non
MI10	Double flux	1	1	Oui x 1	Pression + cône x1	Non
LC1	Simple flux hygroréglable B	2	16	Oui x 2	Pression + cône x2	Oui x 2
LC2	Simple flux hygroréglable B	2	8	Oui x 2	Pression + cône x2	Oui x 1

Ce rapport récapitule les mesures réalisées et explicite les difficultés rencontrées. Le chapitre 4 présente les résultats de mesures synthétisés.

2 Inspections et mesures réalisées sur les maisons individuelles

Les deux premières maisons individuelles ont été diagnostiquées par plusieurs organismes, elles nous donnent des indications sur la reproductibilité des mesures. Les 8 autres maisons ont chacune été diagnostiquée par un seul organisme : 2 par organisme.

2.1 Inspections et mesures sur la maison individuelle MI1

2.1.1 Inspection visuelle

Une inspection visuelle a été réalisée par chaque organisme selon la checklist du protocole Promevent (version intermédiaire projet).

2.1.2 Mesures aux bouches

Le Tableau 2 synthétise le type de mesure réalisée par chaque organisme sur l'ensemble des bouches du système de ventilation de la maison MI1.

Tableau 2 : Mesures effectuées sur les bouches de la MI1

	Données mesurées			
	Pression (Pa)	Débit - Cône + anémomètre thermique	Débit - Cône + anémomètre à hélice	Débit - Cône à compensation de pression
Organisme 1	Oui	Oui (quadrillé)	Oui	Non
Organisme 2	Oui	Oui (ponctuel)	Non	Oui
Organisme 3	Oui	Oui (ponctuel)	Non	Non

Afin d'obtenir des informations sur la répétabilité et la reproductibilité du protocole de mesure de débit aux bouches, plusieurs mesures ont été répétées à certaines bouches. Le Tableau 3 synthétise ces mesures.

Tableau 3 : Mesures pour évaluer la répétabilité et la reproductibilité réalisées sur la MI1

Type de bouche		Bouche d'extraction *		Bouche de soufflage *	
Emplacement de la bouche	Matériel de :	Cuisine	SdB	Salon	Chambre
Position débit cuisine		Grand débit	Petit débit	Grand débit	Petit débit
Matériel		Débit			
Cône à compensation de pression	Opérateur 1	1 mesure sur chaque pièce			
Cône + anémomètre thermique quadrillé	Opérateur 2	1 mesure sur chaque pièce			
Cône + anémomètre à hélice	Opérateur 2	1 mesure sur chaque pièce			
Cône + anémomètre thermique ponctuel	Opérateur 3	1 mesure sur chaque pièce			
	Opérateur 1	1 mesure sur chaque pièce			

2.1.3 Mesures d'étanchéité des réseaux

Trois différents organismes ont participé au diagnostic de cette maison. Cependant, suite à un problème d'installation (décalage d'un conduit, il manquait une pièce de raccordement sur le réseau de ventilation), les mesures d'étanchéité des réseaux n'ont pu être réalisées.

2.2 Inspections et mesures sur la maison individuelle MI2

2.2.1 Inspection visuelle

Une inspection visuelle a été réalisée par chaque organisme selon la checklist du protocole Promevent (version intermédiaire projet).

2.2.2 Mesures aux bouches

Le Tableau 4 synthétise le type de mesure réalisée par chaque organisme sur l'ensemble des bouches du système de ventilation de la maison MI2.

Tableau 4 : Mesures effectuées sur les bouches de la MI2

	Données mesurées			
	Pression (Pa)	Débit - Cône + anémomètre thermique ponctuel	Débit - Cône + anémomètre à hélice	Débit - Cône à compensation de pression
Organisme 1	Oui	Oui	Non	Oui
Organisme 2	Oui	Oui	Non	Non

Afin d'obtenir des informations sur la reproductibilité du protocole de mesure de débit aux bouches, plusieurs mesures ont été répétées à certaines bouches. Le Tableau 5 synthétise ces mesures.

Tableau 5 : Mesures pour évaluer la reproductibilité sur la MI2

Type de bouche	Bouche d'extraction		Bouche de soufflage	
Emplacement de la bouche	Cuisine	SdB	Séjour	Ch2*
Position débit cuisine	Grand débit	Petit débit	Grand débit	Petit débit
Matériel	Débit			
Cône à compensation de pression	1 mesure sur chaque pièce			
Cône + anémomètre thermique ponctuel 1	1 mesure sur chaque pièce			
Cône + anémomètre thermique ponctuel 2	1 mesure sur chaque pièce			

2.2.3 Mesures d'étanchéité des réseaux

La mesure d'étanchéité des réseaux a été effectuée sur le réseau de soufflage et d'extraction avec une obturation par scotch.

2.3 Inspections et mesures sur la maison individuelle MI3

2.3.1 Inspection visuelle

Une inspection visuelle a été réalisée selon la checklist du protocole Promevent (version intermédiaire projet).

2.3.2 Mesures aux bouches

Le Tableau 6 synthétise le type de mesure réalisée sur l'ensemble des bouches du système de ventilation de la maison MI3.

Tableau 6 : Mesures effectuées sur les bouches de la MI3

	Données mesurées			
	Pression (Pa)	Débit - Cône + anémomètre thermique ponctuel	Débit - Cône + anémomètre à hélice	Débit - Cône à compensation de pression
Organisme 1	Non	Oui	Non	Oui

Afin d'obtenir des informations sur l'impact de la position de l'appareil de mesure sur le résultat de la mesure de débit aux bouches, plusieurs mesures ont été répétées à certaines bouches. Le Tableau 7 synthétise ces mesures.

Tableau 7 : Mesures pour évaluer l'impact de la position de l'appareil de mesure de débit sur la MI3

Type de bouche		Bouche d'extraction		Bouche de soufflage	
Emplacement de la bouche		Cuisine	SdB	Salon	Chambre
Position débit cuisine		Grand débit	Petit débit	Grand débit	Petit débit
Matériel	Variable étudiée	Débit (m ³ /h)			
Cône + anémomètre thermique ponctuel	Fil chaud dans l'axe du flux (1)	Une mesure par pièce			
	Fil chaud dans l'axe du flux (2)	Une mesure par pièce			
	Fil chaud dans l'axe du flux (3)	Une mesure par pièce			
	Fil chaud décalé de quelques degrés ~45° (1)	Une mesure par pièce			
	Fil chaud décalé de quelques degrés ~30° (2)	Une mesure par pièce			
	Fil chaud décalé de quelques degrés ~90° (3)	Une mesure par pièce			
Cône à compensation de pression	Cône étanche et centré (1)	Une mesure par pièce			
	Cône étanche et centré (2)	Une mesure par pièce			
	Cône étanche et centré (3)	Une mesure par pièce			
	Cône étanche et NON centré (1)	Une mesure par pièce			

	Cône NON étanche et centré (1)	Une mesure par pièce
--	-----------------------------------	----------------------

2.4 Inspections et mesures sur la maison individuelle MI4

2.4.1 Inspection visuelle

Une inspection visuelle a été réalisée selon la checklist du protocole Promevent (version intermédiaire projet).

2.4.2 Mesures aux bouches

Le Tableau 8 synthétise le type de mesure réalisée sur l'ensemble des bouches du système de ventilation de la maison MI4.

Tableau 8 : Mesures effectuées sur les bouches de la MI3

	Données mesurées			
	Pression (Pa)	Débit - Cône + anémomètre thermique ponctuel	Débit - Cône + anémomètre à hélice	Débit - Cône à compensation de pression
Organisme 1	Non	Oui	Non	Oui

Afin d'obtenir des informations sur l'impact de la position de l'appareil de mesure sur le résultat de la mesure de débit aux bouches, plusieurs mesures ont été répétées à certaines bouches. Le Tableau 9 synthétise ces mesures.

Tableau 9 : Mesures pour évaluer l'impact de la position de l'appareil de mesure de débit sur la MI4

Type de bouche		Bouche d'extraction		Bouche de soufflage	
Emplacement de la bouche		Cuisine	SdB	Salon	Chambre
Position débit cuisine		Grand débit	Petit débit	Grand débit	Petit débit
Matériel	Variable étudiée	Débit (m ³ /h)			
Cône + anémomètre thermique ponctuel	Fil chaud dans l'axe du flux (1)	Une mesure par pièce			
	Fil chaud dans l'axe du flux (2)	Une mesure par pièce			
	Fil chaud dans l'axe du flux (3)	Une mesure par pièce			
	Fil chaud décalé de quelques degrés ~45° (1)	Une mesure par pièce			
	Fil chaud décalé de quelques degrés ~30° (2)	Une mesure par pièce			
	Fil chaud décalé de quelques degrés ~90° (3)	Une mesure par pièce			
	Cône étanche et centré (1)	Une mesure par pièce			

Cône à compensation de pression	Cône étanche et centré (2)	Une mesure par pièce
	Cône étanche et centré (3)	Une mesure par pièce
	Cône étanche et NON centré (1)	Une mesure par pièce
	Cône NON étanche et centré (1)	Une mesure par pièce

2.4.3 Mesures d'étanchéité des réseaux

La mesure d'étanchéité des réseaux a été effectuée sur le réseau de soufflage et d'extraction avec une obturation par scotch.

2.5 Inspections et mesures sur la maison individuelle MI5

2.5.1 Inspection visuelle

Une inspection visuelle a été réalisée selon la checklist du protocole Promevent (version intermédiaire projet).

2.5.2 Mesures aux bouches

Le Tableau 10 synthétise le type de mesure réalisée sur l'ensemble des bouches du système de ventilation de la maison MI5.

Tableau 10 : Mesures effectuées sur les bouches de la MI5

	Données mesurées			
	Pression (Pa)	Débit - Cône + anémomètre thermique quadrillé	Débit - Cône + anémomètre à hélice	Débit - Cône à compensation de pression
Organisme 2	Oui	Oui	Non	Oui

Afin d'obtenir des informations sur l'impact de la position de l'appareil de mesure sur le résultat de la mesure de débit aux bouches, plusieurs mesures ont été répétées à certaines bouches. Le Tableau 11 synthétise ces mesures.

Tableau 11 : Mesures pour évaluer l'impact de la position de l'appareil de mesure de débit sur la MI5

Type de bouche	Bouche d'extraction		Bouche de soufflage	
Emplacement de la bouche	Cuisine	SdB	Salon	Chambre
Position débit cuisine	Grand débit	Petit débit	Grand débit	Petit débit
Matériel	Variable étudiée		Débit	
Cône + anémomètre thermique quadrillé	Cône étanche et centré		Une mesure par pièce	
	Cône étanche et NON centré		Une mesure par pièce	

Cône à compensation de pression	Cône étanche et centré	Une mesure par pièce
	Cône étanche et NON centré	Une mesure par pièce

2.5.3 Mesures d'étanchéité des réseaux

La mesure d'étanchéité des réseaux a été effectuée sur le réseau de soufflage et sur les deux réseaux d'extraction (Piquage au niveau de la centrale pour la cuisine) avec une obturation par scotch et vessie.

Seul le réseau d'extraction de la cuisine a été testé avec une obturation par scotch pour cause de mauvais maintien de la bouche au plafond.

2.6 Inspections et mesures sur la maison individuelle MI6

2.6.1 Inspection visuelle

Une inspection visuelle a été réalisée selon la checklist du protocole Promevent (version intermédiaire projet).

2.6.2 Mesures aux bouches

Le Tableau 12 synthétise le type de mesure réalisée par sur l'ensemble des bouches du système de ventilation de la maison MI6.

Tableau 12 : Mesures effectuées sur les bouches de la MI6

	Données mesurées			
	Pression (Pa)	Débit - Cône + anémomètre thermique	Débit - Cône + anémomètre à hélice	Débit - Cône à compensation de pression
Organisme 2	Non	Oui x 2 (ponctuel et quadrillé)	Oui	Non

Afin d'obtenir des informations sur l'impact de la position de l'appareil de mesure sur le résultat de la mesure de débit aux bouches, plusieurs mesures ont été répétées à certaines bouches. Le Tableau 13 synthétise ces mesures.

Tableau 13 : Mesures pour évaluer la répétabilité sur la MI6

Type de bouche		Bouche d'extraction		Bouche de soufflage	
Emplacement de la bouche		Cuisine	SdB	Séjour	Chambre
Position débit cuisine		Grand débit	Petit débit	Grand débit	Petit débit
Matériel	Variable étudiée	Débit			
Cône + anémomètre thermique ponctuel	Fil chaud dans l'axe du flux	Une mesure par pièce			
	Fil chaud décalé de quelques degrés	Une mesure par pièce			

Cône + anémomètre thermique quadrillé	Cône étanche et centré	Une mesure par pièce
	Cône étanche et NON centré	Une mesure par pièce
Cône à compensati on de pression	Cône étanche et centré	Une mesure par pièce
	Cône étanche et NON centré	Une mesure par pièce

2.7 Inspections et mesures sur la maison individuelle MI7

2.7.1 Inspection visuelle

Une inspection visuelle a été réalisée selon la checklist du protocole Promevent (version intermédiaire projet).

2.7.2 Mesures aux bouches

Le Tableau 14 synthétise le type de mesure réalisée par sur l'ensemble des bouches du système de ventilation de la maison MI7.

Tableau 14 : Mesures effectuées sur les bouches de la MI7

	Données mesurées			
	Pression (Pa)	Débit - Cône + anémomètre thermique ponctuel	Débit - Cône + anémomètre à hélice	Débit - Cône à compensation de pression
Organisme 1	Non	Oui (fi	Non	Non

Afin d'obtenir des informations sur l'impact de la position de l'appareil de mesure sur le résultat de la mesure de débit aux bouches, plusieurs mesures ont été répétées à certaines bouches. Le Tableau 15 synthétise ces mesures.

Tableau 15 : Mesures pour évaluer la répétabilité et l'impact de la position de l'appareil de mesure de débit sur la MI7

Type de bouche		Bouche d'extraction		Bouche de soufflage
Emplacement de la bouche		WC	Cuisine	Salon
Position débit cuisine		Vitesse 2	Vitesse Choc	Vitesse 2
Matériel	Variable étudiée	Débit (m ³ /h)		
Cône + anémomètre thermique ponctuel	Fil chaud dans l'axe du flux (1)	Une mesure par pièce		
	Fil chaud dans l'axe du flux (2)	Une mesure par pièce		
	Fil chaud dans l'axe du flux (3)	Une mesure par pièce		
	Fil chaud décalé de quelques degrés (1)	Une mesure par pièce		
	Fil chaud décalé de quelques degrés (2)	Une mesure par pièce		

	Cône étanche et NON centré	Une mesure par pièce
	Cône NON étanche et centré	Une mesure par pièce

En revanche, pour des raisons de présence de réglettes de soufflage (Figure 1), les mesures au cône sur une chambre ou un bureau sont impossibles.



Figure 1 : Réglette de soufflage dans les chambres MI7

2.8 Inspections et mesures sur la maison individuelle MI8

2.8.1 Inspection visuelle

Une inspection visuelle a été réalisée selon la checklist du protocole Promevent (version intermédiaire projet).

2.8.2 Mesures aux bouches

Le Tableau 16 synthétise le type de mesure réalisée par sur l'ensemble des bouches du système de ventilation de la maison MI8.

Tableau 16 : Mesures effectuées sur les bouches de la MI8

	Données mesurées			
	Pression (Pa)	Débit - Cône + anémomètre thermique ponctuel	Débit - Cône + anémomètre à hélice	Débit - Cône à compensation de pression
Organisme 1	Oui	Oui	Non	Non

Afin d'obtenir des informations sur l'impact de la position de l'appareil de mesure sur le résultat de la mesure de débit aux bouches, plusieurs mesures ont été répétées à certaines bouches. Le Tableau 17 synthétise ces mesures.

Tableau 17 : Mesures pour évaluer la répétabilité, la reproductibilité et l'impact de la position de l'appareil de mesure de débit sur la MI8

Type de bouche		Bouche d'extraction		Bouche de soufflage	
Emplacement de la bouche		Cuisine	SdB	Salon	
Position débit cuisine		Grand débit (3) + Grand débit	Petit débit (2)	Grand débit	Petit débit
Matériel	Variable étudiée	Débit			
Cône + anémomètre thermique ponctuel	Fil chaud dans l'axe du flux (1)	Deux mesures (2 opérateurs)	Une mesure par pièce (même opérateur)		
	Fil chaud dans l'axe du flux (2)	Deux mesures (2 opérateurs)	Une mesure par pièce (même opérateur)		
	Fil chaud dans l'axe du flux (3)	Deux mesures (2 opérateurs)	Une mesure par pièce (même opérateur)		
	Fil chaud décalé de quelques degrés (1) « Jusqu'au clip »	Deux mesures (2 opérateurs)	Une mesure par pièce (même opérateur)		
	Fil chaud décalé de quelques degrés (2) « Moins que le clip »	Deux mesures (2 opérateurs)	Une mesure par pièce (même opérateur)		
	Cône étanche et NON centré (1)	Deux mesures (2 opérateurs)	Une mesure par pièce (même opérateur)		
	Cône NON étanche et centré (1)	Deux mesures (2 opérateurs)	Une mesure par pièce (même opérateur)		

2.9 Inspections et mesures sur la maison individuelle MI9

2.9.1 Inspection visuelle

Une inspection visuelle a été réalisée selon la checklist du protocole Promevent (version intermédiaire projet).

2.9.2 Mesures aux bouches

Le Tableau 18 synthétise le type de mesure réalisée par sur l'ensemble des bouches du système de ventilation de la maison MI9.

Tableau 18 : Mesures effectuées sur les bouches de la MI9

	Données mesurées			
	Pression (Pa)	Débit - Cône + anémomètre thermique ponctuel	Débit - Cône + anémomètre à hélice	Débit - Cône à compensation de pression
Organisme 1	Oui	Oui	Non	Non

Afin d'obtenir des informations sur l'impact de la position de l'appareil de mesure sur le résultat de la mesure de débit aux bouches, plusieurs mesures ont été répétées à certaines bouches. Des

mesures de débit supplémentaires sur les bouches de soufflage en utilisant un cadre de déport ont été réalisées (Figure 2).

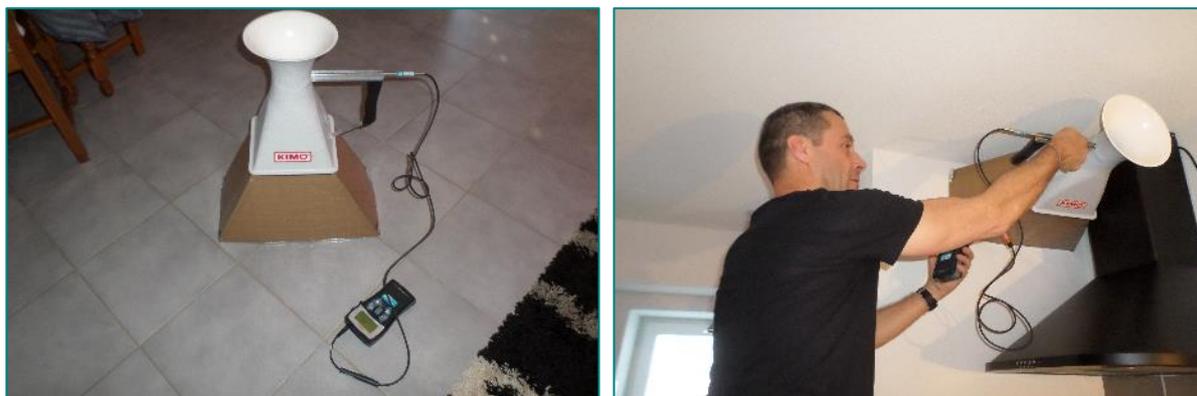


Figure 2 : Fil chaud ponctuel avec cadre de déport sur la MI9

Le Tableau 19 synthétise ces mesures.

Tableau 19 : Mesures pour évaluer la répétabilité, l'impact de la position de l'appareil de mesure débit et l'utilisation d'un cadre de déport sur la MI9

Type de bouche		Bouche d'extraction		Bouche de soufflage	
Emplacement de la bouche		Cuisine	WC	Salle à manger	Chambre 1
Position débit cuisine		Grand débit	Petit débit	Grand débit	Petit débit
Matériel	Variable étudiée	Débit (m3/h)			
Cône + anémomètre thermique ponctuel + cadre déport pour cuisine et soufflage	Fil chaud dans l'axe du flux (1)	Une mesure par pièce			
	Fil chaud dans l'axe du flux (2)	Une mesure par pièce			
	Fil chaud dans l'axe du flux (3)	Une mesure par pièce			
	Fil chaud décalé de quelques degrés (1)	Une mesure par pièce			
	Fil chaud décalé de quelques degrés (2)	Une mesure par pièce			
Cône + anémomètre thermique ponctuel	Cône étanche et centré (1)	Pas de mesure			Une mesure
	Cône étanche et centré (2)	Pas de mesure			Une mesure
	Cône étanche et NON centré (1)	Pas de mesure		Une mesure par pièce	
	Cône NON étanche et centré (1)	Pas de mesure		Une mesure par pièce	

2.10 Inspections et mesures sur la maison individuelle MI10

2.10.1 Inspection visuelle

Une inspection visuelle a été réalisée selon la checklist du protocole Promevent (version intermédiaire projet).

2.10.2 Mesures aux bouches

Le Tableau 20 synthétise le type de mesure réalisée par sur l'ensemble des bouches du système de ventilation de la maison MI10.

Tableau 20 : Mesures effectuées sur les bouches de la MI 10

	Données mesurées			
	Pression (Pa)	Débit - Cône + anémomètre thermique ponctuel	Débit - Cône + anémomètre à hélice	Débit - Cône à compensation de pression
Organisme 1	Oui	Oui	Non	Non

Afin d'obtenir des informations sur l'impact de la position de l'appareil de mesure sur le résultat de la mesure de débit aux bouches, plusieurs mesures ont été répétées à certaines bouches. Des mesures de débit supplémentaires sur les bouches de soufflage en utilisant un cadre de déport ont été réalisées. Le Tableau 21 synthétise ces mesures.

Tableau 21 : Mesures pour évaluer la répétabilité, l'impact de la position de l'appareil de mesure débit et l'utilisation d'un cadre de déport sur la MI 10

Type de bouche		Bouche d'extraction (avec bouche hauteur salon obturée)		Bouche de soufflage	
Emplacement de la bouche		Cuisine	WC	Salon	Chambre
Position débit cuisine		Grand débit	Petit débit	Grand débit	Petit débit
Matériel	Variable étudiée	Débit (m ³ /h)			
Cône + anémomètre thermique ponctuel	Fil chaud dans l'axe du flux (1)	Une mesure par pièce			
	Fil chaud dans l'axe du flux (2)	Une mesure par pièce			
	Fil chaud dans l'axe du flux (3)	Une mesure par pièce			
	Fil chaud décalé de quelques degrés (1)	Une mesure par pièce			
	Fil chaud décalé de quelques degrés (2)	Une mesure par pièce			
	Fil chaud décentré	Une mesure par pièce	Pas de mesure		
	Cône décalé par rapport à la bouche	Pas de mesure			Une mesure
	Cône + cadre de déport	Pas de mesure	Une mesure	Pas de mesure	

	Volets de la bouche en position « fermée »	Pas de mesure	Une mesure	Pas de mesure
--	--	---------------	------------	---------------

Commentaires : La bouche en hauteur dans le salon sert à récupérer de l'air chaud en hauteur (rampants) notamment lorsque le poêle à bois fonctionne. Mais cette bouche est simplement un conduit « ouvert », qui prend finalement beaucoup d'air au détriment des autres extractions (comme cela a été montré par les mesures faites en obturant cette extraction particulière).

3 Inspections et mesures réalisées sur les bâtiments de logements collectifs

Les bâtiments de logements collectifs ont chacun été diagnostiqués avec deux organismes. Ces mesures nous permettent d'observer :

- l'impact des différentes règles d'échantillonnage (CRC, Effinergie + et NF EN 12599), suivant la règle d'échantillonnage appliquée, la sélection des appartements à tester est différente ;
- la reproductibilité du matériel et des différents organismes de mesure pour les mesures de pressions/débit ,
- l'impact de l'enfoncement du tube de cristal dans la bouche pour les mesures de pression ;
- l'impact sur les différents types d'obturations pour les tests d'étanchéité des réseaux.

3.1 Inspection et mesures réalisées sur le LC1

3.1.1 Inspection visuelle

Une inspection visuelle a été réalisée selon la checklist du protocole Promevent (version intermédiaire projet) :

- sur les parties communes ;
- sur les 16 logements suivants :
 - RDC : 01 ;
 - R+1 : 11 / 12 / 13 / 14 / 15 ;
 - R+3 : 31 / 32 / 33 / 34 / 35 ;
 - R+5 : 51 / 52 / 53 ;
 - R+6 / R+7 : 61 / 62.

La Figure 3 illustre la répartition des logements du LC1.

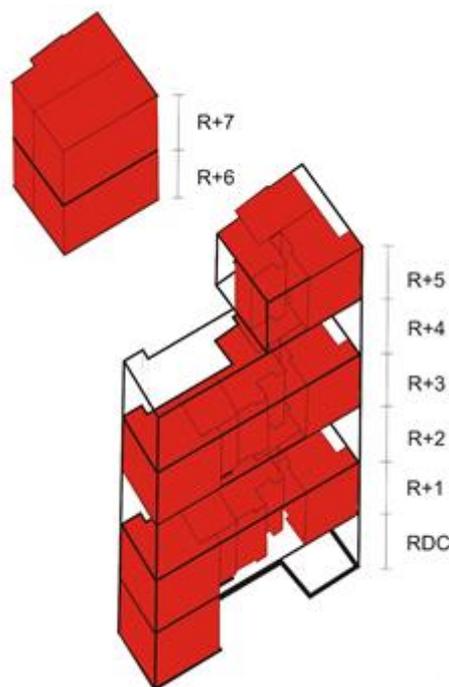


Figure 3 : Répartition des logements du LC1

3.1.2 Mesures aux bouches

Le Tableau 22 synthétise le type de mesure réalisée par sur l'ensemble des bouches de ventilation des logements visités du LC1.

Tableau 22 : Mesures effectuées sur les bouches du LC1

Données mesurées							
	Pression petit débit		Pression grand débit		Débit - Cône + anémomètre thermique	Débit - Cône + anémomètre à hélice	Débit - Cône à compensation de pression
	fenêtre ouverte	fenêtre fermée	fenêtre ouverte	fenêtre fermée			
Organisme 1	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui (quadrillé)*	Oui **	Non
Organisme 2	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui **

* : Appareil utilisé pour les mesures de répétabilité et reproductibilité (logement 61).

** : Appareil utilisé pour les mesures dans tous les logements

Des mesures de débit ont été réalisées en cuisine et WC (en grand débit puis en petit débit logement) avec la fenêtre de la pièce ouverte et puis fermée.

Afin d'obtenir des informations sur la reproductibilité et l'impact de la position de l'appareil de mesure sur le résultat de la mesure de pression aux bouches, plusieurs mesures ont été répétées à certaines bouches du logement 61 (duplex R+6 et R+7). Le Tableau 23 synthétise ces mesures.

Tableau 23: Mesures pour évaluer la reproductibilité et l'impact de la position de l'appareil de mesure de pression sur le logement 61 du LC1

Tube cristal	Position tube	Pression 1	Pression 2
Tube A (identique diagnostic complet)	5 cm derrière le clapet	1 mesure organisme 1 1 mesure organisme 2	1 mesure organisme 1 1 mesure organisme 2
Tube A	10 cm derrière le clapet	1 mesure organisme 1 1 mesure organisme 2	1 mesure organisme 1 1 mesure organisme 2
Tube A	1 à 3 cm derrière le clapet non orienté // flux	1 mesure organisme 1 1 mesure organisme 2	1 mesure organisme 1 1 mesure organisme 2
Tube A	1 à 3 cm derrière le clapet	1 mesure organisme 1 1 mesure organisme 2	1 mesure organisme 1 1 mesure organisme 2
Tube B	1 à 3 cm derrière le clapet	1 mesure organisme 1 1 mesure organisme 2	1 mesure organisme 1 1 mesure organisme 2

3.1.3 Mesures d'étanchéité des réseaux

Plusieurs mesures ont été faites sur ce site :

- mesures sur 2 colonnes (colonne 1 et 2) avec deux types d'obturation : vessie et scotch ;
- mesure sur la totalité du réseau (colonne 1 et réseau toiture terrasse) avec différent positionnement de l'obturation :
 - obturation avant la manchette ;
 - obturation après la manchette ;
 - obturation au niveau du caisson de ventilation ;
 - obturation au niveau des terminaux : vessie ;
- mesure avec colmatage du té souche.

3.2 Inspection et mesures réalisées sur le LC2

3.2.1 Inspection visuelle

Une inspection visuelle a été réalisée selon la checklist du protocole Promevent (version intermédiaire projet) :

- sur les parties communes ;
- sur les 8 logements suivants :
 - RDC : T1-01 / T1-02 / T2-03 ;
 - R+2 : T2-21 / T3-22 / T1-23 ;
 - R+4 : T2-41 / T4-42.

3.2.2 Mesures aux bouches

Le Tableau 24 synthétise le type de mesure réalisée par sur l'ensemble des bouches de ventilation des logements visités du LC2.

Tableau 24 : Mesures effectuées sur les bouches du LC 2

Données mesurées							
	Pression petit débit		Pression grand débit		Débit - Cône + anémomètre thermique	Débit - Cône + anémomètre à hélice	Débit - Cône à compensation de pression
	fenêtre ouverte	fenêtre fermée	fenêtre ouverte	fenêtre fermée			
Organisme 3	Oui	Non	Oui	Non	Oui (ponctuel)	Non	Non
Organisme 4	Oui	Non	Oui	Non	Oui (ponctuel)	Non	Oui

Afin d'obtenir des informations sur la reproductibilité et l'impact de la position de l'appareil de mesure sur le résultat de la mesure de pression aux bouches, plusieurs mesures ont été répétées à certaines bouches d'un logement. Le Tableau 25 synthétise ces mesures.

Tableau 25 : Mesures pour évaluer la reproductibilité et l'impact de la position de l'appareil de mesure de pression sur un logement du LC2

Tube cristal ou cuivre	Position tube	BOUCHE CUISINE petit débit Pression 1	BOUCHE CUISINE petit débit Pression 2	BOUCHE WC volet fermé Pression 1	BOUCHE WC volet fermé Pression 2
Tube A (identique diagnostic complet)	5 cm derrière le clapet	1 mesure organisme 3 1 mesure organisme 4			
Tube A	10 cm derrière le clapet	1 mesure organisme 3 1 mesure organisme 4			
Tube A	1 à 3 cm derrière le clapet non orienté // flux	1 mesure organisme 3 1 mesure organisme 4			
Tube B (cuivre)	1 à 3 cm derrière le clapet	1 mesure organisme 3			
Tube B (cuivre) (coudé à 90°)	–	1 mesure organisme 4			

3.2.3 Mesures d'étanchéité des réseaux

Une seule mesure a pu être réalisée, et seulement sur une partie d'une colonne (seulement avec vessie), sans intégrer la partie horizontale en toiture terrasse, car le reste du réseau n'était pas accessible.

4 Evaluation de la qualité des systèmes de ventilation diagnostiqués

4.1 Inspections visuelles

4.1.1 Inspection visuelle des maisons individuelles

Dans cette étude au total 10 systèmes double-flux en maison individuelle ont été audités, avec au total 10 inspections visuelles. Les dysfonctionnements observés dans ces maisons ont été répertoriés en plusieurs critères dans le Tableau 26.

Tableau 26 : Répartition des dysfonctionnements observés sur les 10 maisons

	Nb de dysfonctionnements	Principales causes
Le ventilateur	15	- (4) présence de coude brusque en sortie de centrale
Les réseaux	9	- (3) Problèmes sur l'installation des conduits souple
Bouches d'extraction d'air	21	- (6) Absence de manchette - (4) Bouches d'extraction non conformes aux exigences de la réglementation ou de l'AT - (4) Mauvaise localisation des bouches (Non-respect du DTU, 68,3 ou AT correspondant au système)
Transfert d'air	1	
Admission d'air neuf	11	- (3) Mauvaise localisation des bouches (Non-respect du DTU, 68,3 ou AT correspondant au système)
Configuration du système	3	- (2) L'ensemble du système de ventilation est cohérent avec la fiche de synthèse standardisée de l'étude thermique. - (1) Les conduits d'extraction sont raccordés à un appareil motorisé (hotte motorisée, sèche-linge, extracteur individuel motorisé)
Documentation	5	- (5) sur l'absence de document décrivant l'installation

Nous obtenons au total **65 dysfonctionnements** sur 10 inspections visuelles, donnant en moyenne **6,5 dysfonctionnements** par maison individuelle. La répartition de ces défauts est illustrer par la Figure 4.

Répartition des dysfonctionnements des 10 Maisons individuelles - Double-flux

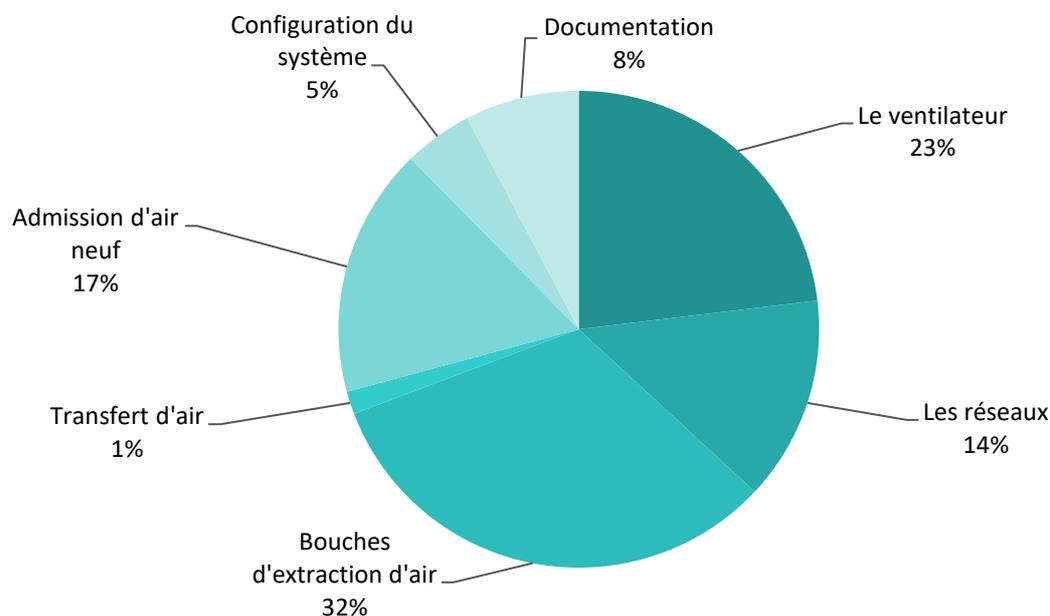


Figure 4 : Répartition des dysfonctionnements constatés sur les 10 maisons individuelles équipées de systèmes de ventilation double-flux

Attention : tous les dysfonctionnements n'ont pas la même importance sur le résultat final et le protocole utilisé (version intermédiaire projet) ne les distingue pas vraiment et ne précise pas clairement quand le critère évalué n'est pas respecté.

Le Tableau 27 donne, pour les 10 maisons inspectées, le pourcentage de maison qui ne présente pas de dysfonctionnements selon l'inspection visuelle réalisée.

Tableau 27 : Statistiques des dysfonctionnements observés dans les maisons individuelles

	Maisons sans dysfonctionnement constaté (%)
Le ventilateur	30 %
Les réseaux	40 %
Bouches d'extraction d'air	10 %
Transfert d'air	90 %
Admission d'air neuf	30 %
Configuration du système	70 %
Documentation	50 %
Tous thèmes	0 %

4.1.2 Inspection visuelle des bâtiments de logements collectifs

Les inspections visuelles ont été réalisées selon le protocole version intermédiaire projet, sur :

- 2 bâtiments de logements collectifs, équipés de système de ventilation mécanique simple-flux hygroréglable, qui représentent :

- 3 installations de ventilation (1 installation/ventilateur) : deux installations pour le LC1 et 1 installation pour le LC2 ;
- 24 logements échantillonnés dans ces bâtiments.

On distinguera donc dans la suite les dysfonctionnements constatés sur les installations (parties collectives) et ceux constatés dans les logements (partie individuelle).

4.1.2.1 Inspection visuelle des parties collectives des systèmes de ventilation

Le Tableau 28 synthétise les dysfonctionnements observés sur les parties collectives des deux bâtiments.

Tableau 28 : Répartition des dysfonctionnements observés sur les 2 bâtiments de logements collectifs – parties collectives

	Nb de dysfonctionnements	Principales causes (apparues plus de 3 fois)
Le ventilateur	7	<ul style="list-style-type: none"> - (2) Le raccord des piquages est non conforme (présence de coude brusque sur les piquages à proximité du ventilateur) - (2) Le caisson et les raccords présentent une mauvaise étanchéité
Les réseaux	9	<ul style="list-style-type: none"> - (2) En collectif, les tracés sont non cohérents avec les plans. - (2) La partie visible des réseaux présente des défauts d'étanchéité notable
Configuration du système	4	<ul style="list-style-type: none"> - (3) L'alarme en cas de non-fonctionnement du système n'existe pas (pas correctement localisée et repérée)
Documentation	1	

Nous obtenons au total **21 dysfonctionnements** sur 3 inspections visuelles (2 bâtiments), donnant en moyenne **7 dysfonctionnements** par système de ventilation, **uniquement sur les parties collectives** des systèmes de ventilation. La répartition de ces dysfonctionnements est illustrée par la Figure 5Figure 4.

Répartition des dysfonctionnements observés sur les parties collectives des VMC Simple-flux Hygro des 2 bâtiments de logements collectifs

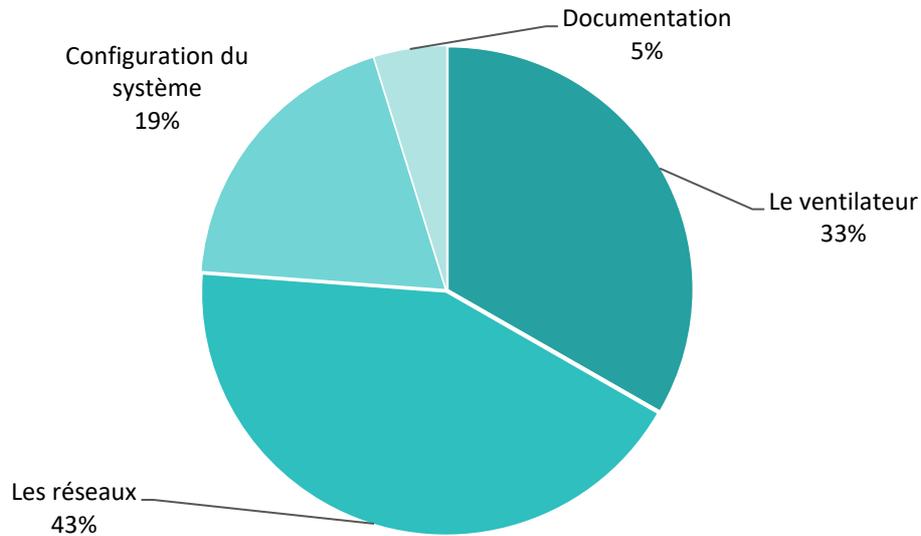


Figure 5 : Répartition des dysfonctionnements observés sur les parties collectives des systèmes de ventilation Simple-flux Hygro des 2 bâtiments de logements collectifs

4.1.2.2 Inspection visuelle des parties individuelles (dans les logements) des systèmes de ventilation

Le Tableau 29 synthétise les dysfonctionnements observés sur les parties individuelles (dans les logements) des 24 logements visités sur les 2 bâtiments.

Tableau 29 : Répartition des dysfonctionnements observés sur les 24 logements visités des 2 collectifs

	Nb de dysfonctionnements	Principales causes (apparues plus de 3 fois)
Bouches d'extraction d'air	47	<ul style="list-style-type: none"> - (22) Absence de manchette - (17) bouches d'extraction non localisées conformément aux règles de l'art prescrites (DTU 68,2, 68,3 ou AT correspondant au système - (5) Bouches non conformes à l'ATEC
Transfert d'air	5	<ul style="list-style-type: none"> - (5) Détalonnage
Admission d'air neuf (entrée d'air en simple flux)	37	<ul style="list-style-type: none"> - (22) Problème mortaise - (7) Les entrées d'air sont non conformes aux exigences du DTU ou de l'AT (caractéristiques de l'entrée d'air v/v de sa localisation (pièce) et du type de logement)



- (6) mise en œuvre des entrées d'air est pas conforme aux règles de l'art prescrites

Nous obtenons au total **89 dysfonctionnements** sur 24 logements, donnant en moyenne **3,7 dysfonctionnements** par logement, **uniquement sur les parties individuelles** des systèmes de ventilation. La répartition de ces dysfonctionnements est illustrée par la Figure 6.

Répartition des dysfonctionnements observés sur les parties individuelles des VMC Simple-flux Hygro de 24 logements des 2 bâtiments de logements collectifs

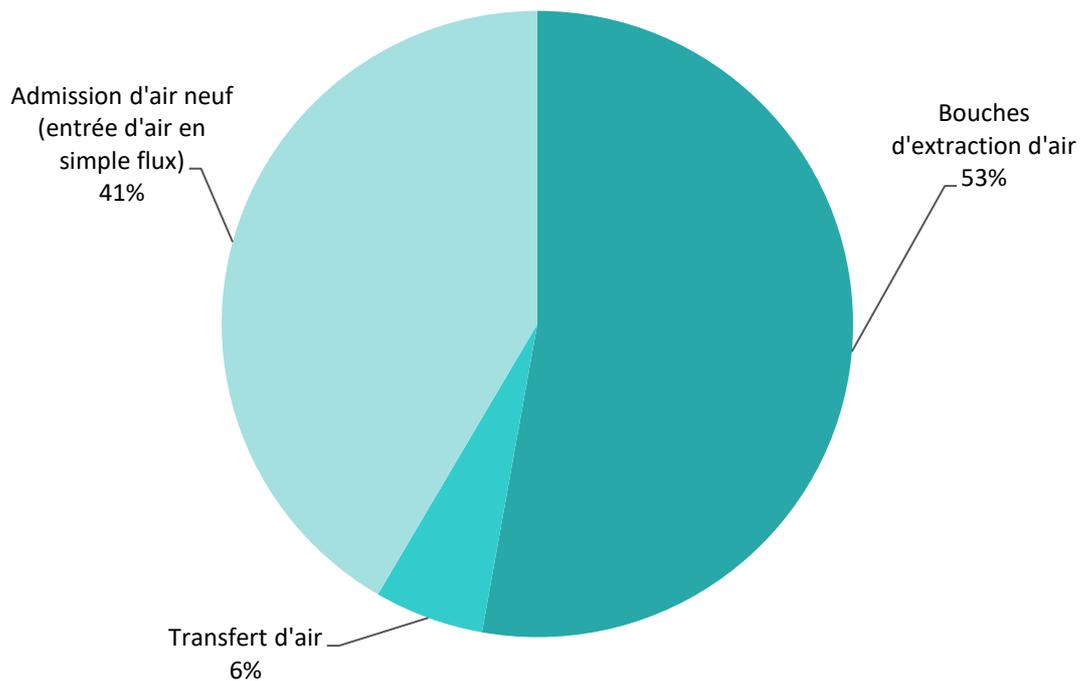


Figure 6 : Répartition des dysfonctionnements observés sur les parties individuelles des systèmes de ventilation hygro dans 24 logements des 2 bâtiments de logements collectifs

4.1.3 Conclusion sur les inspections visuelles

Les dysfonctionnements, exprimés en pourcentage du nombre total de dysfonctionnements, sont comparés à ceux observés dans le projet VIA-Qualité¹ dans le Tableau 30.

Tableau 30 : Synthèse des dysfonctionnements relevés pendant les inspections visuelles – comparaison projet VIA-Qualité

Catégorie	Maison individuelle PROMEVENT	Maison individuelle VIA QUALITE	Logement collectif
Bouche d'extraction d'air	32 %	50% (catégorie sortie d'air vicié)	53%
Le ventilateur	23%	30 %	33 %
Admission d'air neuf	17 %	11 %	41 %
Les réseaux	14 %	15 %	43 %

¹ VIA QUALITE, Etude CORTEA encore en cours, « Ventilation en logement Individuel et qualité de l'Air - En route pour des systèmes de ventilation et un air intérieur de qualité, Tâche 1 - État des lieux de la qualité de l'air et des renouvellements d'air dans les maisons à basse consommation d'énergie (BBC) », rapport de Juin 2014, E.Parent, A.M. Bernard, G. Perez, C.S. Coeudevez, G. Guyot, R. Jobert, A. Bailly, D. Labaume

Configuration du système	5%	15 %	19 %
Transfert d'air	1 %	5 %	6 %
Documentation	8 %	X	5 %

On observe que les résultats de Promevent sont cohérents avec ceux du projet VIA-Qualité.

4.2 Débit de ventilation et pression aux bouches

4.2.1 Débit de ventilation aux bouches

4.2.1.1 Résultats sur l'ensemble des logements de la campagne

La Figure 7 présente la répartition des débits de ventilation constatés sur les bouches d'extraction des maisons et logements mesurés en cuisine en position débit de pointe.

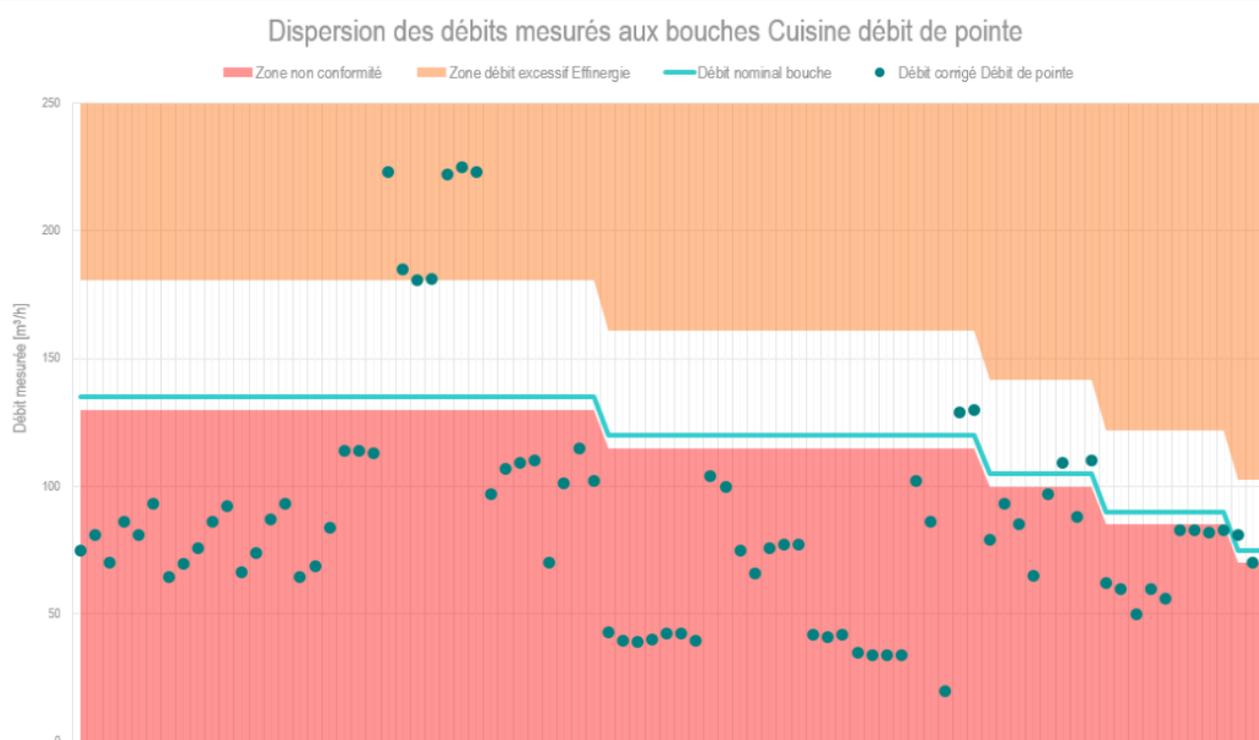


Figure 7 : Répartition des débits mesurés en cuisine en position débit de pointe dans l'ensemble des logements de la campagne (10 maisons individuelles et 24 logements collectifs)

Pour les bouches sanitaires dont les débits réglementaires sont de 30 m³/h nous obtenons la répartition illustrée par la Figure 8.

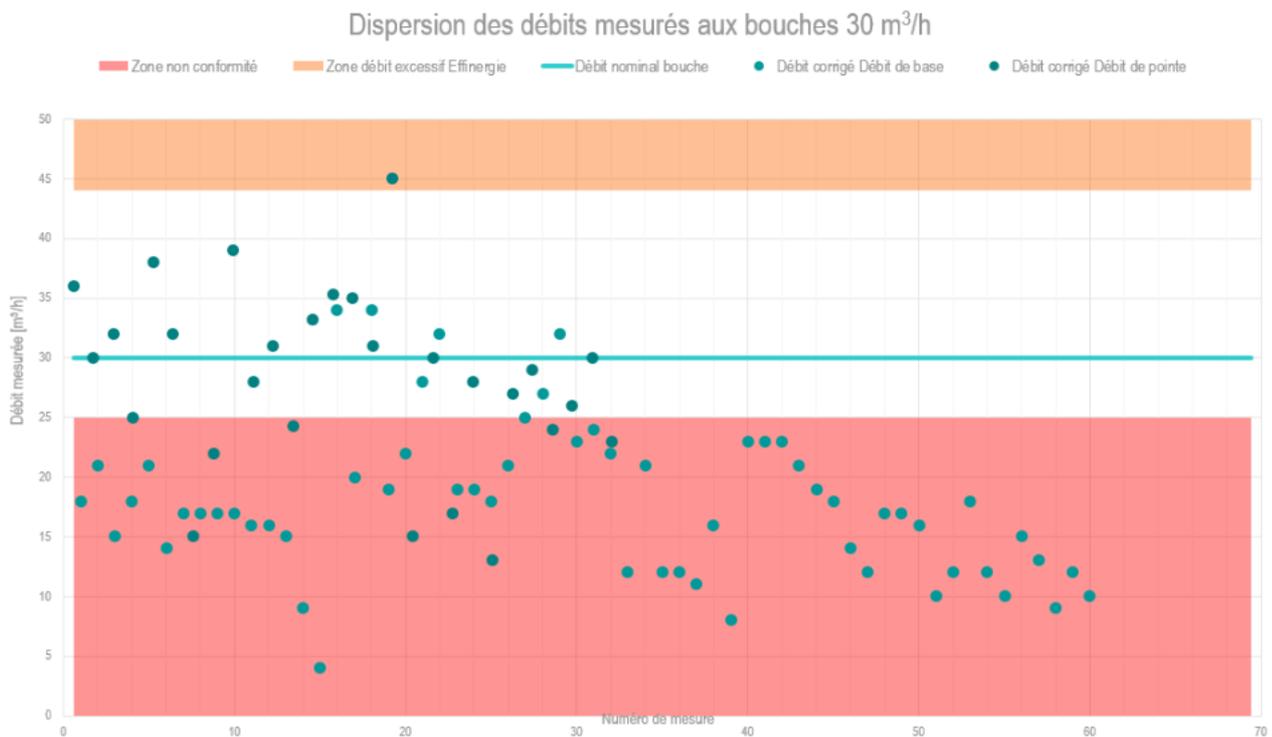


Figure 8 : Répartition des débits mesurés en WC et SdB sur des bouches de débit nominal 30 m³/h dans l'ensemble des logements de la campagne (10 maisons individuelles et 24 logements collectifs)

Et enfin, pour les bouches de débit réglementaire 15 m³/h, nous obtenons la répartition des débits illustrée par la Figure 9.

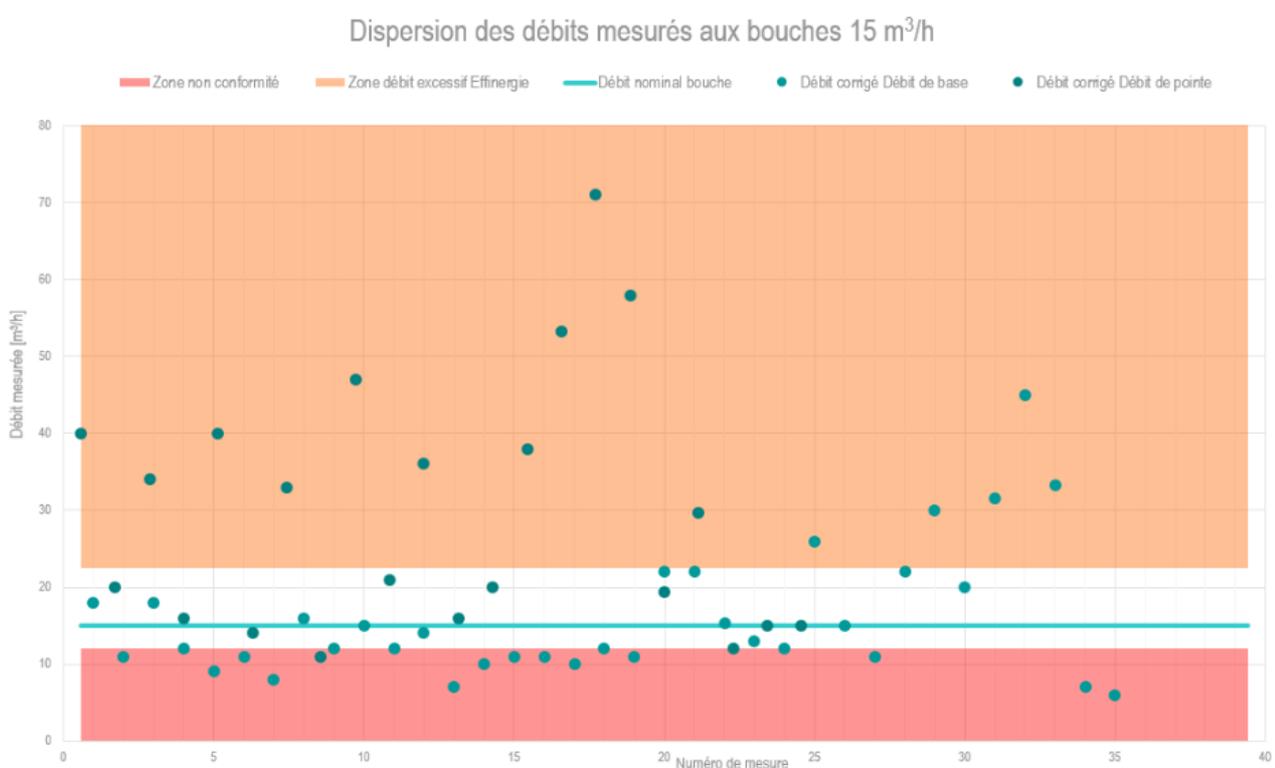


Figure 9 : Répartition des débits mesurés en WC et SdB sur des bouches de débit nominal 15 m³/h dans l'ensemble des logements de la campagne (10 maisons individuelles et 24 logements collectifs)

4.2.1.2 Respect des débits extraits aux bouches en maison individuelle

Le respect des débits minimum a été évalué selon la règle Effinergie en vigueur lors de l'analyse et celle du guide pour les Contrôles de Règles de la Construction (CRC). Ces règles sont synthétisées dans le Tableau 31.

Tableau 31 : Critères de conformité ou cohérence des débits d'extraction selon les CRC et Effinergie en 2016

Débit	CRC	Effinergie
débit < débit exigé	Non conforme	Non cohérent
débit exigé ≤ débit ≤ 1,3 * débit exigé	Conforme	Cohérent
1,3 * débit exigé < débit	Conforme	Non cohérent

La tolérance sur les mesures de débit (et donc sur leur conformité/cohérence) est identique pour les deux protocoles :

- $\pm 3 \text{ m}^3/\text{h}$ pour un débit exigé inférieur ou égal $15 \text{ m}^3/\text{h}$;
- $\pm 5 \text{ m}^3/\text{h}$ pour un débit exigé strictement supérieur à $15 \text{ m}^3/\text{h}$.

Les graphes ci-après présentent les principaux non-respects en débit extrait des maisons individuelles. Pour plus de clarté, plusieurs représentations ont été faites :

- la Figure 10 représente la répartition des non-respect en cuisine (en débit de base et en pointe) ;
- la Figure 11 représente la répartition des non-respect pour les sanitaires (en débit de base et en pointe) ;
- la Figure 12 représente la répartition des non-respect pour les salles de bain (en débit de base et en pointe) ;
- la Figure 13 représente la répartition des non-respect pour les salles d'eau (en débit de base et en pointe).

Répartition des conformités (suivant Effinergie +) en débit de base et débit de pointe dans les MI1 à MI10 - cuisine

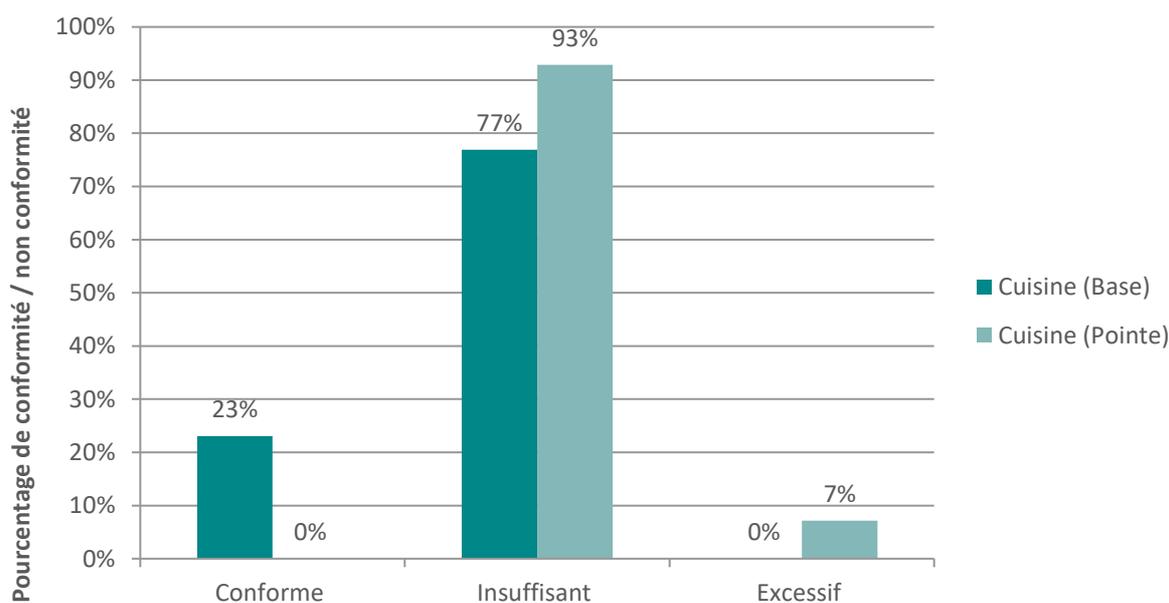


Figure 10 : Répartition des conformités suivant le protocole Effinergie + pour les cuisines

Répartition des conformités (suivant Effinergie +) en débit de base et débit de pointe dans les MI1 à MI10 - sanitaires

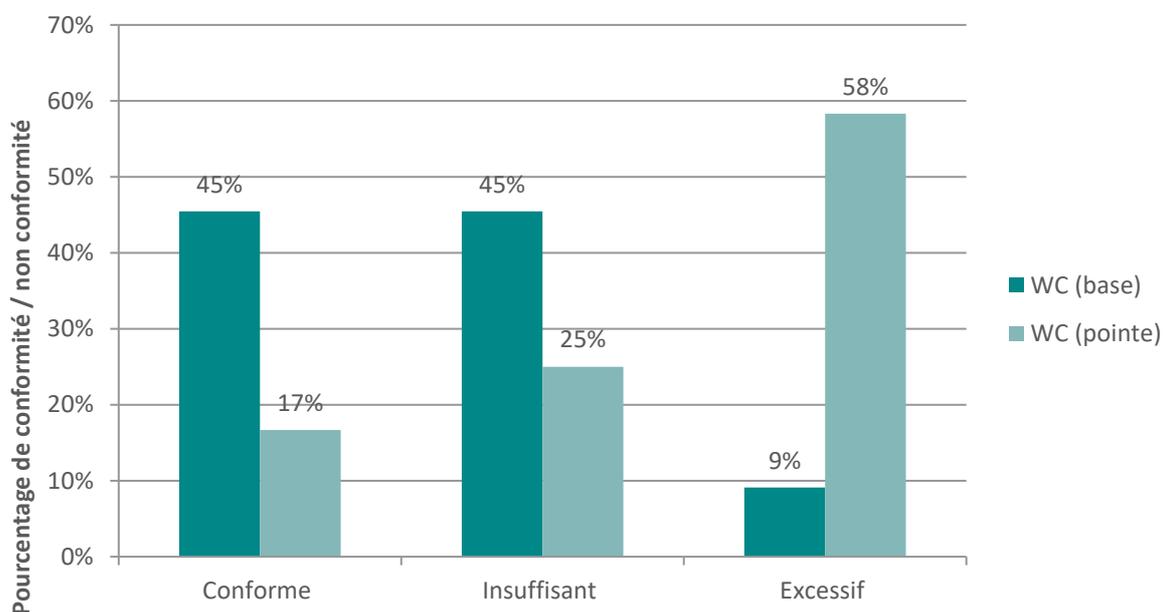


Figure 11 : Répartition des conformités suivant le protocole Effinergie + pour les sanitaires

Répartition des conformités (suivant Effinergie +) en débit de base et débit de pointe dans les MI1 à MI10 - salle de bain

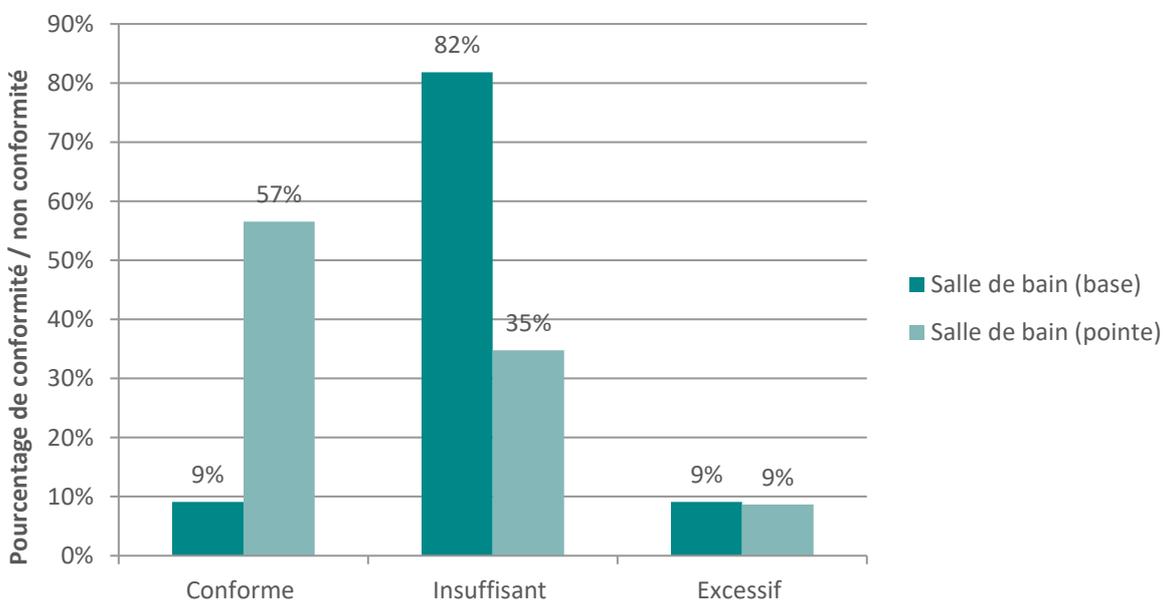


Figure 12 : Répartition des conformités suivant le protocole Effinergie + pour les salles de bain

Répartition des conformités (suivant Effinergie +) en débit de base et débit de pointe dans les MI1 à MI10 - salle d'eau

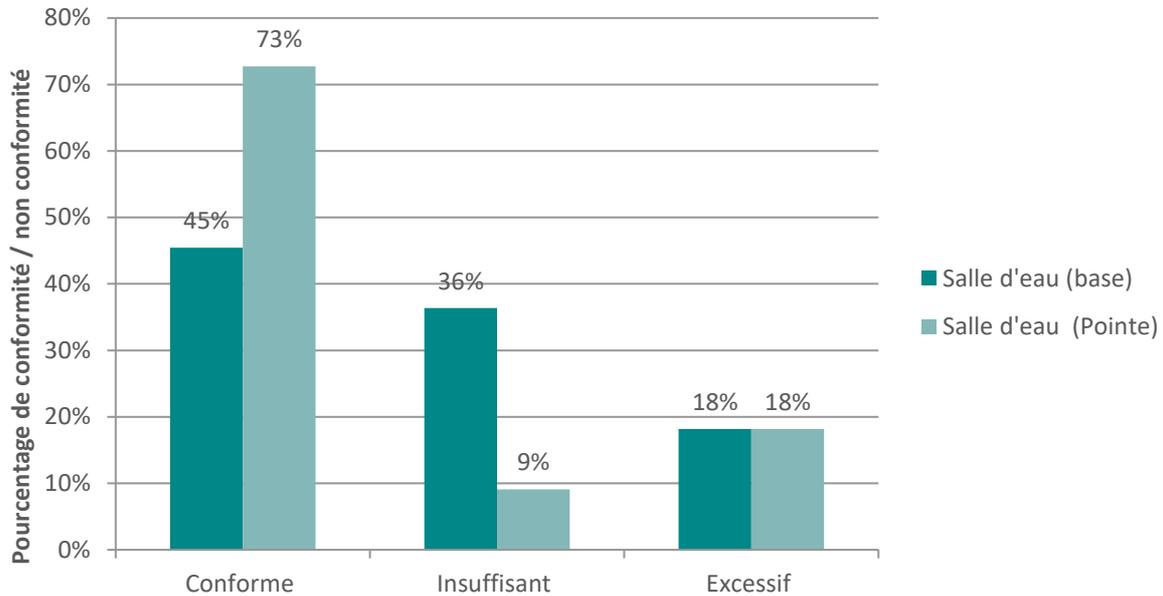


Figure 13 : Répartition des conformités suivant le protocole Effinergie + pour les salles d'eau

Cependant pour analyser plus finement, il est intéressant de regarder à quel point les résultats sont insuffisants ou excessifs. Le Tableau 32 présente les écarts entre les débits mesurés et les débits réglementaires pour les mesures de débit réalisés aux bouches de cuisine.

Tableau 32 : Importance des écarts entre les débits mesurés et les débits réglementaires pour les bouches cuisine sur les 10 maisons individuelles équipées de système de ventilation double flux

Ecart	Nombre de maison (Ecart/base)	Nombre de maison (Ecart/ pointe)
> -100%	0	0
-50%<Ecart<-100%	1	3
-30%<Ecart<-50%	4	3
-0%<Ecart<-30%	1	3
0%<Ecart<30%	3	0
30%<Ecart<50%	0	0
50%<Ecart<100%	0	1
<100%	0	0

On observe que seulement 3 maisons présentent des débits de base en cuisine respectant les débits réglementaires, et uniquement 1 maison respecte le débit réglementaire de pointe, mais en présentant un sur-débit de plus de 50%.

Le Tableau 33 présente les écarts entre les débits mesurés et les débits réglementaires pour les mesures de débit réalisés aux bouches de salle de bain.

Tableau 33 : Importance des écarts entre les débits mesurés et les débits réglementaires pour les bouches SdB sur les 10 maisons individuelles équipées de système de ventilation double flux

Ecart	Nombre de maison (Ecart/base)	Nombre de maison (Ecart/ pointe)
> -100%	0	0

-50%<Ecart<-100%	2	1
-30%<Ecart<-50%	5	1
-0%<Ecart<-30%	5	3
0%<Ecart<30%	1	7
30%<Ecart<50%	0	1
50%<Ecart<100%	0	0
<100%	1	1

On observe que seulement 2 bouches salle de bain sur 14 mesurées présentent des débits respectent les débits réglementaires lorsque la bouche cuisine est en débit de base, dont 1 bouche présente un sur-débit de plus de 100%. En revanche, 9 bouches respectent les débits réglementaires lorsque la bouche cuisine est en débit de pointe, dont 2 bouches présentent un sur-débit (1 entre 30% et 50% et 1 supérieur à 100%).

Le Tableau 34 présente les écarts entre les débits mesurés et les débits réglementaires pour les mesures de débit réalisés aux bouches de WC.

Tableau 34 : Importance des écarts entre les débits mesurés et les débits réglementaires pour les bouches SdB sur les 10 maisons individuelles équipées de système de ventilation double flux

Ecart	Nombre de maison (Ecart/base)	Nombre de maison (Ecart/ pointe)
> -100%	0	0
-50%<Ecart<-100%	3	0
-30%<Ecart<-50%	1	2
-0%<Ecart<-30%	1	1
0%<Ecart<30%	2	1
30%<Ecart<50%	0	1
50%<Ecart<100%	0	0
<100%	1	4

On observe que seulement 3 bouches salle de bain sur 8 mesurées présentent des débits respectent les débits réglementaires lorsque la bouche cuisine est en débit de base, dont 1 bouche présente un sur-débit de plus de 100%. En revanche, 6 bouches sur 9 mesurés respectent les débits réglementaires lorsque la bouche cuisine est en débit de pointe, dont 5 bouches présentent un sur-débit (1 entre 30% et 50% et 4 supérieur à 100%).

NB : L'absence de régulateur à un impact considérable sur la répartition des débits avec 44 % des mesures en sanitaire qui ont un écart supérieur à 100 % par rapport au débit réglementaire lors du passage en grand débit cuisine. Ceci a également été observé lors du projet VIA-Qualité.

4.2.2 Résultats des mesures de pression aux bouches dans les logements collectifs

4.2.2.1 Résultats du bâtiment de logements collectifs LC1

Les Tableau 37 et Tableau 36 présentent les pression mesurées par colonne pour le bâtiment LC1, pour chacun des deux systèmes de ventilation.

Tableau 35 : Différences de pression mesurées par colonne – LC 1(ventilateur 1)

Ventilateur 1 – petit débit (ventilateur toiture terrasse)					
	Colonne 1	Colonne 2	Colonne 3	Colonne 4	Colonne 5

ΔP entre le haut /bas colonne (Pa)	2	24	-10	1	-2
Pression en haut de colonne Fenêtre fermée (Pa)	114	151	109	108	139
Pression en bas de colonne Fenêtre fermée (Pa)	112	127	119	107	141
Ventilateur 1 – grand débit (ventilateur toiture terrasse)					
ΔP entre le haut /bas colonne (Pa)	-3	-4	-13	2	11
Pression en haut de colonne Fenêtre fermée (Pa)	79	108	67	52	129
Pression en bas de colonne Fenêtre fermée (Pa)	81	112	80	50	118

Tableau 36 : Différences de pression mesurées par colonne – LC 1 (ventilateur 2)

Ventilateur 2 – petit débit (ventilateur sous-sol)					
	Colonne 6	Colonne 7	Colonne 8	Colonne 9	Colonne 10
ΔP entre le haut /bas colonne (Pa)	8	12	4	10	29
Pression en haut de colonne Fenêtre fermée (Pa)	98	81	103	100	104
Pression en bas de colonne Fenêtre fermée (Pa)	90	69	99	90	75
Ventilateur 2 – grand débit (ventilateur sous-sol)					
ΔP entre le haut /bas colonne (Pa)	13	40	8	25	35
Pression en haut de colonne Fenêtre fermée (Pa)	71	84	93	73	89

Pression en bas de colonne Fenêtre fermée (Pa)	58	44	85	48	54
---	----	----	----	----	----

On observe une différence de pression ΔP entre fenêtre ouverte et fenêtre fermé minimale de **5 Pa** et maximale de **123 Pa** pour le ventilateur situé en toiture terrasse.

On observe une différence de pression ΔP entre fenêtre ouverte et fenêtre fermé minimale de **5 Pa** et maximale de **56 Pa** pour le ventilateur situé au sous-sol.

L'analyse de la différence de pression ΔP mesurée **entre le haut et le bas d'une colonne** permet d'identifier des pertes entre le haut et le bas de colonne par rapport au dimensionnement (lors du dimensionnement, les pertes de charges sont généralement considérées égales à 1 Pa/m en grand débit soit ici environ 13 Pa pour le ventilateur n°1 et 18 Pa pour le ventilateur n°2.). Les valeurs très faibles indiquent seulement un surdimensionnement, tandis que les valeurs plus fortes, peuvent suggérer des fuites dans la colonne ou un bouchon.

L'analyse des différences de pression entre les mesures réalisées **fenêtre ouverte et fenêtre fermée** permet d'identifier si le logement a des problèmes d'entrée d'air. Un logement étanche avec suffisamment d'entrée d'air doit avoir une différence de pression ΔP de l'ordre de 20 Pa. Si cette différence de pression ΔP est inférieure à 10 Pa, c'est qu'il y a « trop d'entrée d'air » dans le logement qui n'est probablement pas très étanche (bâti). A contrario si cette différence de pression ΔP est supérieure à 30 Pa, c'est qu'il y a pas assez d'entrée d'air. On constate ici très souvent sur le second ventilateur des valeurs supérieures à 100 Pa, ce qui indique des logements très étanches sans entrée d'air. On observe ici d'une part que l'installation fonctionne mais siffle (pression trop forte) avec les fenêtres ouvertes. D'autre part, l'installation « a du mal à tirer de l'air » avec les fenêtres ouvertes, ce qui risque d'avoir un mauvais impact sur la QAI. L'installateur a forcé le débit au ventilateur pour compenser mais la pression en bas de colonne est un peu faible (environ 50 Pa) et l'air pénètre « par où il peut ».

NB : l'installation doit pouvoir être utilisée fenêtres fermées et l'ouverture des fenêtres ne doit pas créer de gêne (acoustique ici).

Une analyse de pression par bouche mesurée a également été réalisées en comparant les valeurs mesurées aux plages de pression de fonctionnement des bouches. L'analyse a été réalisée selon deux règles :

- Effinergie : tolérance de 5 Pa ;
- CRC : tolérance de 10 Pa.

Les résultats de cette analyse sont présentés dans le Une analyse de pression par bouche mesurée a également été réalisées en comparant les valeurs mesurées aux plages de pression de fonctionnement des bouches, en appliquant la règle Effinergie et la règle CRC. Le Tableau 39 présente les résultats de cette analyse.

Tableau 39 : Analyse des pressions vis à vis des règles de conformité Effinergie et CRC - LC 2

Conformité des pressions petit débit fenêtre fermée			
		Effinergie	CRC
Pressions mesurées en petit débit	Non conforme / Non cohérent	8	6
	Conforme / Cohérent	0	2
Pressions mesurées en grand débit	Non conforme / Non cohérent	8	6
	Conforme / Cohérent	0	2

On observe que les plages de fonctionnement en pression sont généralement non-respectées, à la fois lorsque la bouche cuisine est en débit de base et lorsqu'elle est en débit de pointe.

Tableau 37 : Analyse des pressions vis à vis des règles de conformité Effinergie et CRC - LC 1

Conformité des pressions petit débit fenêtre fermée			
		Effinergie	CRC
Pressions mesurées en petit débit	Non conforme / Non cohérent	5	4
	Conforme / Cohérent	12	13
Pressions mesurées en grand débit	Non conforme / Non cohérent	16	13
	Conforme / Cohérent	0	4

On observe que les plages de fonctionnement en pression sont généralement respectées lorsque la bouche cuisine est en débit de base. En revanche, elles sont dans la majorité des cas non respectées lorsque la bouche cuisine est en débit de pointe.

4.2.2.2 Résultats du bâtiment de logements collectifs LC2

Le Tableau 38 présente les pressions mesurées par colonne pour le bâtiment LC2. L'impossibilité de fermer les portes (peinture en cours) fait « entrer l'air, » on n'a donc pas de résultats en fenêtre fermée ici.

Tableau 38 : Différences de pression mesurées par colonne – LC 2

Ventilateur 1 – petit débit (ventilateur sous-sol)							
	Colonne C1	Colonne C2	Colonne C3	Colonne C4	Colonne C5	Colonne C6	Colonne C7
ΔP entre le haut /bas colonne (Pa)	19	X	1	-22	X	-2	-3
Pression en haut de colonne (Pa)	42 (R+4)	X	80 (R+4)	50 (R+4)	X	50 (R+3)	30 (R+4)
Pression en bas de colonne (Pa)	23 (R+2)	X	79 (R+2)	72 (RDC)	73 (RDC)	52 (RDC)	33 (R+2)

Une analyse de pression par bouche mesurée a également été réalisées en comparant les valeurs mesurées aux plages de pression de fonctionnement des bouches, en appliquant la règle Effinergie et la règle CRC. Le Tableau 39 présente les résultats de cette analyse.

Tableau 39 : Analyse des pressions vis à vis des règles de conformité Effinergie et CRC - LC 2

Conformité des pressions petit débit fenêtre fermée			
		Effinergie	CRC
Pressions mesurées en petit débit	Non conforme / Non cohérent	8	6
	Conforme / Cohérent	0	2
Pressions mesurées en grand débit	Non conforme / Non cohérent	8	6
	Conforme / Cohérent	0	2

On observe que les plages de fonctionnement en pression sont généralement non-respectées, à la fois lorsque la bouche cuisine est en débit de base et lorsqu'elle est en débit de pointe.

4.3 Etanchéité des réseaux

4.3.1 Résultats des maisons individuelles

Sur 4 maisons individuelles, plusieurs mesures de perméabilité à l'air des réseaux ont été réalisées avec différentes préparations du réseau afin d'évaluer l'impact de cette préparation sur le résultat de la mesure. La Figure 14 illustre la répartition des classes d'étanchéité obtenues en fonction du type d'obturation du réseau.

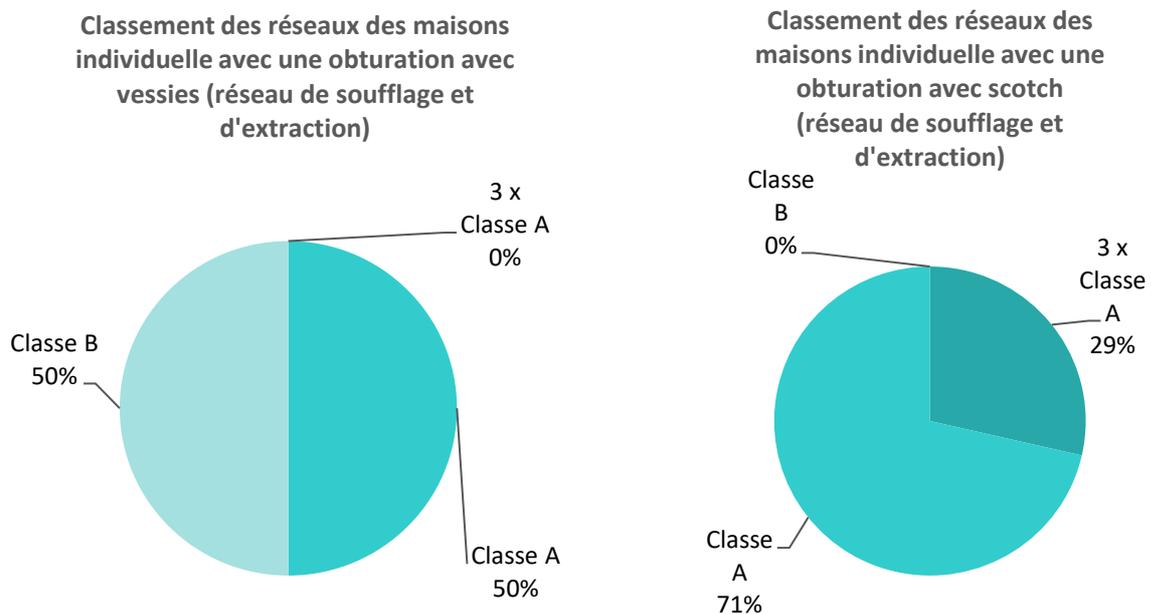


Figure 14 : Classes d'étanchéité des réseaux en fonction de l'obturation du réseau sur les quatre maisons testées

On observe que le résultat est meilleur lorsque des vessies sont installées en lieu et place des terminaux de ventilation. Tout type d'obturation du réseau confondu, la qualité des réseaux mesurés est illustrée par la Figure 15.

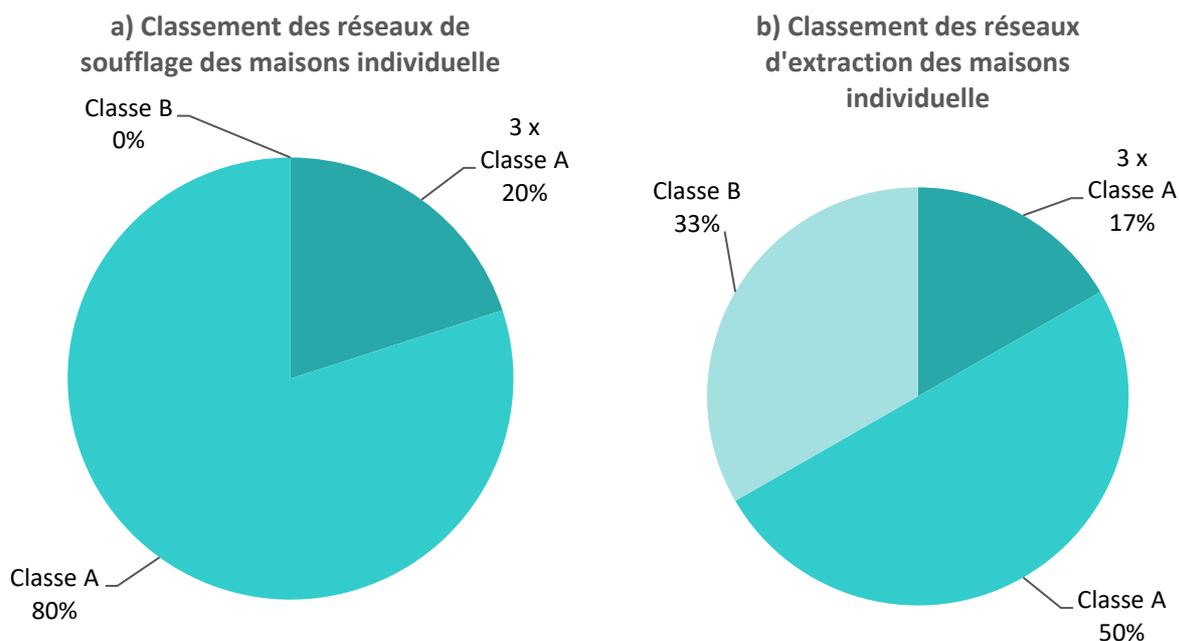


Figure 15 : Répartition de la classe des réseaux a) réseau de soufflage b) réseau d'extraction

Dans le projet VIA-Qualité, les différents modes d'obturations n'étaient pas analysés, cependant nous pouvons comparer les classes obtenues en soufflage et extraction. Cette comparaison est donnée dans le Tableau 40.

Tableau 40 : Comparaison des classes d'étanchéité des réseaux en maison individuelle - Campagne Promevent et VIA-Qualité

Réseau de soufflage				
	Supérieur à 3 x classe A	3 x classe A	Classe A	Classe B
Via qualité	18 %	27 %	46 %	9 %
Promevent	0 %	20 %	80 %	0 %
Réseau d'extraction				
	Supérieur à 3 x classe A	3 x classe A	Classe A	Classe B
Via qualité	23 %	31 %	38 %	8 %
Promevent	0 %	17 %	50 %	33 %

On observe de meilleurs résultats pour les réseaux des maisons de la campagne Promevent. Cependant, il faut noter que la vessie ne permet pas de mesurer les fuites au dos de la bouche et éventuellement entre le réseau et la bouche, ceci explique que les deux méthodes conduisent à un taux de fuite (et donc une classe) différents du fait qu'ici :

- il y a relativement peu de manchettes installées (depuis 2013 et pour ces maisons notamment, le DTU 68.3 impose une manchette (ou un dispositif équivalent) pour assurer ce raccordement de manière étanche).
- les bouches hygro ont des fuites relatives à leur fonctionnement (la tresse hygro qui actionne le volet doit pouvoir voir l'humidité du local), mais ces fuites sont dans le local et n'ont pas d'impact thermique (1 cas sur 10 en hygro ici).

4.3.2 Résultats des logements collectifs

Pour les réseaux ou parties de réseau testés sur les deux bâtiments de logements collectifs, on a obtenue la classe A.

Sur le LC1, on a noté un fort impact du Té-souche, des manchettes aux bouches et de la manchette anti-vibratile comme l'illustre le Tableau 41.

Tableau 41 : Débit de fuite moyen par élément fuyard testé sur le LC1

Installation testée	Débit de fuite moyen mesuré à 160 Pa
Té-souche	>21 m ³ /h
Manchette antivibratile	3 m ³ /h
Connexion + bouche (débit par bouche)	6 m ³ /h

4.4 Conclusion sur la qualité des systèmes de ventilation

L'analyse des résultats des inspections visuelles de l'ensemble des logements de la campagne montre qu'on observe régulièrement :

- une absence de manchette sur ³/₄ des logements, alors qu'elle est obligatoire depuis la révision du DTU 68.3 en juin 2013 (plus sensible en collectif) ;
- un non-respect du type et/ou de la localisation des bouches installées ;
- des problèmes d'entrées d'air et de mortaise en simple flux hygroréglable ;
- des problèmes de réseaux (conduits souple en double flux individuel, Tracé non cohérent avec les plans, conduits rigide, défaut d'étanchéité - manque de pied de support, manque une pièce de raccordement en collectif) ;
- des problèmes de ventilateur (coudes proches en individuel, coude brusque proche de la centrale, mauvaise étanchéité aux caissons ou aux raccords en collectif) ;
- une absence de documentation.

Pour la maison individuelle, ces défauts sont assez proches des résultats constatés sur une dizaine de cas dans le projet VIA-Qualité.

Les débits (ou pressions) sont souvent insuffisants aux bouches, notamment en débit de pointe cuisine, mais aussi en débit de base cuisine et salle de bain. L'absence de régulateur, souvent constatée, explique en partie ces dysfonctionnements.

Enfin l'étanchéité des réseaux semble s'améliorer un peu depuis le projet VIA-Qualité (attention à notre échantillon plus faible ici) avec :

- 1/3 de réseaux non classés et 2/3 classe A, en maison individuelle (avec un fort impact des fuites aux bouches, sans lesquelles on arrive à 1/2 en classe B et 1/2 en classe A)
- Classes A en collectif où un impact fort de l'absence de manchette aux bouches, des té-souches et de la manchette de régulation.

Cependant ici, toutes les maisons individuelles sont équipés de ventilation double flux, ce qui n'était pas le cas dans VIA-Qualité.

5 Résultats des études de sensibilité réalisées pendant la campagne in-situ

5.1 Mesures de débits aux bouches

La campagne in-situ a été réalisée sur 2 bâtiments de logements collectifs équipés de système de ventilation simple-flux hygroréglable, et sur 8 maisons équipées de système de ventilation double-flux (dont un système hygroréglable).

Pour les systèmes hygroréglables, certaines mesures de débit ont été réalisées sur des bouches avec des positions MAX (pour les autres bouches et positions, seules des mesures de pression peuvent être réalisées). Pour les systèmes double-flux (non hygroréglables), des mesures de débit ont été réalisées à chaque bouche (accessible) de la maison.

5.1.1 Répétabilité de la mesure de débit aux bouches

La répétabilité d'un protocole de mesure est estimée à partir des résultats de plusieurs mesures réalisées par un même opérateur, avec le même appareil de mesure, sur une même bouche, dans les mêmes conditions. Le protocole de mesure suivi est le suivant :

- les mesures sont réalisées fenêtres fermées ;
 - le cône de mesure est appliqué de manière étanche autour de la bouche en vérifiant qu'il n'y a pas de fuite du débit d'air. Dans le cas de faux plafonds amovibles, le matériel de mesure ou la pression de l'air elle-même ne doit pas faire bouger le plafond ou créer de fuites ;
 - le cône de mesure est centré vis à vis de l'axe de la bouche ;
 - le relevé des débits se fait dans des conditions stables, c'est à dire quand pendant 30 secondes, le débit ne varie pas de plus de 10%. Le débit mesuré à prendre en compte est la moyenne des relevés ;
- NB : en réalité, en fonction des appareils de mesure utilisés, ce point n'a pas toujours été respecté : d'une part, les 30 secondes paraissent surdimensionnées, et d'autre part certains appareils moyennaient automatiquement sur une période non modifiable ;
- la mesure est corrigée en fonction des conditions réelles de température et de pression selon les spécificités de l'appareil de mesure.

Le Tableau 42 propose une évaluation de la répétabilité de la mesure de débit à partir d'une série de mesure (au moins 3 mesures pour chaque configuration).

Tableau 42 : Evaluation de la répétabilité de la mesure de débit avec un appareil de mesure à anémomètre thermique ponctuel (fil chaud)

Id Maison	Pièce	Position débit cuisine	Répétabilité	Débit moyen mesuré [m ³ /h]	Ecart entre Max et Min [m ³ /h]
MI3	Cuisine	Grand débit	0,8%	40	<1
	SdB	Petit débit	2,2%	17	<1
	Salon	Grand débit	3,2%	40	3
	Chambre n°3	Petit	5,2%	14	1,7
MI4	Cuisine	Grand débit	1,1%	206	5
	WC RDC	Petit débit	6,6%	6	<1
	Bibliothèque	Grand débit	1,6%	67	2,5
	Chambre n°1	Petit	4,1%	9	<1
MI7	WC	Vitesse 2	2,5%	19	1
	Cuisine	Vitesse Choc	0,6%	77	1
	Salon	Vitesse 2	1,2%	38	1
MI8	Cuisine	Grand débit	1,1%	109	3

	SdB 1	Petit débit	4,3%	23	2
	Salon	Petit débit (2)	2,3%	44	2
	Salon	Grand débit	3,8%	31	2
MI9	Cuisine	Grand débit	1,1%	42	1
	WC	Petit débit	0,0%	12	0
	Salle à manger	Grand débit	3,4%	14	1
	Chambre 1	Petit débit	0,0%	17	0
MI10	Cuisine	Grand débit	0,0%	34	0
	WC	Petit débit	0,0%	23	0
	Salon	Grand débit	3,9%	16	1,5
	Chambre 2	Petit débit	0,0%	7	0

** Hors plage d'utilisation et d'étalonnage du matériel*

La répétabilité évaluée ici est calculée selon l'équation suivante :

$$\text{Répétabilité} = \frac{\text{Ecartype (mesures)}}{\text{Moyenne (mesures)}}$$

On observe une répétabilité de 0% à 6,6% sur des bouches d'extraction, ce qui correspond à un écart maximal de 5 m³/h sur un débit mesuré de 206 m³/h. Pour les bouches de soufflage, l'écart maximal observé est de 3 m³/h sur un débit mesuré de 40 m³/h, ce qui correspond à une répétabilité de 3,2%. Sur ces types de bouche et avec un appareil de mesure à anémomètre thermique ponctuel (fil chaud), la répétabilité du protocole de mesure suivi est très bonne.

Le Tableau 43 présente également une évaluation de la répétabilité du protocole, avec ici des mesures réalisées avec un appareil de mesure à compensation de pression.

Tableau 43 : Evaluation de la répétabilité de la mesure de débit avec un appareil de mesure à compensation de pression

Id Maison	Pièce	Répétabilité	Débit moyen mesuré [m ³ /h]	Ecart entre Max et Min [m ³ /h]
MI 3	Cuisine	5%	42	3
	SdB	4%	16	1
	Salon	2%	78	2
	Chambre n°3	4%	19	<1
MI	Cuisine	1%	223	3
	WC RDC	10%	7	2
	Bibliothèque	2%	58	3
	Chambre n°1	6%	10	2

** Hors plage d'utilisation et d'étalonnage du matériel*

La répétabilité du protocole est également très bonne, avec un écart maximal de 3 m³/h pour les bouches d'extraction et de soufflage, et une répétabilité maximale de 5% en extraction et 6% en soufflage.

5.1.2 Impact de l'opérateur et de l'appareil de mesure pour la mesure de débit aux bouches

Pour deux des maisons de la campagne, les mesures ont été réalisées par plusieurs équipes en même temps. Des mesures ont donc été réalisées, pour une même bouche, par différents opérateurs en utilisant différents types d'appareil de mesure.

Le Tableau 44 présente les résultats des mesures réalisées sur 4 bouches, par 3 opérateurs avec 5 appareils de mesure. On ne peut pas évaluer directement la reproductibilité opérateur : il aurait fallu que pour chaque configuration matériel / opérateur / bouche, plusieurs mesures soient réalisées.

Tableau 44 : Impact du choix de l'opérateur sur la mesure débit aux bouches

Statistiques	Extraction		Soufflage	
	Cuisine Grand débit	SdB Petit débit	Salon Grand débit	Chambre Petit débit
Médiane	3%	8%		
Ecart type	2%	10%		
Débit moyen	79 m³/h	22 m³/h	9 m³/h	11 m³/h
Ecart Min pour un même matériel	1 m ³ /h	1 m ³ /h	0 m ³ /h	2 m ³ /h
Ecart Max pour un même matériel	8 m ³ /h	13 m ³ /h	9 m ³ /h	6 m ³ /h

** Hors plage d'utilisation et d'étalonnage du matériel*

Pour les mesures en soufflage, les débits mesurés sont des valeurs hors plage (ou limite) d'utilisation et d'étalonnage de l'appareil : ces données ne sont donc pas exploitables. En extraction, on observe un écart maximum de 13 m³/h entre les débits mesurés avec un même appareil par différents opérateurs. Cependant, cet écart a été constaté avec le cône à anémomètre mécanique, qui a présenté des erreurs aléatoires pendant la campagne. La seule donnée fiable de cette étude est donc l'écart maximal de 8 m³/h constaté sur la bouche de cuisine, pour un débit moyen de 79 m³/h. On a donc environ 10% d'écart entre les résultats des différents opérateurs, mais constaté uniquement sur une bouche. Afin de compléter cette étude qui en l'état ne permet pas de conclure, une journée en laboratoire consacrée aux études de répétabilité et de reproductibilité a été organisée après cette analyse.

Une deuxième analyse des résultats de ces mesures a permis d'évaluer la reproductibilité de la mesure vis-à-vis de l'appareil de mesure. Les écarts constatés varient entre 0 et plus de 30 m³/h. Cependant, en raison de débits mesurés hors plage d'étalonnage des appareils, et l'utilisation pour ces mesures d'un appareil de mesure défectueux, ces résultats ne seront pas pris en compte dans l'évaluation de l'incertitude de mesure : des essais complémentaires en laboratoire ont été réalisés après cette analyse.

5.1.3 Impact de la position de l'anémomètre thermique ponctuel

L'appareil de mesure à anémomètre thermique ponctuel présente un risque d'erreur supplémentaire dû à la position de l'anémomètre dans le cône de mesure. Il requiert en effet une attention pour limiter la rotation de l'anémomètre dans le cône, et également assurer une position centrale du point de mesure dans le cône.

Différentes rotations de l'anémomètre ont donc été testées, illustrées par la Figure 16.



Figure 16 : Angles de rotation de l'anémomètre thermique ponctuel

Le Tableau 45 présente les écarts observés pour différents angle de rotation de l'anémomètre, pour différentes bouches d'extraction et de soufflage.

Tableau 45 : Ecart constatés lors de la rotation de l'anémomètre thermique ponctuel

Types de Bouche	Ecart 30 ° fil chaud 4*2 bouches		Ecart 45 ° fil chaud 2*2 bouches		Ecart 90° fil chaud 2*2 bouches		Ecart non quantifié 2*2 bouches	
	Ecart(%)	Amplitude écart [m ³ /h]	Ecart(%)	Amplitude écart [m ³ /h]	Ecart(%)	Amplitude écart [m ³ /h]	Ecart(%)	Amplitude écart [m ³ /h]
Extraction	2%	[0;9]	55%	[9;24]	123%	[20;38]	25%	[3;13]
Soufflage	23%	[2;13]	77%	[10;31]	89%	[11;12]	55%	[1;45]

Ces résultats montrent d'une part qu'une rotation de l'anémomètre thermique ponctuel entraîne un écart important, dès 30°. Ils montrent d'autre part que l'anémomètre est plus sensible à cette rotation en soufflage. Il est donc nécessaire de sensibiliser les mesureurs sur ce point car même si les rotations étudiées ici peuvent paraître très importantes et a priori peu probables de façon involontaire, il est possible de rencontrer ces rotations dans le cas de bouches difficilement accessibles et donc avec une position du cône et de l'anémomètre qui ne permet pas de contrôler la coaxialité.

Durant la campagne in-situ, quelques mesures complémentaires ont également permis d'évaluer l'impact du décentrage de l'anémomètre thermique par rapport à l'axe du cône, comme illustré par la Figure 17.

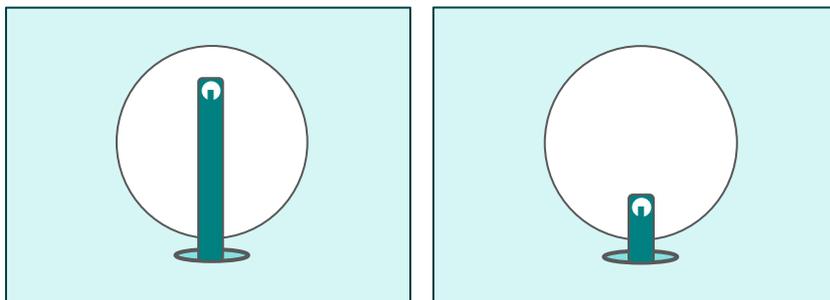


Figure 17 : Illustration des décentrages possibles de l'anémomètre thermique ponctuel

Des mesures ont été réalisées avec ces décentrages sur des bouches d'extraction et des bouches de soufflage. Les écarts constatés sont résumés dans le Tableau 46.

Tableau 46 : Ecarts constatés lors d'un décentrage de l'anémomètre thermique ponctuel

Bouches	Ecart moyen (%)	Amplitude écart [m ³ /h]
Extraction 8 bouches * 2 décalages	12%	[0;82]
Soufflage 7 bouches * 2 décalages	32%	[0;33]

Ces résultats montrent qu'une attention doit également être apportée au centrage de l'anémomètre thermique ponctuel dans le cône de mesure, en soufflage et en extraction. Ce point du protocole fait l'objet de recommandations dans le guide.

5.1.3.1 Impact du centrage du cône de mesure autour de la bouche

En complément des essais réalisés en laboratoire, des mesures de débit ont été réalisées in-situ en décentrant le cône de mesure par rapport à l'axe de la bouche. Comme le confirment les résultats de ces mesures synthétisés dans le Tableau 47, le décentrage du cône est source d'écarts significatifs. Ce point du protocole fait l'objet de recommandations dans le guide.

Tableau 47 : Impact du décentrage du cône de mesure sur la mesure de débit in-situ

Bouches	Cuisine - Grand Débit		Autre bouche	
	Ecart médian (%)	Amplitude écart [m ³ /h]	Ecart médian (%)	Amplitude écart [m ³ /h]
Extraction	4%	[0;8]	9%	[0;4]
Soufflage			12%	[0;9]

5.1.4 Impact de l'étanchéité du cône vis-à-vis de la paroi

Le protocole de mesure de débit aux bouches exige que le cône de mesure soit appliqué de manière étanche autour de la bouche. Lorsque la mise en œuvre des bouches n'est pas réalisée selon les exigences du DTU 68.3, en particuliers lorsque les distances minimales entre l'axe de la bouche et les parois ne sont pas respectées, il peut être difficile de respecter ce point du protocole. Afin d'évaluer l'erreur de mesure qui peut être alors faite, des mesures ont été réalisées en laissant volontairement des fuites entre le cône de mesure et la paroi sur laquelle est installée la bouche (illustrations en Figure 18).



Figure 18 : Illustrations des fuites volontaires entre le cône de mesure et la paroi

Comme l'illustrent les résultats de ces mesures présentés dans le Tableau 48, ce point du protocole doit absolument être respecté, car lorsque le cône n'est pas appliqué de façon étanche autour de la bouche, les écarts faits sur le débit mesuré sont significatifs (jusqu'à 27 m³/h). Ce point a été complété dans le protocole et le guide, en spécifiant que lorsque la situation sur terrain ne permet pas une application étanche du cône de mesure, le résultat de la mesure ne peut pas être pris en compte.

Tableau 48 : Impact de fuites entre le cône de mesure et la paroi sur la mesure de débit

Bouches	Cuisine - Grand Débit		Autre bouche	
	Ecart médian (%)	Amplitude écart [m ³ /h]	Ecart médian (%)	Amplitude écart [m ³ /h]
Extraction	13%	[0;27]	30%	[3;10]
Soufflage			17%	[0;15]

5.2 Mesure de pression aux bouches

Pour toutes les bouches en fonctionnement hygroréglable, seule une mesure de pression peut être réalisée. Le protocole suivi pour les mesures réalisées pendant la campagne in-situ est le suivant :

- le tube cristal est inséré dans la bouche et enfoncé de 1 à 3 cm derrière le clapet ;
- le tube n'est pas pincé ;
- la pression de référence est mesurée à la hauteur de la bouche mais ne subit pas les perturbations engendrées par le flux d'air de la bouche. Si nécessaire un deuxième tube cristal est utilisé pour mesurer la pression de référence ;
- l'appareil de mesure est positionné verticalement ou horizontalement en fonction des spécifications du fabricant ;
- un zéro automatique est réalisé à chaque démarrage ;
- le relevé des pressions se fait dans des conditions stables, c'est à dire quand pendant 30 secondes, la pression ne varie pas de plus de 10%.
NB : comme pour la mesure de débit, la période de 30 secondes n'a pas toujours été respectée
- la pression retenue est la moyenne des relevés.

5.2.1 Impact de l'appareil de mesure et de l'opérateur sur la mesure de pression aux bouches

Pour chacun des deux bâtiments de logements collectifs, des mesures complémentaires de pression ont été réalisées par différents opérateurs et avec différents appareils de mesure pour un unique logement. L'écart maximal constaté entre deux appareils de mesure sur une même bouche est de 3 Pa (pour des pressions mesurées de 58 à 96 Pa). Lorsque c'est l'opérateur qui change (avec le même appareil), les écarts constatés sont de 0 à 6 Pa (pour des pressions mesurées entre 42 et 96 Pa). L'impact du choix du matériel et du choix de l'opérateur n'entraîne donc pas d'écart significatif sur le résultat de la mesure de pression aux bouches.

5.2.2 Impact de l'enfoncement du tube derrière le clapet

Des études de sensibilité sur le paramètre « enfoncement du tube » avaient été réalisées pour l'élaboration de la norme NF E51-777. Des essais complémentaires ont été réalisés pendant la campagne : aucune variation de la pression mesurée n'a été relevée pour des enfoncements de tube allant de 1 à plus de 10 cm derrière le clapet.

5.3 Mesure de la perméabilité à l'air des réseaux de ventilation

Le protocole utilisé pour la mesure de la perméabilité à l'air des réseaux de ventilation est le FD E51-767 (mars 2014, en cours de révision). Voici les conditions d'essai :

- l'échantillon comprend :
 - une colonne complète du terminal jusqu'au Té souche ;
 - la partie horizontale du té souche jusqu'au ventilateur.
- on vérifie que l'échantillon respecte le $1 \leq L/A_j \leq 1,5$, et représente au moins 10% de la surface totale du réseau ;
- l'obturation au niveau des terminaux de ventilation est réalisée de la façon suivante : les terminaux de ventilation sont retirés et le réseau obturé de manière étanche à l'emplacement des terminaux ;
- l'obturation du réseau au niveau du raccordement entre le réseau et le caisson est réalisée sur la connexion du caisson ; la mesure est réalisée de façon à prendre en compte les fuites au niveau de la manchette ;
- la section de réseau à soumettre à essai doit contenir :
 - la manchette de raccordement au caisson de ventilation
 - au moins un plénum lorsqu'il en existe dans le réseau global

En complément des études réalisées pendant la campagne labo, des essais ont été réalisés in-situ pour évaluer l'impact :

- de la nature du colmatage du réseau au niveau des bouches ;
- de la réalisation de la mesure par tronçons.

Pour des raisons d'accessibilité au réseau, ces études ont pu être réalisées uniquement sur le réseau d'un des bâtiments de logements collectifs et d'une des maisons.

5.3.1 Impact de l'appareil de mesure

Deux équipes ont mesuré la perméabilité à l'air du réseau du bâtiment de logements collectifs avec deux appareils différents. Pour une première préparation du réseau (Prépa 1 : obturation aux terminaux avec vessies), plusieurs mesures ont été réalisées avec les différents appareils et par différents opérateurs. Les mêmes mesures ont ensuite été réalisées avec une seconde préparation du réseau (Prépa 2 : obturation aux terminaux par adhésif). Le Tableau 49 présente les écarts entre les résultats de mesure obtenus par les deux appareils de mesure, pour différentes colonnes avec différentes préparations (et donc pour différents débits de fuite).

Tableau 49 : Ecarts de résultat pour des mesures de perméabilité à l'air du réseau réalisées avec 2 appareils de mesure

	Colonne 1 (Prépa 1)	Colonne 1 (Prépa 2)	Colonne 2 (Prépa 1)	Colonne 2 (Prépa 2)
Ecart absolu q_v	6 m³/h	1 m³/h	2 m³/h	1 m³/h
q_v moyen	121 m ³ /h	42 m ³ /h	20 m ³ /h	3 m ³ /h
Ecart pression essai	1 Pa	0 Pa	0 Pa	0 Pa
Moyenne pression essai	-160 Pa	-160 Pa	-160 Pa	-160 Pa

A pression d'essai identique, les deux appareils de mesure permettent d'obtenir des résultats similaires, avec au maximum 6 m³/h d'écart pour 121 m³/h mesuré. La classe du réseau est toujours

identique pour les 2 appareils de mesure, quelle que soit la colonne mesurée et la méthode d'obturation aux bouches.

5.3.2 Impact de la préparation du réseau

Au niveau des terminaux, le protocole exige que le réseau soit colmaté en lieu et place des terminaux. Cependant, sur terrain, le mesureur peut être confronté à des bouches fixées aux parois et donc non-démontables. Le Tableau 50 présente les écarts entre une mesure réalisée avec des terminaux déposés et un réseau colmaté à l'aide de vessies (conforme au protocole), et un réseau colmaté « sur les bouches » à l'aide d'adhésif (non conforme au protocole), pour la maison individuelle MI5 et le bâtiment de logements collectifs LC1.

Tableau 50 : Résultats de mesure de perméabilité à l'air avec différentes obturations du réseau au niveau des terminaux

Protocole	MI 5		LC1 – Colonne 1		LC1 – Colonne 2	
	Classe	f [m.s ⁻¹]	Classe	f [m.s ⁻¹]	Classe	f [m.s ⁻¹]
Soufflage sans dépose des terminaux (adhésif)	Classe A	0,43.10 ⁻³				
Soufflage avec dépose des terminaux (vessie)	Classe A	0,38.10 ⁻³				
Extraction sans dépose des terminaux (adhésif)	Classe A	0,42.10 ⁻³	Hors Classe	3,36.10 ⁻³	Classe A	0,47.10 ⁻³
Extraction avec dépose des terminaux (vessie)	Classe B	0,10.10 ⁻³	Hors Classe	1,18.10 ⁻³	Classe C	0,06.10 ⁻³
Impact absolu par bouche						
<i>Soufflage</i>	0,50 m³/h					
<i>Extraction</i>	5 m³/h		8 m³/h		3,5 m³/h	

Pour 2 des 3 essais aboutissant à un classement du réseau, la différence d'obturation du réseau au niveau des terminaux entraîne un changement de classe. En effet, lorsque l'obturation est réalisée sur les terminaux et non en lieu et place des terminaux, des fuites complémentaires au niveau des bouches (et notamment les passages d'air nécessaires pour les bouches hygroréglables) sont prises en compte dans la mesure. Ces fuites peuvent représenter jusqu'à 8 m³/h par bouche pour les essais réalisés sur ces réseaux. Le non-respect de ce point du protocole pénalise le résultat (le débit de fuite du réseau est surestimé) : la mesure est donc validée, mais une sensibilisation a été apportée dans le guide pour prévenir les mesureurs, et les maîtres d'ouvrage, de l'impact d'une mauvaise préparation du réseau sur la classe de réseau obtenue.

5.3.3 Impact de la mesure par tronçon

Le protocole autorise la mesure par tronçon pour les réseaux de ventilation des bâtiments de logements collectifs. Des mesures ont été réalisées en un tronçon puis en deux tronçons, dont les résultats sont présentés dans le Tableau 51.

Tableau 51 : Débits de fuite mesurés en un seul tronçon et en deux tronçons

	Mesure 1	Mesure 2
Débit de fuite du tronçon colonne 1 (m^3/h)	42	43
Débit de fuite du tronçon en toiture terrasse (m^3/h)	26	30
Débit de fuite total des deux tronçons (m^3/h)	68	73
Débit de fuite « en un tronçon » (m^3/h)	54	58
Ecart entre les deux résultats	20%	20%

Les résultats des mesures réalisées en deux tronçons surestime le débit de fuite de la partie de réseau soumise à l'essai de 20% (5 à 6 m^3/h). Cela est dû à la prise en compte deux fois des fuites au niveau de la séparation des deux tronçons, en l'occurrence un té-souche. Des essais complémentaires ont été réalisés pour évaluer les fuites dues au té-souche : avec ou non reprise de l'étanchéité du té-souche. Les résultats de ces essais, présentés dans le Tableau 52, montrent que les té-souche sont responsables d'importantes fuites (ce qui confirme les résultats de l'étude préliminaire réalisée en laboratoire par Sylvain Berthault).

Tableau 52 : Evaluation du débit de fuite dû au té-souche

	Mesure 1	Mesure 2
Débit de fuite sans reprise étanchéité Té souche (m^3/h)	48	52
Débit de fuite avec reprise étanchéité Té souche (m^3/h)	26	30

Une précision sera alors apportée au protocole pour exiger qu'en cas de mesure par tronçon, toutes les fuites de la partie de réseau soumise à l'essai soient prises en compte, et notamment celles du té-souche. En revanche, une note et une sensibilisation dans le guide sera apportée pour sensibiliser les mesureurs au risque de pénalisation du résultat de la mesure dans le cas d'une double prise en compte de ces fuites.

5.3.4 Impact de l'obturation au niveau du caisson

En complément des essais réalisés pendant la campagne en laboratoire, des mesures ont été réalisées sur le réseau du bâtiment de logements collectifs afin d'évaluer :

- les fuites de la manchette de raccordement au caisson ;
- les fuites complémentaires en cas de prise en compte du caisson.

Les résultats de ces mesures sont présentés dans le Tableau 53.

Tableau 53 : Evaluation des fuites dues à la manchette de raccordement au caisson

	Mesure 1	Mesure 2
Débit de fuite avec manchette (m^3/h)	58	60
Débit de fuite de la manchette (m^3/h)	-4	-2
Impact des fuites de la manchette	7%	3,3%

Pour ce réseau et cette manchette, les fuites de la manchette représentent entre 3 et 7% du débit de fuite mesuré. Ces essais ne suffisent pas à confirmer la nécessité d'appliquer une pénalité en cas de non prise en compte de la manchette de raccordement au caisson dans la mesure. Il semble

nécessaire de réaliser d'autres tests similaires afin d'évaluer la valeur de cette pénalité de façon plus pertinente.

Deux dernières mesures ont été réalisées afin d'évaluer la surestimation du débit en cas de prise en compte du caisson de ventilation dans la partie de réseau soumise à l'essai. Pour ces deux mesures, le débit de fuite supplémentaire mesuré est de 10 m³/h. Ces résultats confirment ceux obtenus pendant la campagne en laboratoire.

5.4 Conclusions des résultats obtenus pendant la campagne en in-situ

L'ensemble des mesures de débit aux bouches réalisées in-situ ont abouti aux conclusions :

- la position de l'appareil de mesure sur la bouche peut entraîner des écarts importants. Le protocole devra donc insister sur l'importance de bien centrer l'appareil de mesure sur la bouche et de le positionner de façon étanche. Un point d'attention a été apporté dans le protocole pour les appareils intégrant un anémomètre thermique ponctuel. Le guide apporte également des indications sur les écarts constatés lorsque l'un de ces points du protocole n'est pas respecté. Il donne également des recommandations pratiques sur le type d'appareil de mesure à utiliser en fonction du type de bouche pour limiter ce risque d'erreur ;
- l'utilisation d'un cadre de déport pour quelques mesures de débit réalisées in-situ confirme la nécessité de rédiger une note sur ce point dans le protocole, et des recommandations dans le guide.

L'ensemble des mesures de pression aux bouches réalisées in-situ ont montré que ce type de mesure apporte des résultats stables : aucun changement d'appareil de mesure, d'opérateur ou d'application du protocole n'a entraîné d'écart significatif sur le résultat de la mesure.

L'ensemble des mesures de perméabilité à l'air des réseaux réalisées in-situ ont abouti aux conclusions suivantes :

- la préparation du réseau, et notamment l'obturation au niveau des terminaux, peut impacter de façon très importante le résultat de la mesure. L'utilisation d'adhésif sans dépose des terminaux ne doit pas être interdite par le protocole pour permettre de réaliser une mesure lorsque les terminaux ne sont pas démontables. En revanche, une information a été apportée par le guide pour sensibiliser les opérateurs sur la dégradation possible du résultat de la mesure dans le cas d'une obturation sans dépose des terminaux.
- en cas de mesure par tronçon, le protocole devra être très précis pour s'assurer toutes les fuites de la partie du réseau à soumettre à essai sont prises en compte, et notamment celle du té-souche s'il existe. Une note a été apportée au protocole pour alerter l'opérateur sur le risque de prendre deux fois en compte certaines fuites. Le guide comporte des explications précises pour ce type de mesure.

Résumé

La campagne in-situ de Promevent a été réalisée sur 10 maisons individuelles équipées de systèmes de ventilation mécanique Double Flux, et 2 bâtiments de logements collectifs équipés de systèmes de ventilation mécanique Simple Flux Hygro-réglable.

L'analyse des résultats de cette campagne apporte, en plus des objectifs de Promevent, des données complémentaires concernant la qualité des systèmes de ventilation dans les bâtiments diagnostiqués. En comparaison avec les résultats de la campagne du projet de recherche VIA-Qualité, on retrouve de nombreux dysfonctionnements et non-respects relevés lors des inspections visuelles, qui concernent notamment l'absence de manchette aux terminaux, les problèmes de mortaises, et la qualité des réseaux. Les débits d'extraction réglementaires sont très souvent non respectés, tant en grand débit cuisine qu'en débit de base, ce qui reste malheureusement cohérent avec les résultats du projet VIA-Qualité.

Les protocoles de mesure de débit et de pression aux bouches contiennent des exigences qu'il est indispensable de respecter afin de limiter les incertitudes de mesure. De plus, pour certaines technologies d'appareil de mesure de débit utilisées sur certaines géométries de bouches, les incertitudes calculées sont très importantes. Des recommandations et une sensibilisation doivent être apportées aux opérateurs pour les orienter sur le choix de leur matériel, et sur les conditions de mesure à respecter.

Des écarts importants sur le résultat de la mesure de perméabilité à l'air des réseaux ont été observés lorsque la préparation du réseau ne respecte pas les exigences actuelles du protocole, et lorsque certains éléments du réseau ne sont pas pris en compte ou le sont deux fois. Le protocole de mesure doit être intégralement respecté, notamment lorsque la mesure est réalisée par tronçon. Une sensibilisation doit également être apportée pour alerter les opérateurs sur l'impact de la préparation du réseau.



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

Appel à Projets Recherche

"Vers des bâtiments responsables à horizon 2020"

Édition 2014